

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



---

**“ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023”**

---

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

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

**TESISTA:**

**MALLQUI AGUILAR, KILDER KENIO**

**ASESOR:**

**ING. ALCEDO DIAZ CHARLES JIAMMY**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2023**

**DEDICATORIA**

Esta tesis quiero dedicar a mi madre (+), mujer luchadora y humilde, el cual fue mi mayor motivación y ejemplo de no rendirme para todas mis metas, sé que desde el cielo me protege y me cuida.

A mi papá, por motivarme día a día, y recompensarle por su sacrificio en el día día en el trabajo.

Tambien en especial a mis hermanos y familiares por motivarme siempre y darme ánimos para logara mis objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, a Dios por permitirme lograr un objetivo más en la vida, a mis hermanos (as) por su apoyo condicional y buenos consejos en el día a día, a mis docentes de la FICA por la gran labor que hacen en inculcar valiosos conocimientos sobre la ingeniería y a todas aquellas personas que confiaron en mi.

## RESUMEN

Para la presente investigación titulada “Análisis de resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos con adición de fibras de caucho reciclado. Pillco marca, Huánuco - 2023” nace desde la idea de sumar conocimientos de la ingeniería civil y el aspecto ambiental, específicamente buscando materiales que muchas veces se desecha en nuestra ciudad, como es el caso de las llantas en desuso en nuestro distrito de Pillco Marca, Huánuco.

Estas llantas desechadas se aprovecharon en forma de fibras, de tamaños de 1x2cm al cual lo llamamos TAMAÑO I y 1x4cm que lo llamamos TAMAÑO II, éstas se adicionaron en porcentajes de 4.5%, 9%, 13.5%, respecto al volumen del espécimen correspondiente, al concreto convencional patrón (concreto con  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  con 0% de las fibras de caucho) para ver cómo influye este material con respecto a su resistencia a flexión y a compresión del concreto patrón para diferentes edades de ensayo (7, 14 y 28 días).

Para ello se hizo el diseño de mezclas según la metodología ACI 211.1 en donde se consideró 2 tamaños de agregado grueso o piedra chancada de 1/2" y 3/4", esto con la finalidad de ver cual de ellos tiene mayor influencia respecto a las resistencias mecánicas del concreto. Se seleccionó cada componente del concreto como sigue, los agregados se extrajeron de la cantera Andabamba – Huánuco, donde éstos cumplen con las propiedades tanto físicas como químicas para el diseño de pavimentos rígidos, el agua se consideró agua potable de Huánuco y el cemento fué del tipo I en la marca Andino, cemento muy comercializado en nuestra ciudad, todos estos cumplen con las normativas nacionales correspondientes.

Antes de determinar las resistencias mecánicas para el concreto, se hizo el ensayo de asentamiento para el concreto fresco, para el patrón y para cada porcentaje de fibra de caucho reciclado, posteriormente para determinar la resistencia a la flexión se siguió la normativa ASTM C78/ NTP 339.078, para ello se consideró vigas prismáticas de 15x15x55cm, se fabricó un total de 126 vigas prismáticas para cada porcentaje de fibra de caucho reciclado (4.5%, 9%, 13.5%) y para cada tamaño de agregado grueso (1/2", 3/4") y para determinar la resistencia a compresión se siguió las normativas ASTM C39/NTP 339.034, para ello consideramos probetas cilíndricas de 15cm de diámetro por 30cm de alto, de igual manera se fabricó un total de 126 probetas cilíndricas para cada porcentaje de fibra de caucho reciclado y para cada tamaño de agregado grueso.

Una vez ya realizados dichos ensayos en el laboratorio se llegó a las siguientes conclusiones:

El asentamiento del concreto aumenta a medida que se incrementa los porcentajes de fibra de caucho reciclado, mejora su trabajabilidad,

La resistencia a la flexión del concreto aumenta en más del 10% con respecto al concreto patrón con 0% de fibra de caucho reciclado, para los dos tamaños de fibras de caucho y para los dos tamaños de piedra chancada.

La resistencia a la compresión también aumenta minimamente 5% con respecto al concreto patrón con 0% de fibra de caucho reciclado incluso para los dos tamaños de fibras de caucho y para los dos tamaños de piedra chancada.



Además, se logra un mayor incremento de la resistencia a flexión y compresión usando fibras de caucho reciclado del TAMAÑO II y agregado grueso de 3/4" que usando fibras de caucho reciclado del TAMAÑO I y agregado grueso de 1/2".

Finalmente se concluye que los distintos porcentajes de fibras de caucho reciclado (4.5%, 9%, 13.5%) empleados en la investigación producen efectos favorables y actúan de forma eficaz (aumenta) frente a las resistencias de flexión y compresión para el concreto, empleados en los pavimentos rígidos de nuestra ciudad.

**Palabras claves:** Resistencia a la flexión, Resistencia a la compresión, fibra de caucho reciclado.

## ABSTRACT

For this research titled "Analysis of flexural strength of concrete in rigid pavements with the addition of recycled rubber fibers. Pillco Marca, Huánuco - 2023" was born from the idea of adding knowledge of civil engineering and the environmental aspect, specifically looking for materials that are often discarded in our city, as is the case of disused tires in our Pillco Marca district. , Huánuco.

These discarded tires were used in the form of fibers, with sizes of 1x2cm that we call SIZE I and 1x4cm that we call SIZE II, these were added in percentages of 4.5%, 9%, 13.5%, with respect to the volume of the corresponding test tube, to the conventional standard concrete (concrete with  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  with 0% rubber fibers) to see how this material influences its flexural and compressive strength of standard concrete for different test ages (7, 14 and 28 days) .

For this, the mix design was carried out according to the ACI 211.1 methodology, where 2 sizes of coarse aggregate or crushed stone of 1/2" and 3/4" were considered, in order to see which of them has the greatest influence. with respect to the mechanical resistance of concrete. Each component of the concrete was selected in the following way, the aggregates were extracted from the Andabamba – Huánuco quarry, where they have both physical and chemical properties for the design of rigid pavements, the water was considered drinking water from Huánuco and the cement was of the type I in the Andino brand, cement widely marketed in our city, all of these comply with the corresponding national standards.

Before determining the mechanical resistance of the concrete, the slump test was carried out for the fresh concrete, for the pattern and for each percentage of recycled rubber fiber, subsequently to determine the flexural resistance, the ASTM C78/NTP standard was followed. 339,078, for this 15x15x55cm prismatic beams were considered, a total of 126 prismatic beams were manufactured for each percentage of recycled rubber fiber (4.5%, 9%, 13.5%) and for each size of coarse aggregate (1 /2", 3 /4") and to determine the compression resistance the ASTM C39/NTP 339.034 standard was followed, for this cylindrical specimens of 15cm in diameter by 30cm in height were considered, in the same way a total of of 126 cylindrical specimens for each one. percentage of recycled rubber fiber and for each size of coarse aggregate.

Once these tests were carried out in the laboratory, the following conclusions were reached:

The slump of concrete increases as the percentage of recycled rubber fiber increases, its workability improves,

The flexural strength of the concrete increases by more than 10% compared to standard concrete with 0% recycled rubber fiber, for the two sizes of rubber fibers and for the two sizes of crushed stone.

The compressive strength also increases minimally by 5% compared to standard concrete with 0% recycled rubber fiber even for the two sizes of rubber fibers and for the two sizes of crushed stone.

Additionally, a greater increase in flexural and compressive strength is achieved by using SIZE II recycled rubber fibers and 3/4" coarse aggregate than by using SIZE I recycled rubber fibers and 1/2" coarse aggregate.

Finally, it is concluded that the different percentages of recycled rubber fibers (4.5%, 9%, 13.5%) used in the research produce favorable effects and act effectively (increase) against the flexural and compressive strengths of the concrete used on the structure. rigid. sidewalks of our city.

**Keywords:** Flexural strength, Compressive strength, recycled rubber fiber.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>ÍNDICE</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiv
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	xv
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xix
<b>CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	1
1.1 Fundamentación del problema de investigación.....	1
1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos.....	1
1.2.1 Problema General.....	1
1.2.2 Problemas específicos.....	1
1.3 Formulación de objetivos generales y específicos.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Justificación.....	2
1.5 Limitaciones.....	3
1.6 Formulación de hipótesis generales y específicas.....	3
1.6.1 Hipótesis General.....	3
1.6.2 Hipótesis Específicas.....	3
1.7 Variables.....	3
1.8 Definición teórica y operacionalización de variables.....	4
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	5
2.1 Antecedentes.....	5
2.1.1 A nivel Internacional.....	5
2.1.2 A nivel Nacional.....	5
2.1.3 A nivel Local.....	6

2.2 Bases teóricas.....	6
2.3 Bases conceptuales.....	38
2.4 Bases epistemológicas o bases filosóficas o bases antropológicas. ....	39
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>40</b>
3.1 Ámbito.....	40
3.2 Población.....	40
3.3 Muestra.....	40
3.4 Nivel y tipo de estudio .....	41
3.5 Diseño de investigación .....	41
3.6 Métodos, técnicas e instrumentos.....	42
3.7 Validación y confiabilidad del instrumento .....	44
3.8 Procedimiento.....	45
3.9 Tabulación y análisis de datos.....	54
3.10 consideraciones éticas.....	80
<b>CAPITULO IV. RESULTADO .....</b>	<b>81</b>
<b>CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>143</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>173</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>176</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>177</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>178</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua.....	26
Tabla 2 Clasificación de los agregados según su masa unitaria.....	30
Tabla 3 Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas.....	31
Tabla 4 Clasificación de las partículas del agregado según su forma.....	32
Tabla 5 Clasificación de las partículas del agregado según su textura.....	32
Tabla 6 Tamices más empleados en un análisis granulométrico.....	33
Tabla 7 Análisis granulométrico del agregado fino.....	34
Tabla 8 Requisitos granulométricos de los agregados gruesos.....	34
Tabla 9 La Resistencia mecánica de los agregados gruesos.....	35
Tabla 10 Pérdida por ataque de sulfatos.....	35
Tabla 11 Análisis granulométrico.....	35
Tabla 12 Clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del módulo de finura.....	36
Tabla 13 Clasificación de los agregados según su masa unitaria.....	38
Tabla 14 Número de capas requeridas en la elaboración de las vigas.....	43
Tabla 15 Periodo de análisis.....	51
Tabla 16 Índice de serviciabilidad final.....	53
Tabla 17 Composición general de los neumáticos.....	55
Tabla 18 Composición química de los neumáticos.....	56
Tabla 19 Principales propiedades de los componentes del neumático.....	58
Tabla 20 Determinación de la muestra.....	66
Tabla 21 Método de recolección de datos.....	67
Tabla 22 Número de capas requeridas por espécimen.....	75
Tabla 23 Análisis granulométrico del agregado Fino.....	70
Tabla 24 Análisis granulométrico del Agregado Grueso 1/2".....	80
Tabla 25 Análisis granulométrico del Agregado Grueso 3/4".....	82
Tabla 26 Contenido de humedad para el Agregado Fino (arena gruesa).....	84
Tabla 27 Contenido de humedad para el Agregado Grueso (Piedra chancada de 1/2" y de 3/4").....	85
Tabla 28 Peso Unitario del Agregado Fino.....	85

Tabla 29 Peso Unitario del Agregado Grueso de 1/2".....	85
Tabla 30 Peso Unitario del Agregado Grueso de 3/4".....	86
Tabla 31 Ensayo de Peso específico y Absorción de Agregado fino (arena gruesa).....	87
Tabla 32 Ensayo de Peso específico y Absorción de Agregado Grueso ( Piedra Chancada de 1/2").....	88
Tabla 33 Ensayo de Peso específico y Absorción de Agregado Grueso ( Piedra Chancada de 3/4").....	89
Tabla 34 Características físicas de los agregados.....	90
Tabla 35 Resistencia promedio requerida a la compresion (Mpa), ACI 318.05.....	92
Tabla 36 Selección de V. Unit de agua para agregado de 1/2".....	93
Tabla 37 Selección de V. Unit de agua para agregado de 3/4".....	93
Tabla 38 Contenido de aire atrapado (Rivva López, 1992).....	94
Tabla 39 Relación agua/cemento.....	94
Tabla 40 Factor Cemento (Kg) y Cantidad de bolsas (Bls).....	95
Tabla 41 Volumen absoluto de la pasta de 1/2".....	96
Tabla 42 Volumen absoluto de la pasta de 3/4".....	96
Tabla 43 Volumen absoluto de los agregados 1/2" y 3/4".....	96
Tabla 44 Volumen absoluto de los agregados 1/2" y 3/4".....	97
Tabla 45 Porcentaje de Intervención de agregado grueso de 1/2" y agregado fino.....	98
Tabla 46 Porcentaje de Intervención de agregado grueso de 3/4" y agregado fino.....	98
Tabla 47 Volumen absoluto de los agregados 1/2".....	98
Tabla 48 Volumen absoluto de los agregados 3/4".....	98
Tabla 49 Peso seco del agregado de 1/2".....	99
Tabla 50 Peso seco del agregado de 3/4".....	99
Tabla 51 Cantidades preliminar para agregado de 1/2".....	99
Tabla 52 Desagregado de los agregados finos y grueso de 1/2".....	100
Tabla 53 Desagregado de los agregados finos y grueso de 3/4".....	100
Tabla 54 Aporte de agua 1/2".....	100
Tabla 55 Aporte de agua 3/4".....	101
Tabla 56 Aporte de agua real 1/2".....	101
Tabla 57 Aporte de agua real 3/4".....	101

Tabla 58 Proporciones finales en kg. y Lt 1/2"	102
Tabla 59 Proporciones finales en kg. y Lt 3/4"	102
Tabla 60 Volumen de concreto para una vigueta para agregado de 3/4"	103
Tabla 61 Volumen de concreto para una probeta cilíndrica para agregado de 1/2"	104
Tabla 62 Volumen de concreto para una probeta cilíndrica para agregado de 3/4"	104
Tabla 63 Dosificación final para las muestras prismáticas y cilíndricas	105
Tabla 64 Asentamiento del concreto Fibras de caucho (TAMAÑO I)	107
Tabla 65 Asentamiento del concreto Fibras de caucho (TAMAÑO II)	108
Tabla 66 Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (I + piedra 1/2") a los 07 días	110
Tabla 67 Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (I + piedra 1/2") a los 14 días	111
Tabla 68 Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (I + piedra 1/2") a los 28 días	111
Tabla 69 Resumen de las resistencias a flexión de TAMAÑO (I + Piedra 1/2")	112
Tabla 70 Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a los 7 día	113
Tabla 71 Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a los 14 días	113
Tabla 72 Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a los 28 días	114
Tabla 73 Resumen de las resistencias a flexión de TAMAÑO (II + Piedra 1/2")	114
Tabla 74 Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a los 7 días	116
Tabla 75 Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a los 14 días	116
Tabla 76 Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a los 28 días	117
Tabla 77 Resumen de las resistencias a flexión de TAMAÑO (I + Piedra 3/4")	117
Tabla 78 Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a los 7 días	119
Tabla 79 Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a los 14 días	119
Tabla 80 Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a los 28 días	120



Tabla 81 Resumen de las resistencias a flexión de TAMAÑO (II + Piedra 3/4").....	120
Tabla 82 Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (I+ piedra 1/2") a los 7 días.....	122
Tabla 83 Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (I+ piedra 1/2") a los 14 días.....	122
Tabla 84 Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (I+ piedra 1/2") a los 28 días.....	123
Tabla 85 Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN de TAMAÑO (I + Piedra 1/2").....	123
Tabla 86 Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a los 7 días.....	125
Tabla 87 Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a los 14 días.....	125
Tabla 88 Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a los 28 días.....	126
Tabla 89 Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN de TAMAÑO (II + Piedra 1/2").....	126
Tabla 90 Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a los 7 días.....	128
Tabla 91 Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a los 14 días.....	128
Tabla 92 Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a los 28 días.....	129
Tabla 93 Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN de TAMAÑO (I + Piedra 3/4").....	129
Tabla 94 Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a los 7 días.....	131
Tabla 95 Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a los 14 días.....	131
Tabla 96 Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a los 28 días.....	132
Tabla 97 Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN de TAMAÑO (II + Piedra 3/4").....	132
Tabla 98 Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 3/4")a los 28 días.....	140
Tabla 99 Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(II, 3/4")a los 28 días.....	140

Tabla 100 Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 0% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 1/2")a los 28 días.....	142
Tabla 101 Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 1/2")a los 28 días.....	143
Tabla 102 Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 0% F. CAUCHO TAMAÑO(II, 1/2")a los 28 días.....	145
Tabla 103 Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 1/2")a los 28 días.....	145
Tabla 104 Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 0% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 3/4")a los 28 días.....	148
Tabla 105 Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 3/4")a los 28 días.....	148
Tabla 106 Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 0% F. CAUCHO TAMAÑO(II, 3/4")a los 28 días.....	150
Tabla 107 Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(II, 3/4")a los 28 días.....	151
Tabla 108 Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN con 0% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 1/2")a los 28 días.....	159
Tabla 109 Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 1/2")a los 28 días.....	160
Tabla 110 Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN con 0% F. CAUCHO TAMAÑO(II, 1/2")a los 28 días.....	162
Tabla 111 Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(II, 1/2")a los 28 días.....	162
Tabla 112 Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN con 0% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 3/4")a los 28 días.....	164
Tabla 113 Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 3/4")a los 28 días.....	165
Tabla 114 Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN con 0% F. CAUCHO TAMAÑO(II, 3/4")a los 28 días.....	167
Tabla 115 Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(II, 3/4")a los 28 días.....	167

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Procedimiento para medir el asentamiento.....	28
Figura 2 Tamices para ensayo de granulometría.....	33
Figura 3 Curva granulométrica.....	36

Figura 4 Condiciones de humedad de los agregados.....	39
Figura 5 Ensayo de Resistencia a la flexión.....	44
Figura 6 Máquina de ensayo para resistencia a compresión.....	46
Figura 7 Medición del diámetro del espécimen.....	46
Figura 8 Chequeo de la perpendicularidad.....	47
Figura 9 Chequeo de la planeidad.....	47
Figura 10 Chequeo de la planeidad.....	48
Figura 11 Chequeo de la planeidad.....	48
Figura 12 Neumáticos desechados en Av. Pillco Marca, distrito de Pillco Marca.....	54
Figura 13 Neumáticos desechados en el Jr. 05 de mayo, distrito de Pillco Marca.....	54
Figura 14 Gran cantidad de llantas en desuso en cayhuayna, Pillco Marca.....	54
Figura 15 Proceso de emulsión en frío del caucho sintético.....	57
Figura 16 Proceso de trituración de caucho natural.....	58
Figura 17 Diagrama de flujo de trituración criogénica.....	59
Figura 18 Máquina de reciclaje automático de neumáticos.....	60
Figura 19 Trituración y cortado de llantas mediante cutter.....	60
Figura 20 Producto final del triturado manual de las llantas.....	61
Figura 21 Tratamiento neumáticos usados.....	62
Figura 22 Agregado Fino y Grueso en Cantera Andabamba- Huánuco.....	70
Figura 23 Cantidades de agregado fino (arena gruesa) en el laboratorio.....	70
Figura 24 Cantidades de agregado grueso en el laboratorio.....	71
Figura 25 Agua potable de Huánuco para ensayos de laboratorio.....	71
Figura 26 Adquisición del cemento Andino Tipo I.....	72
Figura 27 Fibras de caucho reciclado.....	72
Figura 28 Moldes para probetas cilíndricas.....	73
Figura 29 Moldes para vigas prismáticas.....	73
Figura 30 Prueba de asentamiento en el concreto en estado fresco.....	74
Figura 31 Batéa y pala para mezcla del concreto.....	74
Figura 32 Consolidación por varillado.....	76
Figura 33 Probetas cilíndricas para ensayo a compresión.....	77

Figura 34 Vigas prismáticas para ensayo a flexión.....	77
Figura 35 Ensayo a compresión en laboratorio.....	78
Figura 36 Ensayo a flexión en laboratorio.....	79

### ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Curva Granulométrica del Agregado Fino.....	80
Gráfico 2 Curva Granulométrica del Agregado Grueso 1/2".....	81
Gráfico 3 Curva Granulométrica del Agregado Grueso 3/4".....	83
Gráfico 4 Curva de asentamiento para agregado de TAMAÑO I, 1/2".....	107
Gráfico 5 Curva de asentamiento para agregado de TAMAÑO I, 3/4".....	108
Gráfico 6 Curva de asentamiento para agregado de TAMAÑO II, 1/2".....	109
Gráfico 7 Curva de asentamiento para agregado de TAMAÑO II, 3/4".....	109
Gráfico 8 Evolución de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ piedra 1/2").....	112
Gráfico 9 Evolución de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ piedra 1/2").....	115
Gráfico 10 Evolución de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ Piedra 3/4").....	118
Gráfico 11 Evolución de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ Piedra 3/4").....	121
Gráfico 12 Evolución de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ Piedra 1/2").....	124
Gráfico 13 Evolución de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ Piedra 1/2").....	127
Gráfico 14 Evolución de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ Piedra 3/4").....	130
Gráfico 15 Evolución de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ Piedra 3/4").....	133
Gráfico 16 Asentamiento del concreto Fibras de caucho (TAMAÑO I), para piedra chancada 1/2".....	170
Gráfico 17 Asentamiento del concreto Fibras de caucho (TAMAÑO I), para piedra chancada 3/4".....	171
Gráfico 18 Asentamiento del concreto Fibras de caucho (TAMAÑO II), para piedra chancada 1/2".....	172

Gráfico 19 Asentamiento del concreto Fibras de caucho (TAMAÑO II), para piedra chancada 3/4" .....	173
Gráfico 20 Efecto progresivo del 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 1/2") en la resistencia a flexión.....	175
Gráfico 21 Efecto progresivo del 9% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 1/2") en la resistencia a flexión.....	176
Gráfico 22 Efecto progresivo del 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 1/2") en la resistencia a flexión.....	177
Gráfico 23 Efecto progresivo del 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 1/2") en la resistencia a flexión.....	178
Gráfico 24 Efecto progresivo del 9% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 1/2") en la resistencia a flexión.....	179
Gráfico 25 Efecto progresivo del 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 1/2") en la resistencia a flexión.....	180
Gráfico 26 Efecto progresivo del 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 3/4") en la resistencia a flexión.....	181
Gráfico 27 Efecto progresivo del 9% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 3/4") en la resistencia a flexión.....	182
Gráfico 28 Efecto progresivo del 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 3/4") en la resistencia a flexión.....	183
Gráfico 29 Efecto progresivo del 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 3/4") en la resistencia a flexión.....	184
Gráfico 30 Efecto progresivo del 9% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 3/4") en la resistencia a flexión.....	185
Gráfico 31 Efecto progresivo del 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 3/4") en la resistencia a flexión.....	186
Gráfico 32 Efecto progresivo del 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 1/2") en la resistencia a compresión.....	187
Gráfico 33 Efecto progresivo del 9% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 1/2") en la resistencia a compresión.....	188
Gráfico 34 Efecto progresivo del 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 1/2") en la resistencia a compresión.....	189
Gráfico 35 Efecto progresivo del 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 1/2") en la resistencia a compresión.....	190
Gráfico 36 Efecto progresivo del 9% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 1/2") en la resistencia a compresión.....	191

Gráfico 37 Efecto progresivo del 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 1/2") en la resistencia a compresión.....	192
Gráfico 38 Efecto progresivo del 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 3/4") en la resistencia a compresión.....	193
Gráfico 39 Efecto progresivo del 9% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 3/4") en la resistencia a compresión.....	194
Gráfico 40 Efecto progresivo del 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 3/4") en la resistencia a compresión.....	195
Gráfico 41 Efecto progresivo del 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 3/4") en la resistencia a compresión.....	196
Gráfico 42 Efecto progresivo del 9% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 3/4") en la resistencia a compresión.....	197
Gráfico 43 Efecto progresivo del 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 3/4") en la resistencia a compresión.....	198

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, a nivel nacional y regional, bien se sabe que existen muchas deficiencias en cuanto a las pavimentaciones rígidas, específicamente en sus propiedades mecánicas, déficit de sus resistencias a flexión y a compresión del concreto, fisuraciones, contracciones, etc.

Esto muchas veces se debe a múltiples causantes, por ejemplo, la acción abrasiva del tráfico, controles de calidad muy pobres, dosificaciones inadecuadas, deficiencias durante la ejecución, etc.

Por ello en la presente investigación se atacará una de las problemáticas más comunes de los pavimentos rígidos, el cual es la baja o poca resistencia a la flexión y compresión del concreto, de una manera novedosa y amigable con el medio ambiente, ya que se incentivará a la reutilización de un material inorgánico que muchas veces desechamos a la interperie, sin saber sus aportes que podría dar hacia el concreto. Este material es el caucho de las llantas en desuso.

Para la presente investigación le daremos uso en forma de fibras o hileras delgadas, adicionando éstas al concreto convencional, con la finalidad de averiguar cómo influye en sus propiedades mecánicas del concreto, es decir en la resistencia a flexión y a compresión del concreto, para ello se propuso agregar distintos porcentajes de las fibras de caucho reciclado (4.5%, 9%, 13.5%) con respecto a los volúmenes de los especímenes que se van a requerir para el ensayo a flexión y a compresión del concreto.

Entonces para ello se siguió los siguientes capítulos que consta la investigación:

Capítulo I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, en el cual se describe su fundamentación, los planteamientos de los problemas y objetivos, asimismo las limitaciones, las justificaciones, etc.

Capítulo II: Es el MARCO TEÓRICO, en el cual se fundamenta el estudio y el método de progreso de la investigación a través de la teoría.

Capítulo III: LA METODOLOGÍA, sección en la cual se explicará cómo se llevará a cabo la investigación, se detalla que tipo de estudio se realizará.

Capítulo IV: RESULTADOS, capítulo en el cual mostraremos cuáles fueron los valores de las resistencias mecánicas del concreto (flexión y compresión), para posteriormente analizar los porcentajes de aumento.

Capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES, en esta parte final de la investigación se darán respuesta a las hipótesis y objetivos de la investigación.

## **CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Fundamentación del problema de investigación**

El uso de productos reciclados en la producción de nuevos materiales de construcción, hoy en día ya es una necesidad y casi que una obligación (Alcaldía de Bogotá, 1997), además a manera de conciencia de las distintas problemáticas que surgen a raíz de la contaminación ambiental, el aumento poblacional, la generación de residuos, el consumo excesivo, etc. en el Perú y en el mundo, me conlleva a la necesidad de buscar nuevas alternativas para mitigar la contaminación ambiental y a su vez aportar en el campo de la ingeniería civil, por ende siendo conscientes de todo esto me nace la idea de poder reutilizar productos que alguna vez fueron desechados, como es el caso del caucho de las llantas recicladas de nuestra ciudad (transformado a fibras), añadiendo éstas a la mezcla de concreto tradicional para los pavimentos rígidos.

Si bien es cierto en los últimos años en las cuales se ejecutaron distintas obras de pavimentaciones rígidas en Pillco Marca, Huánuco, se evidenciaron fallas a temprana edad con respecto a su periodo de diseño, pues esto se debe a múltiples causantes, tales como la acción abrasiva del tráfico, controles de calidad muy pobres, dosificaciones inadecuadas, deficiencias durante la ejecución, etc.

Es por ello que me planteo el compromiso de cumplir esta investigación y su vez poder aportar a la ingeniería civil frente a las distintas problemáticas que tenemos actualmente en los pavimentos rígidos de nuestra ciudad, muchas de estas problemáticas son por ejemplo, fisuraciones por revenimiento, por contracción plástica, por la pérdida de agua superficial del concreto antes del fraguado, a su vez también con esta investigación vamos a mejorar en cuanto a deterioros y agrietamientos superficiales, a disminuir la permeabilidad, a incrementar su resistencia a la abrasión y al impacto, y siendo la más importante para aumentar su resistencia a la flexión y a la compresión ya que éstas definen la calidad del concreto, lo cual es el principal componente de los pavimentos rígidos.

### **1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos**

#### **1.2.1 Problema General**

¿De qué manera se ve influenciado la resistencia a la flexión en los pavimentos rígidos cuando añadimos fibras de caucho proveniente de llantas recicladas en Pillco Marca, Huánuco - 2023?

#### **1.2.2 Problemas específicos**

- ✓ ¿Qué tamaño de fibra de caucho aumenta más la resistencia a la flexión del concreto, en los pavimentos rígidos en Pillco Marca, Huánuco - 2023?
- ✓ ¿Qué cantidad aumenta en la resistencia a la flexión del concreto cuando se adiciona 4?5% de fibras de caucho reciclado en los pavimentos rígidos en Pillco Marca, Huánuco - 2023?
- ✓ ¿Cuál es el impacto en la resistencia a la compresión del concreto, cuando se adiciona fibras de caucho reciclado, en Pillco Marca, Huánuco - 2023?



### 1.3 Formulación de objetivos generales y específicos

#### 1.3.1 Objetivo general

Determinar la resistencia a la flexión en los pavimentos rígidos cuando añadimos fibras de caucho proveniente de llantas recicladas en Pillco Marca, Huánuco - 2023.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar la resistencia a la flexión del concreto para dos Tamaños de fibra de caucho reciclado, en los pavimentos rígidos en Pillco Marca, Huánuco – 2023.
- ✓ Determinar la resistencia a la flexión del concreto cuando se adiciona 4.5% de fibras de caucho reciclado, en los pavimentos rígidos en Pillco Marca, Huánuco – 2023.
- ✓ Determinar que las fibras de caucho reciclado mejoran la resistencia a la compresión del concreto, en Pillco Marca, Huánuco – 2023.

### 1.4 Justificación

La investigación se justifica **técnicamente** ya que generalmente se suele emplear un diseño de mezclas convencional para el concreto en la cual se considera agua, cemento, agregado fino (arena gruesa), agregado grueso (gravas o piedra chancada), sin embargo, reiteradas veces se evidencia que las obras de pavimentación rígida realizadas en el distrito de Pillco Marca, fallan o presentan deficiencias a temprana edad, esto debido a múltiples causantes ya mencionados anteriormente. Es ahí el motivo en el cual yo propongo desarrollar mi investigación y aplicar para las pavimentaciones rígidas de nuestra ciudad o nivel nacional, lo cual consta de adicionar fibras de caucho provenientes de llantas recicladas al concreto, esto para mejorar su resistencia a la flexión del concreto, es decir, mejorar el módulo de rotura, además al emplearlo en los pavimentos rígidos se logrará una disminución en las fisuraciones causadas por el revenimiento, la contracción plástica y la pérdida de agua superficial del concreto antes del fraguado, también se espera que el uso de éstas fibras de caucho ayude en cuanto a deterioros y agrietamientos superficiales de los pavimentos rígidos.

Además, **económicamente** se justifica porque tendremos un concreto adicionado que resultó de un diseño de mezclas convencional sumado a eso el reciclaje o la reutilización de las llantas usadas que se encuentran en nuestro distrito de Pillco Marca, constatándose de esa manera una investigación económica- asequible.

**Socialmente** se justifica porque concientiza a las personas a promover el reciclaje, crear una conciencia ecológica en estas, ayuda a desarrollar pensamientos eco amigables para crear nuevos productos como es el caso de esta investigación de crear un concreto adicionado con las fibras de caucho reciclado para aportar un mejoramiento en los pavimentos rígidos del distrito de Pillco Marca.

Finalmente, la investigación se justifica **ambientalmente** porque el hecho de volver a utilizar productos inorgánicos en el concreto convencional, como es el caso de las fibras de caucho reciclado de llantas del distrito, ayuda a preservar nuestro medio ambiente, nuestro ecosistema, ya que se sabe que estas materias inorgánicas tardan aproximadamente 1000 años en degradarse.

## 1.5 Limitaciones

Las principales limitantes en la investigación será una de ellas que al no contar con Botaderos específicos de llantas desechadas en la ciudad, se me obligará a buscar y reciclar estas llantas por el distrito de Pillco Marca, ya que tenemos que cumplir con la finalización de la investigación, entonces de esa manera se resolverá una de las limitantes, la otra limitante es que en el distrito de Pillco Marca no se cuenta con plantas trituradoras de llantas, es por eso que para la fabricación de las fibras de caucho de estas llantas recicladas se realizará manualmente empleando herramientas caseras de corte tales como cutter, cuchillos, serruchos, amoladoras, etc. Para llegar a cumplir la investigación.

## 1.6 Formulación de hipótesis generales y específicas

### 1.6.1 Hipótesis General

Las fibras de caucho proveniente de llantas recicladas contribuyen una mejor resistencia a la flexión en los pavimentos rígidos en Pillco Marca, Huánuco - 2023.

### 1.6.2 Hipótesis Específicas

- ✓ El Tamaño II de fibra de caucho reciclado aumenta más que el Tamaño I de fibra de caucho reciclado en la resistencia a la flexión del concreto, en los pavimentos rígidos en Pillco Marca, Huánuco – 2023.
- ✓ La resistencia a la flexión del concreto aumenta en más del 10% cuando se adiciona 4.5% de fibras de caucho reciclado, en los pavimentos rígidos en Pillco Marca, Huánuco – 2023.
- ✓ La resistencia a la compresión del concreto aumenta al adicionar fibras de caucho reciclado al concreto en Pillco Marca, Huánuco – 2023.

## 1.7 Variables

### 1.7.1 Variable Independiente

- ✓ *Fibras de caucho.*

### 1.7.2 Variable Dependiente

- ✓ *Resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos.*

## 1.8 Definición teórica y operacionalización de variables

VARIABLES	DIFINICION CONCEPTUAL	DIFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	UNIDAD DE MEDIDA	TIPO DE VARIABLE	NIVEL DE MEDICION	INSTRUMENTO
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  Fibras de caucho	Son fragmentos de llantas que ya fueron desechadas y obtenidas mediante un proceso de trituración mecánica o manual, estas tienen un buen comportamiento al ser dosificadas con una <b>cantidad</b> optima en la elaboración del concreto, que también depende del <b>tamaño de fibra de caucho</b> que se va a considerar.	Para las fibras de caucho reciclado se propondrán dos tamaños, TAMAÑO I (1x2cm) y TAMAÑO II (1x4cm), además se agregarán al concreto con diferentes % del volumen del espécimen, se usarán más de un diseño de mezclas para cada tamaño de agregado y se seguirán los procedimientos según el ACI 211.1	Tamaño de fibra de caucho    Cantidad	TAMAÑO I TAMAÑO II   % VOLUMEN DEL ESPECIMEN	CUALITATIVA NOMINAL	NOMINAL	Regla, balanza Tamices ACI 211.1
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  Resistencia a la flexión del concreto para pavimentos Rígidos	Llamado también módulo de rotura, es la medida del esfuerzo en la fibra extrema que se desarrolla al someter una viga a la flexión, se sabe que su valor es cerca del 10% al 15% de la <b>resistencia a la compresión del concreto f'c</b>	para determinar dicha resistencia a la flexión del concreto, primeramente realizaremos ensayos en los agregados Finos y Gruesos, así como el análisis granulométrico, Peso unitario suelto y compactado, contenido de humedad, peso específico y absorción de agregados. Luego pasaremos a desarrollar el diseño de mezclas para elaborar y curar los especímenes de concreto en el laboratorio tanto testigos cilíndricos como prismáticos, luego se hizo el ensayo de asentamiento, Finalmente los ensayos de laboratorio en el concreto endurecido específicamente los ensayos de la resistencia a compresión y a flexión, este último lo haremos según el ASTM C78 y también según NTP 339.078 estos ensayos básicamente consisten en aplicar cargas verticales en los tercios de la luz de las vigas, verificaremos que la falla ocurra en el tercio central para validar los resultados y calcular el módulo de rotura (resistencia a la flexión).	Resistencia a la compresión del concreto f'c	Kg/cm <sup>2</sup>	CUANTITATIVA DISCRETA	INTERVALO	NTP 400.012 / MTC E204 / ASTM C-136 NTP 400.017 / MTC E203 / ASTM C-29 NTP 339.185 / MTC E108 / ASTM D-2216 NTP 400.022 / MTC E205 / ASTM C128 NTP 400.021 / MTC E206 / ASTM C127 NTP 339.183 / ASTM C192 NTP 339.035 / ASTM C-143 NTP 339.034 / ASTM C39 NTP 339.078 / ASTM C78

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 A nivel Internacional

Silvestre (2019) en su tesis; “Análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales”, considera como objetivo general determinar el comportamiento de la mezcla de concreto al adicionarle caucho triturado de llantas recicladas en porcentajes diferentes, con la finalidad de aplicarla en la reducción de las cargas muertas en estructuras y para la obtención de la disminución en los requerimientos estructurales y en los costos.

Tapias & Ramírez (2018) en su tesis; “Evaluación del comportamiento mecánico de un concreto no convencional adicionando caucho reciclado”, indica como objetivo general buscar la aplicación de nuevos conocimientos en la preparación de concretos tradicionales y mediante la experimentación estudiar el comportamiento del concreto al reemplazar un porcentaje del agregado fino por el caucho.

Real Pla (2017) en su tesis; “Deterioros en pavimentos rígidos, soluciones y aplicación de un plan estratégico de conservación de la red vial en un sector de calle sacié”, para optar por el título de Ingeniero constructor, indico como objetivo general aplicar criterios de conservación para que el tiempo de vida de los pavimentos rígidos sean más duraderos.

Almeida (2011) en su tesis; “Utilización de Fibras de Caucho de Neumáticos Reciclados en la Elaboración de Bloques de Mampostería para Mitigar el Impacto Ambiental en el Cantón Ambato”, tiene como objetivo general estudiar la utilización de fibras de caucho de neumáticos desechados en la elaboración de bloques de mampostería como alternativa de mitigación al impacto ambiental en el cantón Ambato.

#### 2.1.2 A nivel Nacional

Chavarri & Falen (2020) en su tesis; “Propuesta de concreto eco-sostenible con la adición de caucho reciclado para la construcción de pavimentos urbanos en la ciudad de Lima”, su objetivo general es proporcionar hormigón ambientalmente sostenible y reutilizar el caucho de los neumáticos para reducir la contaminación y mejorar la conservación de los pavimentos rígidos.

Quispe (2019) en su tesis; “Incorporación de Fibras de Caucho Neumático Reciclado Influyen en el Comportamiento Del Concreto Estructural en la Ciudad de Abancay, 2018”, tiene como objetivo general determinar la influencia de la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado en el comportamiento del concreto estructural, para la utilización en las obras de ingeniería en la ciudad de Abancay, 2018.

Condorchoa (2019) en su tesis; “Factor clima y su relación con el deterioro de pavimentos rígidos en Ica año 2019”, tiene como objetivo general aplicar el método de PCI para evaluar los pavimentos rígidos, con el propósito de precisar la relación factor - clima con el desgaste.

### **2.1.3 A nivel Local**

Chinchano (2020) en su tesis; “Estudio Experimental de la Resistencia Mecánica a la Comprensión del Concreto Adicionado con Residuos de Llantas De Caucho, Huánuco 2019”, expresa como objetivo general determinar en qué medida influye los residuos de llanta de caucho en la resistencia de compresión del concreto 210 kg/cm.

Flores (2020) en su tesis; “Determinar la resistencia a la flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de plástico pet reciclado en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huánuco - 2019”, su objetivo general es determinar la resistencia a la flexión del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  reforzado con fibra de plástico PET reciclado para pavimentos rígidos en la ciudad de Huanuco-2020.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 EL CONCRETO**

El concreto es una combinación de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua que se mezclan en proporciones adecuadas para lograr ciertas propiedades, especialmente la resistencia, Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto. Abanto (2017, pág. 11)

CONCRETO = CEMENTO PORTLAND +AGREGADOS+ AIRE+ AGUA

#### **2.2.1.1 COMPONENTES DEL CONCRETO**

**Cemento portland:** El cemento es una mezcla de clinker Portland, sulfato de calcio y otros productos adicionales que se pulverizan conjuntamente. La inclusión de otros productos está permitida siempre y cuando no afecte las propiedades del cemento resultante. Gerardo y Rivera (2015, pág. 18)

**Agua:** El agua es un componente esencial en la elaboración del concreto, ya que está relacionado con la resistencia, la trabajabilidad y las propiedades del concreto endurecido

Abanto (2017, pág. 18), asimismo el agua para la elaboración de este concreto debe cumplir ciertos requisitos las cuales son las siguientes:

- ✓ El agua que se utilice para hacer el concreto debe estar limpia y no contener sustancias que puedan dañar el concreto o el acero, como aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico, entre otras
- ✓ En caso de que existan dudas sobre la calidad del agua que se utilizará para hacer la mezcla de concreto, se recomienda realizar un análisis químico para comparar los resultados con los valores máximos permitidos de las sustancias que se encuentran en el agua que se utilizará para hacer la mezcla de concreto. A continuación se indican los valores máximos permitidos de las sustancias en el agua que se utilizará para hacer la mezcla de concreto:

**Tabla 1**

valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Nota. Adaptado de *Tecnología del Concreto* (p. 21), por F. Abanto, 2017, San Marcos.

- ✓ Se recomienda realizar una prueba de resistencia a la compresión a los 7 y 28 días, utilizando muestras de concreto preparadas con agua destilada o potable y con el agua cuya calidad se quiere evaluar. Se consideran satisfactorias aquellas muestras que arrojen una resistencia mayor o igual al **90%** de la resistencia del concreto preparado con agua potable.

**Agregados:** Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto. Como agregados de las mezclas de mortero o concreto se pueden considerar, todos aquellos materiales que teniendo una resistencia propia suficiente (resistencia de la partícula), no perturben ni afecten desfavorablemente las propiedades y características de las mezclas y garanticen una adherencia suficiente con la pasta endurecida del cemento Portland. En general, la mayoría son materiales inertes, es decir, que no desarrollan ningún tipo de reacciones con los demás componentes de las mezclas, especialmente con el cemento; sin embargo, existen algunos agregados cuya fracción más fina presenta actividad en virtud de sus propiedades hidráulicas colaborando con el desarrollo de la resistencia mecánica, tales como: las escorias de alto horno de las siderúrgicas, los materiales de origen volcánico en donde hay sílice activa, entre otros. Gerardo y Rivera (2015, pág. 41)

### 2.2.1.2 COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO

#### A. Trabajabilidad del concreto.

Es la capacidad que tiene el “concreto fresco para ser mezclado, transportado, instalado, compactado y acabado sin segregación alguna” Abanto (2017)

Factores que inciden en la trabajabilidad del concreto:

- ✓ Contenido de agua en la mezcla
- ✓ Proporciones de los agregados
- ✓ Cantidad de cemento

- ✓ Aditivos
- ✓ Forma y Tamaño de los encofrados y del método de compactación.

Indicador de trabajabilidad: Para cuantificar esta propiedad, no hay una prueba específica disponible. En su lugar, se determina su valor mediante la prueba de consistencia del concreto. Abanto (2017)

### B. Consistencia del concreto.

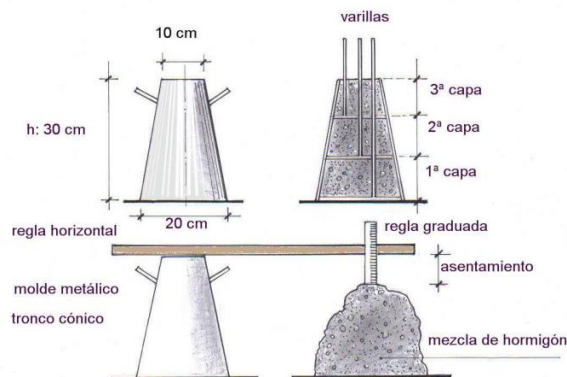
“Está definido por el grado de humedad de la mezcla, se verifica el agua usada en la mezcla del concreto” Abanto (2017)

Prueba de consistencia del concreto

Método de ensayo de revenimiento o Slump Test, NTP 339.035. Es utilizado para determinar el comportamiento del concreto fresco. Este ensayo, desarrollada por Duft Abrams, fue adoptada en 1921 por el ASTM y revisada finalmente en 1978. Realizado los procedimientos, se mide el asentamiento del concreto fresco, se determina la diferencia de altura entre el molde y la altura superior del espécimen. (NTP 339.035, 2009).

### Figura 1

*Procedimiento para medir el asentamiento*



*Nota.* Adaptado de "DETERMINACIÓN DE LA MANEJABILIDAD DE MEZCLAS DE CONCRETO DE BAJO ASENTAMIENTO UTILIZANDO EL MÉTODO DE ENSAYO DEL CONSISTÓMETRO VEBE" (p. 9), por M. J. Ramírez, 2017.

## CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS

### CLASIFICACIÓN SEGÚN SU PROCEDENCIA

#### Agregados naturales.

Los agregados son materiales extraídos de fuentes naturales, como depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o glaciares (cantos rodados), así como de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Estos materiales pueden usarse tal como se encuentran o variando la distribución de tamaños de sus partículas, si es necesario. Todas las partículas que componen los agregados tienen su origen en una masa mayor que se ha fragmentado

por procesos naturales como intemperismo y abrasión, o mediante trituración mecánica realizada por el hombre. Por lo tanto, gran parte de las características de los agregados están determinadas por la roca madre que les dio origen. Gerardo y Rivera (2015, pág. 42)

### **Agregados artificiales:**

Los agregados artificiales se producen a partir de productos y procesos industriales, como arcillas expandidas, escorias de alto horno, clinker, limaduras de hierro y otros. Estos materiales suelen tener una densidad mayor o menor que los agregados comunes

Para la investigación se utilizarán agregados artificiales extraídos de la cantera Andabamba- Huánuco.

### **CLASIFICACIÓN SEGÚN SU DENSIDAD**

La densidad del concreto que se desea producir depende de la cantidad de masa por unidad de volumen y del volumen de los poros, ya sean agregados naturales o artificiales. Es importante distinguir entre estos dos factores ya que afectan la densidad del concreto, que puede ser ligero, normal o pesado, como lo indica la Tabla 2. Gerardo y Rivera (2015, pág. 52)

**Tabla 2**

*Clasificación de los agregados según su masa unitaria*

TIPO DE CONCRETO	MASA UNITARIA APROX. DEL CCTO. kg/m <sup>3</sup>	MASA UNITARIA DEL AGREGADO kg/m <sup>3</sup>	EJEMPLO DE UTILIZACIÓN	EJEMPLO DE AGREGADO
Ultraligero	500 – 800		Concreto para aislamiento.	Piedra pómez Ag. Ultraligero.
Ligero	950 – 1350 1450 – 1950	480 – 1040	Rellenos y mampostería no estruct. Ccto. Estructural	Perlita Ag. Ultraligero.
Normal	2250 – 2450	1300 – 1600	Ccto. Estruct. Y no estruct.	Agregado de río o triturado.
Pesado	3000 – 5600	3400 – 7500	Ccto. Para proteger de radiación gamma ó X, y contrapesos	Hematita, barita, coridón, magnetita.

*Nota.* Adaptado de *Instructivo de la Producción, Colocación y Manejo del Concreto elaborado en Obra* (p. 19), por P. Castillo, 2018.

### **CLASIFICACIÓN SEGÚN SU TAMAÑO.**

Los agregados se clasifican comúnmente según su tamaño, que puede variar desde fracciones de milímetros hasta varios centímetros de sección. Esta distribución de tamaños de partículas se conoce como granulometría.

El agregado fino se refiere a la fracción de suelos gruesos que contiene partículas con un tamaño inferior a 4,76 mm (tamiz No. 4) y no menor de 0,074 mm o 74µm (tamiz No. 200).



Por otro lado, el agregado grueso se refiere a la fracción de suelos gruesos que contiene partículas con un tamaño superior a 4,76 mm (tamiz No. 4).

**Tabla 3**

*Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas*

TAMAÑO EN mm.	DENOMINACIÓN MÁS COMÚN	CLASIFICACIÓN	USO COMO AGREGADO DE MEZCLAS
< 0,002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
0,002 – 0,074	Limo	Fracción fina	No recomendable
0,074 – 4,76 #200 - #4	Arena	Agregado fino	Material apto para mortero o concreto
4,76 – 19,1 #4 – 3/4"	Gravilla	Agregado grueso	Material apto para concreto
19,1 – 50,8 3/4" – 2"	Grava		Material apto para concreto
50,8 – 152,4 2" – 6"	Piedra		
> 152,4 6"	Rajón, Piedra bola		Concreto ciclópeo

*Nota.* Adaptado de *Caracterización física – mecánica de concreto adicionando aserrín de madera y ceniza de cascarilla de arroz en la ciudad de san Ignacio – Cajamarca*, (p. 7), por J. Pintado, J. Siesquen, 2021.

Para nuestra investigación el agregado fino se llamará arena y los agregados gruesos de 1/2" y 3/4" le denominaremos grava, según la denominación común.

#### **CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FORMA Y TEXTURA SUPERFICIAL.**

Las partículas que son largas o planas pueden afectar negativamente la facilidad de manejo, la fortaleza y la longevidad de las mezclas, debido a su tendencia a alinearse en una dirección específica. Además, la formación de espacios de aire y la acumulación de agua debajo de estas partículas pueden deteriorar las características de la mezcla una vez que se ha endurecido. Gerardo y Rivera (2015, pág. 52)

**Tabla 4**

*Clasificación de las partículas del agregado según su forma*

FORMA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
Redondeadas	Totalmente desgastada por el agua o completamente limada por frotamiento.	Grava de río o playa, arena del desierto, playa.
Irregular	Irregularidad natural, o parcialmente limitada por frotamiento y con orillas redondeadas.	Otras gravas, pedernales del suelo o de excavación.
Escamosa	Material en el cual el es pequeño en relación a las otras dos dimensiones.	Roca laminada.
Angular	Posee orillas bien definidas que se forman en la intersección de caras más o menos planas.	Rocas trituradas de todo tipo, escoria triturada.
Alongadas	Material normalmente angular en el cual la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones.	

*Nota.* Adaptado de *Concreto Simple* (p. 54), por G. Rivera, 2015.

**Tabla 5**

*Clasificación de las partículas del agregado según su textura*

TEXTURA	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLO
Vítrea	Fractura concooidal.	Pedernal negro, escoria vítrea.
Lisa	Desgastada por el agua, o liso debido a la fractura de roca laminada o de grano	Gravas, pizarras, mármol, algunas reolitas.
Granular	Fractura que muestra granos más o menos uniformemente redondeados.	Arenisca.
Áspera	Fractura áspera de roca con granos finos o medianos que contienen constituyentes cristalinos no fácilmente visibles.	Basalto, felsita, pórfido, caliza.
Cristalina	Contiene constituyentes cristalinos fácilmente visibles.	Granito, Gabro, Gneis.
Apanalada	Con poros y cavidades visibles	Pómez, escoria espumosa, arcilla expandida.

*Nota.* Adaptado de *Concreto Simple* (p. 55), por G. Rivera, 2015.

Para nuestra investigación los agregados serán de la forma angular, ya que son rocas trituradas o piedras chancadas de 1/2" y de 3/4", y según su textura serán granulares.

### **Propiedades físicas de los agregados**

#### ✓ **Granulometría**

El análisis granulométrico es un proceso que implica el uso de una serie de tamices con aberturas cuadradas para separar las partículas de un agregado. Estos tamices deben cumplir con la norma NTP 339.047. Actualmente, los tamices se designan según la abertura de la malla, medida en milímetros o micras.

Para fines prácticos, los tamices utilizados para separar los agregados en morteros o concreto se han establecido de tal manera que la abertura de cualquier tamiz es aproximadamente la mitad de la abertura del tamiz inmediatamente superior. En otras palabras, la relación entre las aberturas de los tamices adyacentes es de 1 a 2.

Para realizar un análisis granulométrico, es necesario que el tamizado se realice de acuerdo con la norma NTP 339.047, que describe el tamaño de la muestra a ensayar y el procedimiento a seguir"

### **Figura 2**

*Tamices para ensayo de granulometría*



Nota. Adaptado de *Tamices-300x271* [Fotografía], por Tania Fernández, 2021, flickr (<https://flic.kr/p/2kAGq79>). Copyright

**Tabla 6**

*Tamices más empleados en un análisis granulométrico*

DESIGNACION ICONTEC	DESIGNACION A.S.T.M.
---	6"
---	5"
---	4 ½"
* 101,6 mm	4"
* 90,5 mm	3 ½"
76,1 mm	3"
* 64,0 mm	2 ½"
* 50,8 mm	2"
38,1 mm	1 ½"
* 25,4 mm	1"
19,0 mm	¾"
* 12,7 mm	½"
9,51 mm	3/8"
4,76 mm	No. 4
2,38 mm	No. 8
1,19 mm	No. 16
595 µm	No. 30
297 µm	No. 50
149 µm	No. 100
74 µm	No. 200

\* Tamices que no cumplen la relación 1:2.

Nota. Adaptado de *Concreto Simple* (p. 57), por G. Rivera, 2015.

✓ **Agregado fino**

Es el agregado que cumple con los límites establecidos en la normativa nacional NTP 400.037 es aquel que proviene de la desintegración natural o artificial y que pasa el tamiz normalizado 9.5 mm (3/8 pulg)". Estos deben tener la gradación según la siguiente tabla:

**Tabla 7**

*Análisis granulométrico del agregado fino*

TAMIZ	AGREGADO FINO % PASA
3/8" - (9,51 mm)	100
No. 4 - (4,76 mm)	95 – 100
No. 8 - (2,38 mm)	80 – 100
No. 16 - (1,19 mm)	50 – 85
No. 30 - (595 µm)	25 – 60
No. 50 - (297 µm)	10 – 30
No. 100 - (149 µm)	2 – 10

Nota. Adaptado de *Concreto Simple* (p. 61), por G. Rivera, 2015.

✓ **Agregado grueso**

Es el agregado que cumple con los límites establecidos en la normativa nacional NTP 400.037 es aquel que retiene el tamiz normalizado de 4.75 mm (N° 4) y que proviene de la desagregación natural o artificial de las rocas . (NTP 339.047, 2006)

El agregado grueso deberá cumplir con los requisitos de la siguiente tabla según los husos especificados:

**Tabla 8**

*Requisitos granulométricos de los agregados gruesos*

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados												
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 ½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (¾ pulg)	12,5 mm (½ pulg)	9,5 mm (¾ pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)
1	90 mm a 37,5 mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
2	63 mm a 37,5 mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a No. 4)	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 ½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 ½ pulg a No. 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...
5	25,0 mm a 12,5 mm (1 pulg a ½ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...
57	25,0 mm a 4,75 mm (1 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...
6	19,0 mm a 9,5 mm (¾ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...
67	19,0 mm a 4 mm (¾ pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...
7	12,5 mm a 4,75 mm (½ pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...
8	9,5 mm a 2,36 mm (¾ pulg a No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
89	12,5 mm a 9,5 mm (½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10
9 <sup>A</sup>	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10

Nota. Adaptado de NTP 400.037,2014

**Resistencia mecánica**

Los agregados gruesos deberán de cumplir los siguientes requisitos mínimos que se detallan en la tabla a continuación, sobre su resistencia mecánica y resistencia a la desagregación por medio de ataque de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

**Tabla 9**

*La Resistencia mecánica de los agregados gruesos*

Métodos alternativos	No mayor que
Abrasión (Método los Ángeles)	50 %
Valor de impacto del agregado (VIA)	30 %

Nota. Adaptado de NTP 400.037,2014

**Tabla 10**

*Pérdida por ataque de sulfatos*

Agregado Fino		Agregado Grueso	
Si se utiliza solución de sulfato de sodio	Si se utiliza solución de sulfato de magnesio	Si se utiliza solución de sulfato de sodio	Si se utiliza solución de sulfato de magnesio
10 %	15 %	12 %	18 %

Nota. Adaptado de NTP 400.037,2014

### ✓ Curvas granulométricas

Para facilitar la comprensión e interpretación de los resultados, es común visualizar el análisis granulométrico en un gráfico conocido como curva granulométrica o línea de cribado. En el eje y va el porcentaje que pasa, en escala aritmética; y en el eje x la abertura de los tamices en escala logarítmica. Gerardo y Rivera (2015, pág. 59)

**Tabla 11**

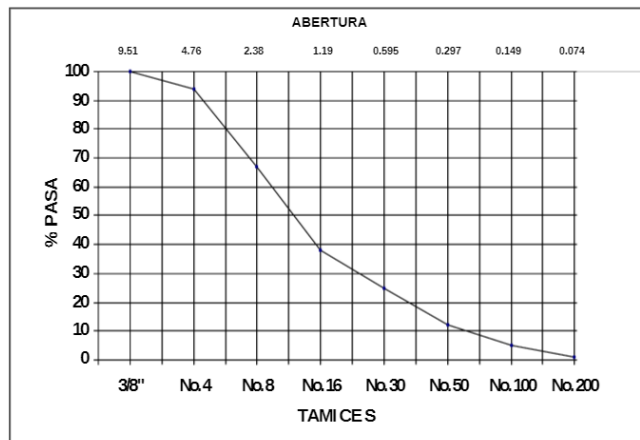
*Análisis granulométrico*

TAMIZ mm - pulg.	MASA RETENIDA g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
9,51 - 3/8"	0	0	0	100
4,76 - No. 4	127,8	6	6	94
2,38 - No. 8	575,1	27	33	67
1,19 - No. 16	617,7	29	62	38
0,595 - No. 30	277,0	13	75	25
0,297 - No. 50	276,8	13	88	12
0,149 - No. 100	149,1	7	95	5
0,074 - No. 200	85,2	4	99	1
Fondo	21,3	1	100	0
<b>TOTAL</b>	<b>2130</b>	<b>100</b>	<b>---</b>	<b>---</b>

*Nota.* Adaptado de *Concreto Simple* (p. 59), por G. Rivera, 2015.

**Figura 3**

*Curva granulométrica*



*Nota.* Adaptado de *Concreto Simple* (p. 59), por G. Rivera, 2015.

### ✓ Módulo de fineza/finura

El módulo de finura es un indicador empírico que se utiliza para determinar si un material es fino o grueso. Se calcula como la centésima parte de la suma de los porcentajes acumulados retenidos en una serie de tamices específicos: 149 $\mu$ m (No.100), 297 $\mu$ m (No.50), 595 $\mu$ m (No.30), 1,19mm (No.16), 2,38mm (No.8), 4,76mm (No.4), 9,51mm (3/8"), 19mm (3/4"), 38,1mm (1½") y los tamices subsiguientes que tienen una relación de apertura de 1 a 2.

El módulo de finura puede ser aplicado a cualquier material, pero es aconsejable calcularlo específicamente para el agregado fino. Dependiendo de su valor, este agregado puede ser clasificado de acuerdo a lo que se muestra en la Tabla 12. Gerardo y Rivera (2015, pág. 60)

**Tabla 12**

*Clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del módulo de finura*

MODULO DE FINURA	AGREGADO FINO
Menor que 2,00	Muy fino o extra fino
2,00 – 2,30	Fino
2,30 – 2,60	Ligeramente fino
2,60 – 2,90	Mediano
2,90 – 3,20	Ligeramente grueso
3,20 – 3,50	Grueso
Mayor que 3,50	Muy grueso o extra grueso

*Nota.* Adaptado de *Concreto Simple* (p. 60), por G. Rivera, 2015.

✓ **Tamaño máximo**

Se define como la abertura más pequeña del tamiz que deja pasar todo el agregado. En términos prácticos, representa el tamaño de la partícula más grande presente en el material. Gerardo y Rivera (2015, pág. 60)

Se refiere al tamiz más pequeño que permite el paso de toda la muestra de agregado grueso. (NTP 339.047, 2006)

✓ **Tamaño máximo nominal**

El tamaño nominal máximo de las partículas se refiere a la mayor abertura del tamiz, mencionada en la norma correspondiente, que permite retener cualquier tipo de material.

Es más beneficioso que el tamaño máximo ya que proporciona una mejor representación del promedio de la porción gruesa, mientras que el tamaño máximo solo señala el tamaño de la partícula más grande en el conjunto de agregados, que podría ser una sola partícula. Generalmente, tanto el tamaño máximo como el tamaño máximo nominal se calculan solo para el agregado grueso. Gerardo y Rivera (2015, pág. 60)

✓ **Material que pasa la malla N° 200**

El material fino (que pasa a través del tamiz No. 200 - 74µm) puede existir en forma de polvo o puede cubrir las partículas del agregado. Incluso si las partículas están cubiertas por finas capas de limo o arcilla, puede existir un riesgo, ya que estas capas pueden debilitar la unión entre la pasta de cemento y las partículas del agregado, lo que afecta negativamente la resistencia y durabilidad de las mezclas. Si ciertos tipos de limo y arcilla están presentes en exceso, la cantidad de agua necesaria para la mezcla puede incrementarse significativamente. Gerardo y Rivera (2015, pág. 68)

✓ **Peso específico**

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa (o peso en el aire) de un volumen unitario de material, a la masa del mismo volumen de agua a las temperaturas indicadas. Los valores son adimensionales. (NTP 400.021, 2002)

Se basa en la cantidad de masa por volumen unitario y en el volumen de los poros, ya sean de agregados naturales o sintéticos. Esta diferenciación es crucial porque influye en la densidad del concreto (ligero, normal o pesado) que se pretende fabricar, tal como se muestra en la tabla a continuación: Gerardo y Rivera (2015)

**Tabla 13**

*Clasificación de los agregados según su masa unitaria*

TIPO DE CONCRETO	MASA UNITARIA APROX. DEL CCTO. kg/m <sup>3</sup>	MASA UNITARIA DEL AGREGADO kg/m <sup>3</sup>	EJEMPLO DE UTILIZACIÓN	EJEMPLO DE AGREGADO
Ultraligero	500 – 800		Concreto para aislamiento.	Piedra pómez Ag. Ultraligero.
Ligero	950 – 1350 1450 – 1950	480 – 1040	Rellenos y mampostería no estruct. Ccto. Estructural	Perlita Ag. Ultraligero.
Normal	2250 – 2450	1300 – 1600	Ccto. Estruct. Y no estruct.	Agregado de río o triturado.
Pesado	3000 – 5600	3400 – 7500	Ccto. Para proteger de radiación gamma ó X, y contrapesos	Hematita, barita, coridón, magnetita.

*Nota.* Adaptado de *Concreto Simple* (p. 52), por G. Rivera, 2015.

- ✓ **Peso específico de masa.** - Es la comparación, a una temperatura constante, entre la masa en el aire de un volumen específico de agregado (que incluye los poros permeables e impermeables dentro de las partículas, pero no los poros entre las partículas) y la masa en el aire del mismo volumen de agua destilada sin gas. (NTP 400.021, 2002).
- ✓ **Peso específico aparente.** - “Es la comparación, a una temperatura constante, entre la masa en el aire de un volumen específico de la parte impermeable del agregado y la masa en el aire del mismo volumen de agua destilada sin gas. (NTP 400.021, 2002).
- ✓ **Peso específico de masa saturado superficialmente seco (S.S.S).** - “Es la comparación, a una temperatura constante, entre la masa en el aire de un volumen específico de agregado, que incluye la masa del agua en los poros llenos hasta el tope por inmersión en agua durante aproximadamente 24 horas (pero no incluye los poros entre las partículas), y la masa en el aire del mismo volumen de agua destilada sin gas. (NTP 400.021, 2002)
- ✓ **Absorción y humedad**

La absorción se refiere al porcentaje de agua requerido para saturar los agregados o el concreto, y se expresa en relación con la masa de los materiales secos. La estructura interna de las partículas de un agregado consta de material sólido y poros o espacios vacíos que pueden o no contener agua. Las condiciones de humedad en las que se puede encontrar un agregado son las siguientes:

SECO

HUMEDO NO SATURADO

SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (S.S.S)

HUMEDO SOBRESATURADO

Según las condiciones de humedad del agregado, este puede retirar o contribuir con agua a la mezcla (se asume que el agregado se satura y el agua libre es la que reacciona con el cemento). Si la humedad del agregado supera la absorción, el material tiene agua libre y está suministrando agua a la mezcla; sin embargo, si la humedad del agregado es inferior a la absorción, el agregado tomará agua de la mezcla para saturarse. Este aspecto es crucial para determinar la cantidad de agua en la mezcla y mantener la proporción agua-cemento constante.

Por otro lado, el agregado fino se expande cuando está mojado, ya que la humedad en la superficie mantiene las partículas separadas, lo que resulta en un aumento de volumen conocido como 'hinchazón o expansión del agregado fino.

#### Humedad superficial de los agregados:

##### ✓ Condiciones en Obra

Los agregados en obra pueden encontrarse en cuanto a humedad se refiere, en 4 condiciones: 1° totalmente secos, 2° semi-secos (algo de humedad pero menos que la necesaria para saturarse), 3° saturados pero superficialmente secos (condición ideal en que los agregados ni añaden ni quitan agua a la mezcla), 4 o húmedos o mojados (conteniendo entre sus partículas más agua que la necesaria para saturarse),

#### Figura 4

*Condiciones de humedad de los agregados*



*Nota.* Adaptado de *Grados de Humedad Posibles en una Partícula de Agregado*, de Atom, 2010, Constructor Civil. CC BY 2.0

En los cálculos para la proporción del concreto, se asume que el agregado está en condiciones de estar saturado y superficialmente seco, lo que significa que todos sus poros abiertos están llenos de agua y no hay humedad en la superficie, una condición ideal que rara vez se encuentra en la práctica.

La condición 4, es decir, agregados húmedos, es la que comúnmente se encuentra en la práctica: en agregados que provienen de las orillas de los ríos, en los que se han lavado recientemente, en cualquier agregado después de una lluvia, etc.

La desatención de la humedad superficial, que a menudo está presente en los agregados, resulta en significativas pérdidas de resistencia del concreto. Si los agregados están



saturados y superficialmente secos, no pueden absorber ni liberar agua durante el proceso de mezcla. No obstante, un agregado parcialmente seco sustrae agua, mientras que el agregado húmedo genera un exceso de agua en el concreto. En estos casos, es necesario ajustar el contenido de agua, ya sea añadiendo o restando un porcentaje adicional al dosaje de agua especificado, para asegurar que el contenido de agua sea el correcto. (Flavio Abanto Castillo, 1996, p.38).

#### ✓ **Contenido de Humedad**

El contenido de agua dentro de un agregado, se calcula de la siguiente manera: Abanto (2017, pág. 38)

$$\% \text{ humedad} = \% \omega = \frac{H - S}{S} \times 100$$

donde:

H = peso del agregado húmedo

S = peso del agregado en condición seca.

#### ✓ **Absorción**

Se refiere al porcentaje de agua requerido para que un agregado cambie de un estado seco a un estado de saturación superficial. Abanto (2017, pág. 38)

$$\% \text{ absorción} = \% a = \frac{D - S}{S} \times 100$$

Donde:

D = peso del agregado saturado y superficialmente seco.

S = peso del agregado en condición seca

#### ✓ **Humedad Superficial**

La humedad superficial se determina por la diferencia entre el contenido total de humedad y el porcentaje de absorción.

Casos que se presentan:

a) Si  $\%w > \% a$

En esta situación, el agregado contribuye con agua a la mezcla (agua libre), y esta cantidad debe ser restada del agua de diseño para determinar el agua efectiva o neta.

b) Si  $\%w < \% a$

En esta situación, el agregado absorberá agua de la mezcla (agua que necesita) para alcanzar la condición ideal, lo que requiere un incremento en la cantidad de agua en la mezcla para mantener constante el agua de diseño. Para calcular el agua libre (caso a) o el agua necesaria (caso b) de un agregado, a lo que generalmente nos referimos como

contribución de agua, se debe multiplicar la humedad superficial del mismo, expresada en fracción decimal, por el peso seco del agregado. Abanto (2017, pág. 38)

✓ **Peso unitario seco, suelto y compactado**

La masa unitaria de un material se refiere a la masa del material requerida para llenar un recipiente de un volumen unitario. En la masa unitaria, se considera tanto el volumen de las partículas del agregado como los espacios vacíos entre las partículas. La masa unitaria puede ser determinada ya sea en estado compactado o suelto; la masa unitaria compactada se utiliza en algunos métodos de dosificación de mezclas, mientras que la masa unitaria suelta se utiliza para estimar la cantidad de agregados a adquirir si estos se venden por volumen (volumen suelto), como suele ser el caso. Gerardo y Rivera (2015)

**2.2.1.3 Propiedades principales del concreto endurecido.**

**Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión simple es el atributo mecánico más relevante de un concreto. Su medición se realiza a través de pruebas en muestras, de acuerdo con métodos normalizados.

“La resistencia a la compresión de los testigos se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada en el ensayo sobre el área de la sección recta del testigo” (NTP 339.034, 2008).

Cabe señalar que con esta propiedad del concreto endurecido (resistencia a compresión), se realizarán ensayos de resistencia a compresión, ensayaremos probetas cilíndricas de 15cm de diámetro por 30cm de altura, tanto para el concreto patrón 210kg/cm<sup>2</sup> como para el concreto adicionado con fibras de caucho reciclado. De esta manera cumpliremos con el objetivo específico número tres de mi investigación.

**Resistencia a la flexión**

Este criterio se utiliza en estructuras como los pavimentos rígidos. Esto se debe a que los esfuerzos de compresión que se generan en la superficie de contacto entre los neumáticos de un vehículo y el pavimento son aproximadamente iguales a la presión de inflado de los neumáticos, que en el peor de los casos puede ser de 5 o 6 kg/cm<sup>2</sup>. Este esfuerzo de compresión en un pavimento de concreto hidráulico es extremadamente bajo en comparación con la resistencia a la compresión del concreto, que normalmente oscila entre 150 y 350 kg/cm<sup>2</sup> en nuestro entorno. Gerardo y Rivera (2015)

**Ensayo de resistencia a la flexión**

El enfoque más común para evaluar la resistencia a la flexión implica el uso de una viga simplemente apoyada con carga en los tercios de la luz. Sin embargo, en algunas áreas se utiliza el método de la viga en voladizo o el de la viga simplemente apoyada con carga en el centro; los resultados varían dependiendo del método utilizado. Para la investigación se usarán con cargas en los tercios de la luz.

Los moldes se deben aceitar y luego se procede a llenarlos por capas de acuerdo a la Tabla 14.

**Tabla 14**

*Número de capas requeridas en la elaboración de las vigas*

ALTURA DEL MOLDE (cm)	FORMA DE COMPACTAR	No. DE CAPAS	ALTURA APROX. DE CADA CAPA
≤ 20	Varilla	2	Mitad de la altura
> 20	Varilla	3 o más	10 cm
≤ 20	Vibrador	1	Toda la altura
> 20	Vibrador	2 o más	20 cm

*Nota.* Adaptado de *Concreto Simple* (p. 136), por G. Rivera, 2015.

**Figura 5**

*Ensayo de Resistencia a la flexión*



*Nota.* Adaptado de *Concreto Simple* (p. 137), por G. Rivera

La resistencia a la flexión se calcula así:

A) Si la falla ocurre dentro del tercio central, el módulo de rotura se determina con la fórmula:

$$MR = \frac{P * L}{b * d^2}$$

Siendo:

**MR** = Módulo de rotura de la viga (kg/cm<sup>2</sup>).

**P** = Carga máxima aplicada en (kg.).

**L** = Distancia entre apoyos (cm).

**b** = Ancho de la viga en la posición de ensayo, en la sección de falla (cm).

**d** = Altura de la viga en la posición de ensayo, en la sección de falla (cm).

B) Si la falla ocurre por fuera del tercio central, pero no está separada de él por más de una longitud equivalente al 5% de la luz libre o distancia entre apoyos, el módulo de rotura se determina con la ecuación siguiente:

$$MR = \frac{3 * P * a}{b * d^2}$$

Siendo

*MR* = Módulo de rotura (kg/cm<sup>2</sup>).

*P* = Carga máxima aplicada en kg.

*a* = Distancia entre la sección de falla y el apoyo más próximo medido sobre el eje longitudinal de la cara inferior de la viga en cm.

*b* = Ancho de la viga en la posición de ensayo, en la sección de falla (cm).

*d* = Altura de la sección en la posición de ensayo, en la sección de falla (cm).

C) Si la falla ocurre por fuera del tercio medio de la viga y a una distancia mayor del 5% de la distancia entre apoyos, se debe descartar el resultado del ensayo. La resistencia a la flexión del concreto se debe determinar como el promedio de al menos dos vigas probadas al mismo tiempo y con una aproximación a 0,1 kg/cm<sup>2</sup>

### **Ensayo de resistencia a la compresión**

“El procedimiento consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o a las muestras obtenidas por perforación diamantina a una velocidad dentro de un rango establecido hasta que ocurra la falla. La resistencia a la compresión de la muestra se determina dividiendo la carga máxima lograda durante la prueba por el área de la sección transversal de la muestra.

### **Equipo**

Máquina de ensayo:

La máquina de ensayo será de un tipo con capacidad conveniente suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga continuamente y sin impacto.

La carga se aplicará a una velocidad de movimiento medida desde la platina a la cruceta, lo que corresponde a una velocidad de esfuerzo sobre el espécimen de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s. La velocidad de movimiento diseñada se mantendrá al menos durante la mitad final de la fase de carga anticipada.

Durante la primera mitad de la fase de carga anticipada, se permitirá una velocidad de carga alta. Esta velocidad de carga alta se aplicará de manera controlada para evitar que el espécimen se someta a cargas de choque.

No realizar modificaciones en la velocidad de movimiento desde la platina hasta la cruceta cuando se está alcanzando la carga final y la velocidad de esfuerzo disminuye debido a la fractura del espécimen.

## Figura 6

*Máquina de ensayo para resistencia a compresión*



*Nota.* Adaptado de *Astm c39 compresión cilindros de concreto* (p. 01), por Universidad Técnica particular de Loja

## ESPECÍMENES

Los especímenes no se someterán a ensayos si hay una diferencia mayor al 2 % entre cualquier diámetro individual de un cilindro y cualquier otro diámetro del mismo cilindro.

Antes de realizar el ensayo, las bases de los especímenes de ensayo no se desviarán más de  $0,5^\circ$  de la perpendicularidad a los ejes (aproximadamente equivalente a 1 mm en 100 mm). Si las bases de compresión de los especímenes no son planas dentro de los 0,050 mm, se cortarán o cepillarán para cumplir con la tolerancia indicada. También se pueden capear según lo establecido en la NTP 339.037 o, cuando sea permitido, en la NTP 339.216. El diámetro utilizado para calcular el área de la sección recta del espécimen de ensayo se determinará con una aproximación de 0,25 mm mediante el promedio de 2 diámetros medidos en ángulo recto entre sí y cerca de la altura media del espécimen.

## Figura 7

*Medición del diámetro del espécimen*



*Nota.* Adaptado de *Astm c39 compresión cilindros de concreto* (p. 02)

**Figura 8**

*Chequeo de la perpendicularidad*



*Nota.* Adaptado de *Astm c39 compresión cilindros de concreto* (p. 02), por Universidad Técnica particular de Loja

**Figura 9**

*Chequeo de la planeidad*



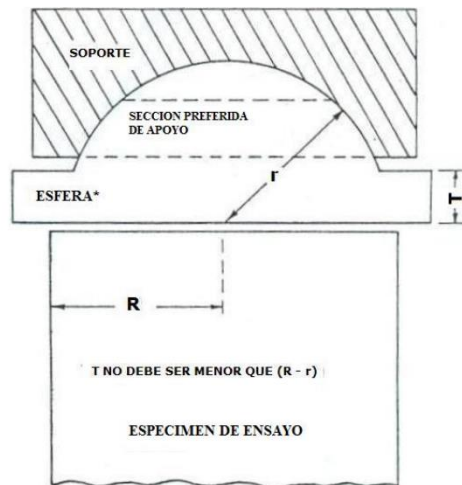
*Nota.* Adaptado de *Astm c39 compresión cilindros de concreto* (p. 02), por Universidad Técnica particular de Loja

Si la determinación de densidad no es necesaria y la relación entre la longitud y el diámetro del espécimen es menor que 1,8 o mayor que 2,2, se debe medir la longitud del espécimen con una precisión de 0,05 veces el diámetro.

**Figura 10***Chequeo de la planeidad*

*Nota.* Adaptado de *Astm c39 compresión cilindros de concreto* (p. 03), por Universidad Técnica particular de Loja

Si el radio de la rótula es menor que el radio del espécimen más grande a ser ensayado, la porción de la cara de rotura extendida más allá de la rótula tendrá un espesor no menor que la diferencia entre el radio de la rótula y el radio del espécimen. La menor dimensión de la cara de rotura será al menos de la misma dimensión que el diámetro de la rótula.

**Figura 11***Chequeo de la planeidad*

*Nota.* Adaptado de *Astm c39 compresión cilindros de concreto* (p. 03), por Universidad Técnica particular de Loja.

#### **2.2.1.4 Diseño de mezcla.**

Dosificar una mezcla de concreto es determinar la combinación más práctica y económica de los agregados disponibles, cemento, agua y en ciertos casos aditivos, con el fin de producir una mezcla con el grado requerido de manejabilidad, que al endurecer a la velocidad apropiada adquiera las características de resistencia y durabilidad necesarias para el tipo de construcción en que habrá de utilizarse. Gerardo y Rivera (2015)

Para efectos de esta investigación se usará el Método de los Volúmenes Absolutos del ACI 211.1. que es usado por su aceptación general.

### **2.2.1.5 Elaboración y curado de testigos de concreto en laboratorio**

Los métodos para elaborar y curar testigos cilíndricos y prismáticos, de muestras representativas de concreto fresco. El concreto empleado para realizar los especímenes moldeados se realiza después de los ajustes del diseño de mezcla en situ, el desarrollo del ensayo está en la norma NTP 339.183 y ASTM C 192.

**Moldes:** Los moldes deberán ser herméticos y deberá seleccionarse en un lugar apropiado con una superficie horizontal y libre de vibraciones, los moldes deben tener la capacidad de retener el agua contenida y cubierto levemente con aceite mineral o material que no sea reactivo al concreto.

- ✓ **Moldes cilíndricos:** Los moldes para preparar probetas de concreto deberán cumplir con la NTP 339.209, se utilizó el testigo cilíndrico de 15x30 cm.
- ✓ **Moldes prismáticos:** son de forma rectangular de las medidas requeridas para producir testigos del tamaño deseado. El molde utilizado para la investigación es de 15x15x60 cm.

**Varilla de compactación:** En forma general, la varilla de acero es de sección circular y recta con un extremo del contacto con el concreto es redondeado semiesférica del mismo diámetro de la varilla. Hay dos tipos de varillas uno es varilla larga; de 16mm<sup>2</sup> (Ø5/8") y longitud de la varilla 600mm (24"). La otra varilla es corta; 10mm<sup>2</sup> (Ø3/8") y de longitud de 300mm (12").

**Martillo de goma:** pesa 0,6 kg ± 0,20 kg (1,25 ± 0,50 lb).

**Cono de Abrams:** se utiliza para determinar el asentamiento especificado de los requerimientos de la norma NTP 339.035.

**Mezcladora de concreto:** Debe ser accionada a motor y tener un tambor giratorio, el mezclado es horizontal y inclinado en un recipiente que sea adecuado con paletas giratorias y un mezclado homogéneo de peso o volumen según la dosificación requerida

**Balanzas:** Debe ser normada para el peso que requiere los materiales y el concreto debe tener una precisión de 0,3 % de la carga de prueba en cualquier punto del rango de uso.

### **2.2.2 Pavimento rígido**

El diseño de un pavimento rígido requiere la evaluación de varios aspectos: tráfico, drenaje, condiciones climáticas, propiedades del suelo, capacidad de transferencia de carga, nivel de servicio deseado y el nivel de confiabilidad con el que se quiere llevar a cabo el diseño, en función de la relevancia de la carretera. Todos estos elementos son esenciales para anticipar un rendimiento fiable de la estructura del pavimento y prevenir que el deterioro del pavimento llegue al punto de fracaso durante su periodo de uso. Guía AASHTO (1993)



## Factores de diseño

La ecuación fundamental AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos es:

$$\text{Log } W_{18} = Z_R S_0 + 7.35 \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5-1.5}\right)}{\frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \log \left[ \frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{\left[\frac{E_c}{k}\right]^{0.25}} \right]} \right]$$

Donde:

W18= Número de cargas de 18 kips (80 kN) previstas.

ZR = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.

So = Desvío estándar de todas las variables.

D = Espesor de la losa del pavimento en pulg.

APSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

Pt = Serviciabilidad final.

Sc= Módulo de rotura del concreto en psi.

J= Coeficiente de transferencia de carga.

Cd = Coeficiente de drenaje.

Ec= Módulo de elasticidad del concreto, en psi.

K = Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), en pci (psi/pulg).

para una mejor descripción de las variables, éstas se han clasificado de la siguiente manera:

- ✓ **Variables de diseño.** Esta categoría se refiere al grupo de criterios que debe ser considerado para el procedimiento de diseño.
- ✓ **Criterio de comportamiento.** Representa el grupo de condiciones de frontems especificado por el usuario, dentro del que una alternativa de diseño deberá comportarse.
- ✓ **Propiedades de los materiales para el diseño estructural.** Esta categoria cubre todas las propiedades de los materiales del pavimento y del suelo de fundación, requeridas para el diseño estructural.
- ✓ **Características estructurales.** Se refiere a ciertas características físicas de la estructura del pavimento, que tienen efecto sobre su comportamiento.

## VARIABLES DE DISEÑO

### VARIABLES DE TIEMPO

Se consideran dos variables: período de análisis y vida útil del pavimento. La vida útil se refiere al tiempo transcurrido entre la puesta en operación del camino y el momento en el que el pavimento requiera rehabilitarse, es decir, cuando éste alcanza un grado de serviciabilidad mínimo. El período de análisis se refiere al período de tiempo para el cual va a ser conducido el análisis, es decir, el tiempo que puede ser cubierto por cualquier estrategia de diseño. Para el caso en el que no se considere rehabilitaciones, el período de análisis es igual al período de vida útil; pero si se considera una planificación por etapas, es decir, una estructura de pavimento seguida por una o más operaciones de rehabilitación, el período de análisis comprende varios períodos de vida útil, el del pavimento y el de los distintos refuerzos. Para efectos de diseño se considera el período de vida útil, mientras que el período de análisis se utiliza para la comparación de alternativas de diseño, es decir, para el análisis económico del proyecto.

Los períodos de análisis recomendados son mostrados en la siguiente tabla Guía AASHTO (1993)

**Tabla 15**

*Periodo de análisis*

Clasificación de la Vía	Período de Análisis (Años)
Urbana de Alto Volúmen de Tráfico	30 - 50
Rural de Alto Volúmen de Tráfico	20 - 50
Pavimentada de Bajo Volúmen de Tráfico	15 - 25
No Pavimentada de Bajo Volúmen de Tráfico	10 - 20

*Nota.* Adaptado de *Guía AASHTO para Diseño de Estructuras de Pavimentos 1993* (p. 127), por AASHTO, 1997.

### TRANSITO

En el método AASHTO los pavimentos se proyectan para que éstos resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cual origina distintas fallas en éste. Para tener en cuenta esta diferencia, el tránsito se transforma a un número de cargas por eje simple equivalente de 18 kips (80 kN) ó ESAL (Equivalent Single Axle Load), de tal manera que el efecto dañino de cualquier eje pueda ser representado por un número de cargas por eje simple. Guía AASHTO (1993)

### CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio

ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de éste, es decir, a la capacidad de soportar las cargas impuestas por el tránsito, y asimismo de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad está asociada a la aparición de fallas en el pavimento. Guía AASHTO (1993)

## **Criterios de comportamiento**

### **Serviciabilidad**

La serviciabilidad se emplea como un indicador del rendimiento del pavimento, que se asocia con la seguridad y confort que puede proporcionar al usuario (desempeño funcional) cuando se desplaza por la carretera. También se vincula con las características físicas que el pavimento puede mostrar, como grietas, defectos, descamaciones, etc., que podrían comprometer la capacidad de soporte de la estructura (desempeño estructural). El concepto de serviciabilidad se fundamenta en cinco aspectos clave que se resumen de la siguiente manera:

1. Las carreteras están hechas para el confort y conveniencia del público usuario.
2. El confort, o calidad de la transitabilidad, es materia de una respuesta subjetiva de la opinión del usuario.
3. La serviciabilidad puede ser expresada por medio de la calificación hecha por los usuarios de la carretera y se denomina la calificación de la serviciabilidad.
4. Existen características físicas de un pavimento que pueden ser medidas objetivamente y que pueden relacionarse a las evaluaciones subjetivas. Este procedimiento produce un índice de serviciabilidad objetivo.
5. El comportamiento puede representarse por la historia de la serviciabilidad del pavimento.

La primera vez o en sucesivas ocasiones que un conductor transita por una carretera, experimenta una sensación de seguridad o inseguridad basada en lo que percibe y en la dificultad para manejar el vehículo. El factor más importante relacionado con la seguridad y el confort del conductor es la calidad de la superficie de rodadura, que depende de la regularidad o aspereza de la superficie del pavimento. Este parámetro se evalúa para definir el concepto de Índice de Serviciabilidad Presente (PSI, por sus siglas en inglés). El PSI clasifica la superficie del pavimento en una escala de 0 a 5. Sin embargo, si el conductor nota grietas o daños en la superficie de la carretera, incluso sin notar deformaciones, la clasificación disminuye. Guía AASHTO (1993)

### **Índice de serviciabilidad inicial (P<sub>0</sub>)**

El Índice de Serviciabilidad Inicial (P<sub>0</sub>) se define como el estado original del pavimento justo después de su construcción o restauración. La AASHTO ha determinado que para los pavimentos rígidos, un valor inicial ideal sería 4.5, en caso de que no se disponga de datos para el diseño. Guía AASHTO (1993)

### Índice de serviciabilidad final (pt)

El Índice de Serviabilidad Final (Pt) se refiere al punto en el que la superficie del pavimento ya no satisface las demandas de confort y seguridad del usuario. Los valores de Pt que se pueden considerar varían dependiendo de la relevancia de la vía, como se muestra en la tabla a continuación. Guía AASHTO (1993)

**Tabla 16**

*Índice de serviciabilidad final*

Pt	CLASIFICACIÓN
3.00	Autopistas
2.50	Colectores
2.25	Calles comerciales e industriales
2.00	Calles residenciales y estacionamientos

Nota. Adaptado de *Guía AASHTO para Diseño de Estructuras de Pavimentos 1993*, por AASHTO, 1997.

### 2.2.3 Concreto modificado con fibras de caucho de neumático reciclado.

#### 2.2.3.1 Aspectos generales de reciclaje

El crecimiento poblacional de la ciudad de Huánuco se encuentra estancado debido a la ocupación desordenada del suelo y la cada vez mayor cantidad de desechos vertidos a la naturaleza.

Dentro de las soluciones al problema anterior, el reciclaje es una de las propuestas más incentivadas, estas realidades han sido demostradas por el Ministerio del Medio Ambiente a través de la aprobación de los “Lineamientos para la elaboración de la planificación distrital sobre la serpiente de gestión de residuos”, a través de la Resolución del ministro. N° 100 -2019-MINUTOS. Ruíz (2019).

En la ciudad de Huánuco muchas veces se cambian las llantas de los autos, estas llantas se amontonan. El reciclaje de llantas es una gran idea, ya que la cantidad de llantas desechadas es asombrosa y crece cada día.

### Figura 12

*Neumáticos desechados en Av. Pillco Marca, distrito de Pillco Marca*



Nota. Elaboración Propia.

### Figura 13

*Neumáticos desechados en el Jr. 05 de mayo, distrito de Pillco Marca*



*Nota.* Elaboración Propia.

En lugares seleccionados es ilegal depositar las llantas que se desechan como relleno sanitario, en nuestra ciudad de Huánuco se encontraron una gran cantidad de llantas y una de ellas principalmente en cayhuayna, pillco marca.

### Figura 14

*Gran cantidad de llantas en desuso en cayhuayna, Pillco Marca*



*Nota.* Elaboración Propia.

#### 2.2.3.2 Aspectos generales del neumático.

##### Origen del caucho

Los neumáticos están protegidos principalmente por caucho, que tiene el efecto de soportar el peso del neumático, su vehículo y carga. El origen del caucho se debe a Charles Goodyear de Norteamérica, quien descubrió por accidente en 1880, el desarrollo de la vulcanización que se produce en el caucho le da resistencia y solidez requeridas para la producción. Por lo general, la mayoría de los neumáticos de turismo tienen más de 20 años y una capacidad de carga de 4000 kg como el autobús, camión, semirremolque, etc. Son de tipo radial, contenidos en su composición puntas elásticas. “Sobre una membrana inflada y aros inextensibles que tiene la función de engancharse a otro elemento rígido que es el neumático” Quispe (2019)

## Componentes del neumático

“El principal componente de las llantas es el caucho: casi el 50% de su peso. La fabricación de las diferentes dimensiones de llantas concentra un gran porcentaje de la industria del caucho constituyendo el 60 % de la producción anual” Quispe (2019)

**Tabla 17**

*Composición general de los neumáticos*

Componentes	Tipo de Vehículo		Función
	Automóviles % en peso	Camiones % peso	
Cauchos	48	45	Estructural-Deformación
Negro humo	22	22	Mejora oxidación
Óxido de Zinc	1.2	2.1	Catalizador
Material textil	5	0	Esqueleto Estructural
Acero	15	25	Vulcanización
Azufre	1	1	Juventud
Otros	12		

*Nota.* Adaptado del artículo *material y compuestos para la industria del neumático*, Quispe (2019).

**Tabla 18**

*Composición química de los neumáticos*

Elemento o compuesto	Composición
Carbono (C)	70%
Hidrógeno (H)	7%
Azufre (S)	1,3 %
Cloro (Cl)	0,2 -0,6 %
Hierro (Fe)	15%
Óxido de Zinc (ZnO)	2
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	5%
Cromo (Cr)	97 ppm
Níquel (Ni)	77 ppm
Plomo (Pb)	60 – 760 ppm
Cadmio (Cd)	5 – 10 ppm
Talio (Tl)	0,2 – 0,3 ppm

*Nota.* Adatado del artículo *uso de polvo de caucho de llantas en pavimentos asfálticos* (Rodríguez, 2016, p.2).

## Propiedades de material de neumáticos.

**Mecánicas:** moderada resiliencia, excelente resistencia a la abrasión, moderada resistencia al desgarró, excelente resistencia al impacto, moderada resistencia a la flexión.

**Físicas:** temperatura de servicio de hasta 70°C, resistencia a la intemperie, excelente resistencia eléctrica, permeabilidad a los gases.

**Químicas:** alta resistencia al agua, no tiene resistencia a los hidrocarburos, menor resistencia a los ácidos diluidos, resistencia a los aceites.

## Tipos de caucho según su origen

### Caucho sintético y natural.

El procesamiento de hidrocarburos produce caucho sintético. El caucho sintético es producido en las mayores cantidades del mundo, su aplicación más importante es lograr neumáticos. Caucho de estireno-butadieno, comúnmente abreviado como SBR (del inglés caucho de estireno-butadieno) es un elastómero sintético obtenido por polimerización mezcla de estireno y butadieno, el polibutadieno hace que los neumáticos sean más grandes resistencia a la abrasión y alta resistencia en condiciones de baja temperatura (con caucho uso repetido) y excelente comportamiento al envejecimiento.

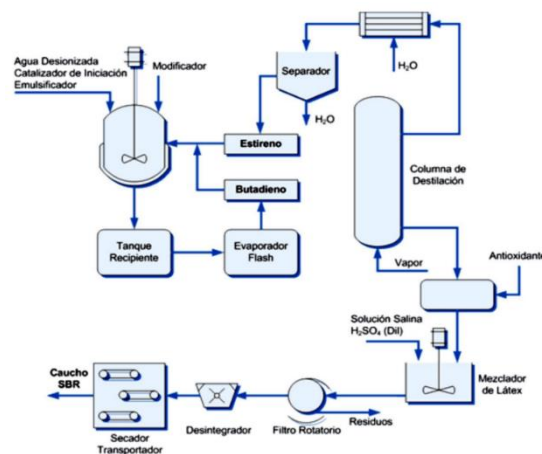
El caucho se encuentra en suspensión, en forma de glóbulos diminutos, en el jugo o látex. Este jugo es distinto de la savia de la planta. El estado del caucho es intermedio entre el líquido y el sólido; pero en el látex, el caucho se encuentra en estado coloidal; éste es un sistema disperso en que los corpúsculos en suspensión son moléculas complejas de un polímero del isopreno (Beta-metilbutadieno). Estos agregados son de forma ovalada, con un diámetro medio de 1 micrón, pero sus tamaños varían de 0,2 a 0,3 micrones.

Las principales propiedades químicas son: insoluble en agua; parcialmente soluble en bencol; soluble en éter, sulfuro de carbono y esencia de trementina; se hincha con los disolventes, y los corpúsculos revientan por presión osmótica porque en realidad, están compuestos de dos capas distintas, una delgada exterior que es muy viscosa, poco soluble en bencol y que actúa como una membrana porosa y una parte interior poco viscosa y muy soluble. El caucho resiste la acción de los ácidos, con excepción de los ácidos nítrico y sulfúrico concentrado.

El conocimiento de la molécula del caucho es todavía muy incierto. Sólo se sabe que responde a la fórmula genérica  $C_5H_8$ , con un grado de polimerización variable y muy ramificado.

### Figura 15

*Proceso de emulsión en frío del caucho sintético*



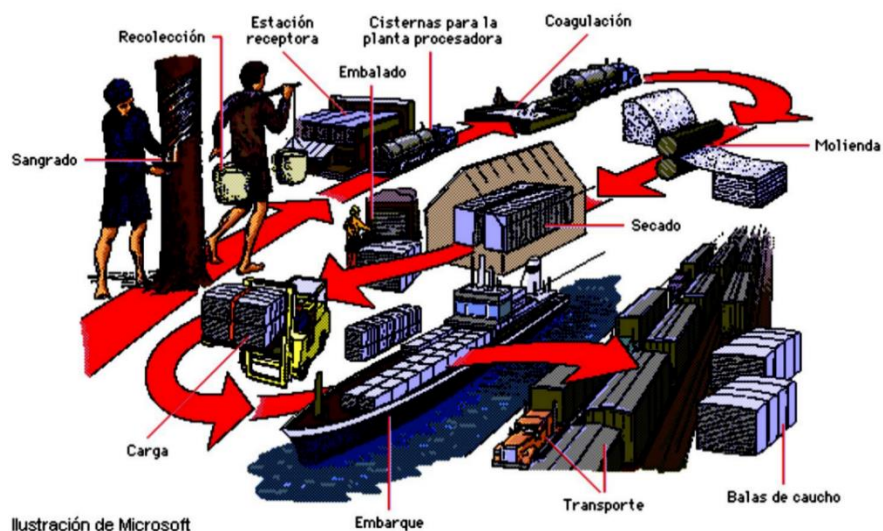
*Nota.* Adaptado del artículo *material y compuestos para la industria del neumático* (Castro, 2008, p.43)



De las especies vegetales típicas de las regiones tropicales se obtiene caucho natural a partir de los fluidos lácteos que son denominados látex, a continuación se muestra el proceso de trituración de caucho natural.

**Figura 16**

*Proceso de trituración de caucho natural*



*Nota.* Adaptado del artículo *material y compuestos para la industria del neumático* (Castro, 2008, p.31)

**Tabla 19**

*Principales propiedades de los componentes del neumático*

Elastómero	Resistencia a la Tracción PSI	Elongación %	Densidad g/cm <sup>3</sup>
caucho natural vulcanizado	2.5-3.5	750-850	0.93
estireno-butadieno (SBR)	0.2-3.5	400-600	0.94
neopreno	3-4	800-900	1.25
silicona	0.6-1.3	100-500	1.1-1.6

*Nota.* Adaptado del artículo *material y compuestos para la industria del neumático* (Castro, 2008, p.6).

### Fibras de caucho de neumático reciclado

#### Técnicas de trituración de los neumáticos para su reciclaje

Caucho reciclado es el nombre que se le da al caucho reutilizable procedente de neumáticos reciclados. al final de su vida útil, los neumáticos reutilizables son una fuente de energía fácilmente disponible, Los residuos se pueden evaluar a medida que se utilizan, creando diferentes aplicaciones. Para ello, es necesario evitar sus depósitos en vertederos o ha sido arrojado al aire libre para su desempeño en buen estado gestionados en plantas de reciclaje autorizadas. Como parte del procedimiento de La trituración física tiene trituración congelada y trituración mecánica.

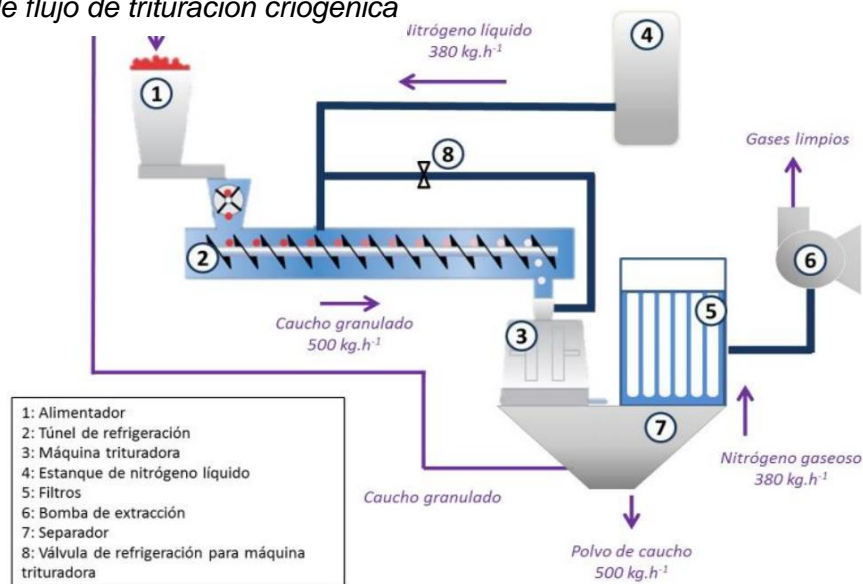


### Trituración criogénica de fibras de caucho

El proceso de trituración en frío se realiza solidificando el neumático mediante el uso de nitrógeno líquido. Los neumáticos se agitan para extraer el caucho en forma de polvo, liberando gas nitrógeno en el proceso. Este método resulta en una disminución del tamaño de las partículas, pero las partículas de acero y caucho quedan mezcladas, lo que incrementa el costo de instalación en maquinaria especializada. Estas instalaciones son costosas y complejas, lo que las hace poco rentables. Mantener la máquina y el proceso es económicamente desafiante debido a la dificultad de separar los materiales de caucho y metal. Por lo tanto, este sistema no se recomienda debido a su falta de rentabilidad.

**Figura 17**

*Diagrama de flujo de trituración criogénica*



*Nota.* Esquema del autor realizado a partir de imágenes encontradas en los sitios web, (Tírel, 2017, p.21).

### Trituración Mecánica

El proceso es puramente mecánico, y el producto es de alta calidad, libre de impurezas. La facilidad de uso en nuevos procesos y aplicaciones. Molienda por sistema mecánico. Los pasos anteriores se toman de diferentes maneras para recuperar y utilizar los residuos de neumático. Uno de los pasos es fragmentar el neumático en gránulos (GTR, rueda de caucho partículas) y separación de componentes (acero y fibras) y se descomponen o no. Lo que se busca es aumentar la calidad y consistencia del caucho granular, para reciclaje de materiales mucho más extenso.

**Figura 18**

*Máquina de reciclaje automático de neumáticos*



*Nota.* Adaptado de página web Máquina de reciclaje automático de neumáticos de alto rendimiento. (Descripción del producto n.d.).

### **Trituración Manual**

Es la técnica casera de cortar llantas mediante herramientas a nuestro alcance, en este caso usaremos herramientas como el cutter, cuchillos, etc.

**Figura 19**

*Trituración y cortado de llantas mediante cutter*



*Nota.* Elaboración Propia.

## Figura 20

*Producto final del triturado manual de las llantas*



*Nota.* Elaboración Propia.

Para nuestra investigación usaremos la trituración manual para las llantas recicladas, debido a que en nuestra ciudad de Huánuco no contamos con empresas trituradoras de llantas, el procedimiento que se seguirá será de la siguiente manera.

Primero, se procederá a reciclar por las calles principales y secundarias del distrito de Pillco Marca, llantas de vehículos que están en desuso, segundo, una vez acumulado las llantas que se requieren para la investigación se procederá a lavar con agua potable, esto para extraer las suciedades e impurezas de dicho material reciclado esto nos ayudará a realizar los ensayos más verídicos, tercero, buscaremos herramientas de corte a nuestro alcance, por ejemplo para mi investigación se usarán navajas (cúter), amoladoras pequeñas, etc herramientas que tenemos fácilmente a nuestra disposición, luego procederemos a cortar las llantas recicladas hasta llegar a pequeñas fibras de éstas, por último, se obtendrán dos tamaños de fibras de caucho, el Tamaño I serán fibras de 1cmx 2cm, el Tamaño II serán fibras de 1cmx 4cm. El tiempo que nos tome preparar estas fibras de caucho reciclado será como máximo 5 días, es factible de todas maneras ya que actualmente cuento con dichas llantas recicladas a mi disponibilidad. La cantidad que se va a requerir serán porcentajes del peso de los agregados, por ejemplo, para mi investigación se requerirán porcentajes de 4.5%, 9%, 13.5%. Recalcar que la trituración de las llantas recicladas se hará manualmente con herramientas de corte a mi disposición, es decir no se darán uso o no se van a implementar trituradoras mecánicas debido a la no existencia de estos equipos en nuestra ciudad y al costo que podría ocasionar el uso de éstas.

### 2.2.3.3 Proceso de reciclaje de los neumáticos

Para el proceso de reciclaje es enteramente mecánico, no se adiciona agentes químicos ni calor. Se pasa inicialmente los neumáticos por las trituradoras hasta conseguir un volumen de tamaños pequeños, clasificándose el producto según al uso que se le va dar.

El procedimiento de transformación del caucho por el método de la trituración mecánica es el siguiente:

**a) Desgarradora de llantas – acero:** es la primera parte donde se extrae el aro de acero de los neumáticos, estos aceros obtenidos nuevamente se aprovechan en las siderúrgicas.

**b) Primer proceso de trituración:** Los neumáticos extraídos son puestas en la faja transportadora que se dirige en dirección a la tolva principal en el interior hay varios dientes

en forma de cuchillas de acero de alta resistencia, que tiene una capacidad de procesamiento de 02 toneladas/hora, en este proceso ya se obtiene fragmento de caucho con tamaño aproximados de 120 mm.

**c) Pre-granulador o Rasper:** seguidamente ingresa a la máquina de molienda de segundo orden que tiene una capacidad de 04 ton./hr y que alimenta dos granuladores. A partir del pre-granulador se empieza con la eliminación del acero - alambrado de los neumáticos hasta obtener un producto libre de acero - alambrado.

**d) Planta de granulometría fina:** consta de 02 unidades de molinos granuladores que producen gránulos entre malla de 8 y malla de 30; uno de los productos tiene mayor demanda en el mercado internacional que es utilizado principal mente en la línea de la construcción como las carreteras ecológicas

**e) Extractor de fibra:** Un conjunto de ciclones extraen la fibra del material generado por el molino granulador, que puede incorporarse a los procesos de fabricación de artículos de cemento, como coberturas(tejas), losetas, mangueras entre otros.

**f) Extractor de acero:** El acero - alambrado hecho casi polvo es separado del granulado de caucho en su última etapa, gracias a la presencia de dos electroimanes en línea.

**Figura 21**

*Tratamiento neumáticos usados*



*Nota.* Adaptado de la página web (TNU n.d.)

#### 2.2.3.4 Obtención del concreto modificado con fibra de caucho.

Dentro de las componentes del concreto convencional se incorpora o se adiciona las fibras de caucho de neumático reciclado a los elementos del agregado grueso, fino y al cemento. Para la modificación se realizó los ensayos siguientes:

### 2.3 Bases conceptuales

Existen diversas teorías que están relacionadas con nuestras variables, algunas de estas son: El diseño de mezcla concreto con caucho reciclado, como definición conceptual, Almeida (2011) El caucho es un polímero, enlazado a un hidrocarburo elástico denominado isopreno, que se obtiene de forma natural mediante la emulsión lechosa de la savia de diferentes plantas o mediante su fabricación de manera sintética. El caucho reciclado en forma de tiras, provienen de las llantas en desuso, las cuales son dispuestos a un proceso de trituración mecánica y tamización. Como definición operacional de la variable, se determinará en aplicar tiras de caucho provenientes del pulido de las llantas, con una incorporación al diseño de mezcla en un concreto patrón, previamente diseñado de acuerdo a las normas técnicas peruanas, considerando que las tiras se sustituirán parcialmente el peso del agregado fino. Posteriormente, se evaluarán los resultados obtenidos del concreto modificado, con respecto a su resistencia a compresión. En su estudio Ishtiap, A. y Nouman, K., (2015) señalan que la reutilización de las tiras de caucho es aplicada en el concreto como reemplazo parcial o total de los agregados, particularmente el concreto presenta mejores niveles de rendimiento con la sustitución parcial de caucho en comparación de una sustitución total. Dimensiones: Características físicas del caucho reciclado, características mecánicas del caucho reciclado, diseño óptimo de una mezcla de concreto con porcentajes de caucho al 3%, 5% y 7%. De acuerdo a Fuentes. D., (2014) las características físicas del caucho reciclado, varían en función a la temperatura, son más rígidos a temperaturas bajas y en estado de congelación se adquiere una estructura fibrosa, características mecánicas del caucho reciclado, están vinculadas a la reacción causada por las diversas fuerzas a la que es sometido, dentro de las cuales se encuentra la dureza, resistencia al impacto, alargamiento de rotura, elasticidad, rigidez, etc.

De igual forma, Lil. L., (2009) indica que la elaboración de una mezcla ideal de concreto depende de la adecuada combinación de materiales, así como también de sus características físicas y mecánicas. Indicadores: granulometría, peso específico, color, permeabilidad, densidad, dureza, carga de rotura, alargamiento de rotura, resistencia al desgarrar, resistencia a la abrasión, cantidad de caucho reciclado al 3%, 5% y 7%.

El caucho reciclado se puede utilizar como un agregado cuando su gradación de tamaño concuerde con los valores establecidos por la normativa en vigencia. De acuerdo con Tate. S., (2020) la granulometría es el proceso de seleccionar materiales según su tamaño, para obtener mezclas homogéneas, que proporcionan capacidades de resistencia aceptables.

Con respecto a la variable independiente: lograr una adecuada resistencia a la flexión, como definición conceptual, Chinchano, E., (2019) afirma que la propiedad más importante del concreto, se basa en su resistencia a la compresión y flexión, la cual se evalúa cuando este se encuentra en estado endurecido y cuando ha pasado por un proceso de fraguado. En términos generales es la capacidad para aguantar una carga máxima a compresión por una unidad de área, que se expresa en kg/cm<sup>2</sup>, de la misma manera la resistencia a la flexión es la capacidad de soportar fuerzas aplicadas a través de su eje longitudinal. Como definición operacional, se evaluará la resistencia a compresión del concreto incorporado con tiras de caucho reciclado al 3%, 5% y 7%. Según, Muñoz, S. et al., (2021) la resistencia a compresión del concreto con caucho tiende a disminuir a mayor porcentaje de fibra en la mezcla, por lo tanto, es recomendable agregar proporciones que estén en rangos de 0% al

12.5%, sustituyéndolo parcialmente en el peso del agregado fino; de esa manera se obtienen concretos de resistencias hasta un límite de 60 MPa.

Como dimensiones tenemos: las proporciones o cantidad de los agregados finos y gruesos, el ensayo de resistencia a compresión de concreto con adición de tiras caucho al 3%, 5% y 7% y costos. Según Castro J. y Vera, M. (2017) las características de los agregados finos y gruesos, se determinan mediante procedimientos y ensayos contemplados en la Norma Técnica Peruana 400.037, cada ensayo proporcionará valores que indican las propiedades físicas, mecánicas y químicas de ser el caso.

## **2.4 Bases epistemológicas o bases filosóficas o bases antropológicas**

### **2.4.1 Bases epistemológicas**

- ✓ Adquisición del conocimiento
- ✓ Organización del conocimiento

### **2.4.2 Bases filosóficas**

El positivismo

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1 Ámbito

En cuanto al ámbito geográfico la investigación se realizará en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, la investigación se inició a comienzos del 2023 y actualmente está en proceso de elaboración.

### 3.2 Población

Una vez que se ha determinado la unidad de muestreo/análisis, se empieza a delimitar la población a cuál será estudiada y sobre cual se debe generalizar los resultados obtenidos. “Se define la población como conjuntos de todos los casos que conllevan a una serie de especificaciones” (Lepkowski, 2008b). “en algunos trabajos de investigación una de las deficiencias que se observa es no describir las características de la población o lo consideran que la muestra representa de manera automática” (Hernández et al., 2014).

La aplicación de la población de la presente investigación tiene dos poblaciones, la primera conformada por las 126 probetas o testigos cilíndricos, la segunda población está conformada por las 126 vigas prismáticas, en las cuales nos sirven para analizar la resistencia a la compresión  $f'c$  y la resistencia a la flexión del concreto respectivamente, esto aplicados a los pavimentos rígidos del distrito de Pillco Marca y de la ciudad de Huánuco

### 3.3 Muestra

Las investigaciones deben ser transparentes, así como estar sometido a críticas y replicas, solamente ocurre si el investigador delimita con claridad la población a estudiar y se hace claro la selección de la muestra. Un parte de la población es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido que lo dominamos población. (Hernández et al., 2014, p.175).

Para la investigación se tomarán 126 unidades de testigos cilíndricos (15x30cm) de concreto y 126 unidades de testigos Prismáticos (15x15x55cm) de concreto, que incluyen tanto los testigos elaborados con incorporación de fibras de caucho de neumático reciclado y el concreto patrón con una resistencia de diseño  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> (concreto de peso Normal y concreto utilizado con propósitos estructurales, E-060 RNE) siendo el concreto más común en la ciudad de Huánuco. Siguiendo la NTP 339.183 Elaboración y Curado de Especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio; se elaboró tres testigos para cada edad y condición del ensayo. La edad de rotura se realizó siguiendo las recomendaciones de la norma NTP 339.183, para las pruebas se hicieron a edades de 7, 14 y 28 días para compresión y a edades de 14 y 28 días para flexión. Constituidos por las siguientes pruebas de laboratorio, número de especímenes a ensayar.

**Tabla 20***Determinación de la muestra*

EXPERIMENTO	MATERIAL - MEZCLA	TAMAÑO DE AGREGADO	PORCENTAJE DE FIBRAS DE CAUCHO (%)	Nº DE MUESTRAS A LOS 7 DIAS	Nº DE MUESTRAS A LOS 14 DIAS	Nº DE MUESTRAS A LOS 28 DIAS
1	PATRÓN	1/2"	0%	3	3	3
2		3/4"	0%	3	3	3
3	FIBRA TAMAÑO I	1/2"	4.5%	3	3	3
4			9%	3	3	3
5			13.5%	3	3	3
6	FIBRA TAMAÑO I	3/4"	4.5%	3	3	3
7			9%	3	3	3
8			13.5%	3	3	3
9	FIBRA TAMAÑO II	1/2"	4.5%	3	3	3
10			9%	3	3	3
11			13.5%	3	3	3
12	FIBRA TAMAÑO II	3/4"	4.5%	3	3	3
13			9%	3	3	3
14			13.5%	3	3	3

*Nota.* Elaboración Propia.

### 3.4 Nivel y tipo de estudio

#### 3.4.1 Nivel de Investigación

El nivel de la investigación se considera nivel Descriptivo o Exploratorio, ya que, mediante este proyecto de tesis se logrará analizar, caracterizar e interpretar el estudio del comportamiento de las fibras de caucho provenientes de las llantas usadas, y observar los cambios o mejoras que proporciona la adición de fibras de caucho provenientes de llantas usadas en el concreto, realizando una correcta evaluación para determinar la eficiencia del mismo tanto en su resistencia a flexión como a compresión.

#### 3.4.2 Tipo de Investigación

El tipo de investigación del presente proyecto de tesis será considerado Aplicada - Cuantitativa, ya que mediante diversos resultados que se obtendrán en campo y en laboratorio, se podrán realizar cuadros estadísticos y gráficas de esa manera constatar las hipótesis planteadas en dicha investigación.

### 3.5 Diseño de investigación

El diseño de investigación del presente proyecto de tesis es considerado Experimental, ya que, habrá la manipulación de la variable independiente y la medición de la variable dependiente y se realizarán mediante diversos ensayos según normativas existentes, ya sea la NTP o ASTM, tanto en el diseño de mezcla del agregado, como del concreto fresco y endurecido, y luego evaluarlos e interpretar los resultados obtenidos, también observar



el comportamiento del concreto en cada fase, finalmente podemos constatar y valorar las hipótesis planteadas.

### 3.6 Métodos, técnicas e instrumentos

#### 3.6.1 Métodos

En la investigación se dió uso al método experimental, ya que se midió la Resistencia a la flexion del concreto mediante ensayos de flexion en vigas de concreto, para ello se ensayó, se evaluó las características de los agregados, el concreto fresco y el concreto endurecido, se realizaron siguiendo las directrices de las Normas Técnicas Peruanas y/o las normas ASTM correspondientes a cada ensayo necesario.

El diseño de la mezcla se realizó utilizando el método del comité ACI 211. Este procedimiento de diseño de la mezcla se guió por tablas creadas a partir de diferentes ensayos de áridos. Esto nos permitió obtener diferentes materiales que se combinaron en un metro cúbico de concreto.

Además para los ensayos de resistencia a flexion del concreto se siguió la normativa NTP 339.078 y la ASTM C78, a continuación se presenta la Tabla de los ensayos que se realizó.

**Tabla 21**

*Método de recolección de datos*

ITEM	ENSAYO	MATERIAL	MÉTODO
1	Análisis Granulométrico	Agregado Fino y Grueso	NTP 400.012 MTC E204 ASTM C-136
2	Peso unitario suelto y compactado	Agregado Fino y Grueso	NTP 400.017 MTC E203 ASTM C-29
3	Contenido de Humedad	Agregado Fino y Grueso	NTP 339.185 MTC E108 ASTM D-2216
4	Peso Específico y Absorción de Agregados	Agregado Fino	NTP 400.022 MTC E205 ASTM C128
5	Peso Específico y Absorción de Agregados	Agregado Grueso	NTP 400.021 MTC E206 ASTM C127
6	Diseño de Mezcla		ACI 211.1
7	Elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio	126 testigos cilindricos y 126 testigos prismáticos	NTP 339.183 ASTM C192
8	Asentamiento del concreto - Cono de Abrams	concreto en estado fresco	NTP 339.035 ASTM C-143
9	Ensayo de compresión del concreto	126 testigos Cilindricos (15x30cm)	NTP 339.034 ASTM C39

10	Ensayo de flexión del concreto	126 testigos Prismáticos (15x15x55cm)	NTP 339.078 ASTM C78
----	--------------------------------	--	-------------------------

*Nota.* Elaboración Propia.

### 3.6.2 Técnicas

En la investigación se usó técnicas tales como:

- Análisis de documentos (Guía de análisis bibliográfico), Se utilizó esta técnica para abarcar y recopilar información adecuada y necesaria para el desarrollo de la investigación, cabe señalar que se analizó documentos escritos, artículos, revistas científicas, tesis relacionadas con el tema, etc.
- Ensayos realizados según normativas NTP y/o ASTM, esta técnica consiste en realizar o preparar los ensayos siguiendo los procedimientos, cumpliendo con los parámetros que se indican en las normativas mencionadas, de esta manera se conoce las propiedades para en concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido, además para concreto patrón (concreto sin adición de fibras de fibras de caucho reciclado) como para el concreto adicionado con fibras de caucho reciclado.
- Análisis de datos, Una vez obtenidas los resultados de los ensayos, se analizó utilizando técnicas estadísticas para determinar la resistencia a la flexión del concreto con la adición de fibras de caucho reciclado.

### 3.6.3 Instrumentos

Para la recolección de datos en esta investigación, se utilizó varios instrumentos. En primer lugar, se menciona a las **Máquinas de Ensayos de Flexión y las máquinas de ensayo a compresión**, las cuales se utilizaron para realizar los ensayos de flexión en las vigas de concreto y a compresión en las probetas de concreto. Estos instrumentos fueron esenciales para desarrollar la investigación.

En segundo lugar, se utilizó **los Moldes Concreto** tanto para fabricar las vigas de concreto y las probetas de cilíndricas de concreto, las cuales se sometieron a los ensayos de flexión y compresión respectivamente. Estos moldes fueron fundamentales para asegurar que las vigas y las probetas cilíndricas de concreto tengan las dimensiones correctas.

También se utilizó una **Balanza** para medir la cantidad de cada componente de la mezcla de concreto. Este instrumento es necesario para asegurar que la mezcla de concreto tenga las proporciones correctas.

Importante mencionar que también se utilizó instrumentos como herramientas de corte manuales como el **cutter, tijeras**, esto para fabricar las fibras de caucho de los dos Tamaños, Tamaño I ( 1 x 2cm), Tamaño II (1 x 4cm).

Finalmente, se utilizó un **Software de Análisis Estadístico** para analizar los resultados de los ensayos. Este instrumento es vital para determinar la resistencia a la flexión del concreto con la adición de fibras de caucho reciclado.

### 3.7 Validación y confiabilidad del instrumento

#### Validación

“Es esencial probar los instrumentos y procedimientos de recolección de datos que se han definido y diseñado para un estudio específico, antes de su aplicación final en la muestra seleccionada. El objetivo de esta prueba es confirmar la validez de estos instrumentos en relación con el problema que se está investigando..” Balestrini (1997:140)

Para la validación de datos de la investigación fué apropiado usar equipos o máquinas de laboratorio porque sin estas no se podría determinar los distintos valores de resistencia a flexión y compresión, específicamente se usó máquinas de ensayo a flexión y a compresión (las más importantes), éstas para determinar las resistencias a compresión y a flexión del concreto. Se siguió las indicaciones especificadas en las normas, NTP 339.078 y NTP 339.034 respectivamente y así como también las normas internacionales ASTM C39 y ASTM C78. cabe señalar que también se realizó estos ensayos adicionando los distintos porcentajes de fibras de caucho reciclado (en sus 2 tamaños) y variando también el agregado grueso (1/2” y 3/4”). Además vale mencionar que también fue apropiado usar los moldes de concreto (probetas cilíndricas y vigas prismáticas de concreto), las balanzas para cuantificar los pesos de los componentes del concreto y de las fibras de caucho reciclado, también las herramientas de cortes manuales como cúteres, tijeras, navajas, cuchillos, etc para obtener las fibras de caucho reciclado en sus dos tamaños ( 1x2cm y 1x4cm), softwares de análisis estadístico para facilitar el procesamiento de datos, me permitieron identificar más fácil las variaciones entre las variantes estudiadas.

Por último, la validación de los datos de la investigación se realizó a través de tabulaciones que comparaban los resultados de los ensayos de diferentes proporciones de fibras de caucho reciclado con el diseño tradicional. Los instrumentos y herramientas de laboratorio fueron fundamentales para esta investigación.

#### Confiabilidad

En este estudio, la confiabilidad del instrumento se refiere a la precisión y consistencia de los métodos y herramientas utilizados para medir la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos con adición de fibras de caucho reciclado. La confiabilidad se asegura a través de varios medios.

Primero, se utilizaron instrumentos de medición precisos y calibrados para recoger los datos. Estos instrumentos fueron mantenidos y calibrados regularmente para asegurar que proporcionen mediciones precisas y consistentes.

Además, los experimentos se realizaron varias veces para verificar la consistencia de los resultados. Los procedimientos experimentales fueron estandarizados para asegurar que los experimentos se puedan replicar de manera precisa.

Finalmente, los datos recogidos se analizaron utilizando métodos estadísticos apropiados. En este caso, se utilizó la fórmula específica para calcular la resistencia a la flexión, la fórmula se detalla en el acápe 2.2.1.3 Propiedades principales del concreto endurecido, ensayo de resistencia a la flexión del concreto, dicha fórmula tiene en cuenta varios factores, incluyendo la fuerza máxima aplicada, la longitud de la muestra, el ancho de la muestra y la profundidad de la muestra.

A través de estos métodos, se aseguró la confiabilidad del instrumento en esta investigación.

### 3.8 Procedimiento

#### Procedencia, Adquisición y Caracterización de Agregados:

Los componentes fundamentales de las mezclas de concreto son los agregados, siendo la arena el agregado fino y la piedra triturada el agregado grueso. (Valero, 2014).

Para esta investigación, los agregados se adquirieron de la cantera Andabamba – Huánuco, en el cual se extrajeron el agregado fino (arena) y el agregado grueso (Piedra triturada), cabe indicar que para el agregado grueso se extrajeron de 1/2" y de 3/4" según la investigación.

Los agregados Fino y Grueso se procedieron a almacenar en un ambiente libre de polvo e impurezas donde posteriormente se va elaborar las probetas cilíndricas de concreto y las vigas prismáticas de concreto.

#### Figura 22

*Agregado Fino y Grueso en Cantera Andabamba- Huánuco*



*Nota. Elaboración propia*

#### Figura 23

*Ubicación de la cantera Andabamba - Huánuco*



*Nota. Elaboración propia*

**Figura 23***Cantidades de agregado fino (arena gruesa) en el laboratorio**Nota. Elaboración propia***Figura 24***Cantidades de agregado grueso en el laboratorio**Nota. Elaboración propia***Procedencia, adquisición y caracterización de materiales**

## ✓ Agua

El agua que se usó en la investigación, específicamente para los ensayos, la fabricación de las probetas cilíndricas, las vigas prismáticas, y el curado de los moldes de concreto es agua potable de la ciudad de Huánuco, este componente cumple las especificaciones NTP 339.088 y la ASTM 1602, por ende esto nos garantiza que parte de los resultados serán los adecuados.

## Figura 25

*Agua potable de Huánuco para ensayos de laboratorio*



*Nota.* Elaboración propia

### ✓ Cemento

Para la investigación se dio uso el cemento portland Andino Tipo I, lo cual este cemento cumple con las especificaciones que se detallan en la normativa NTP 334.009 y la ASTM C150 y además es bien demandado y comercializado en Pillco Marca, Huánuco, suelen venir en presentaciones de bolsas de 42.5 kg y se encuentra en cualquier centro ferretero.

## Figura 26

*Adquisición del cemento Andino Tipo I*



*Nota.* Elaboración propia

### ✓ Fibras de caucho reciclado

Para la obtención de las fibras de caucho, se empezó a reciclar llantas por las distintas calles del distrito de Pillco Marca, una vez recolectado estas llantas, se procedió a cortar manualmente con las herramientas ya mencionadas anteriormente, esto para la obtención de las fibras de caucho que se adicionarán al concreto. Se obtuvo dos Tamaños de Fibras de 1x2cm y de 1x4cm en cantidades considerables.



## Figura 27

*Fibras de caucho reciclado*



*Nota.* Elaboración propia

### Sección y longitudes de especímenes

Los especímenes que se han ensayado o usado son las probetas cilíndricas de 15cm de diámetro por 30cm de altura, las cuales cumplen con las especificaciones NTP 339.034 y las vigas prismáticas de concreto de 15x15x55cm las cuales también cumplen con lo establecido en la NTP 339.078 Y la ASTM C78.

### Moldes para las probetas cilíndricas y para las vigas prismáticas

El molde que se usó para elaborar las probetas cilíndricas de concreto fueron moldes metálicos ya que son rígidos no absorbentes y además son capaces de soportar las condiciones de trabajo, así como También cumplen la norma ASTM C31.

Para la elaboración de las vigas prismáticas se usaron moldes de madera ya que éstas no eliminan el agua de diseño, además éstas estuvieron en condiciones ideales, con diseños claramente establecidos y libres de cualquier deformación o alabeo.

## Figura 28

*Moldes para probetas cilíndricas*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 29***Moldes para vigas prismáticas*

Nota. Elaboración propia

**Muestreo representativo**

Una muestra de concreto fresco mezclado, se coloca en un molde con forma de cono trunco, y se compacta por varillado. El molde se retira hacia arriba permitiendo que el concreto se asiente. La distancia vertical entre la posición inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se informa como el asentamiento del concreto. (NTP 339.035)

Para la investigación se usó los aparatos según indica la normativa mencionada NTP 339.035, como son las siguientes:

- ✓ Moldes. Se uso molde metálico en el cual no presentó abolladuras ni deformaciones, según especifica la normativa.
- ✓ Barra compactadora. En la investigación se usó varilla de 5/8" de diámetro con una longitud de 60cm.
- ✓ Dispositivo de medida. Se dio uso una wincha metálica de 5m para medir el asentamiento del concreto.
- ✓ Cucharón. Se usó un cucharón estándar para obtener la cantidad suficiente de concreto del recipiente y llevarla al molde sin derramar.



**Figura 30**

*Prueba de asentamiento en el concreto en estado fresco*



*Nota.* Elaboración propia

**Preparación de probetas cilíndricas y vigas prismáticas**

Para la preparación o elaboración de éstos testigos de concreto se siguió los procedimientos que señalan en la normativa nacional NTP 339.183, 2013 (CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio), esto detallaremos de la siguiente manera:

- ✓ Mezclado del concreto. Para el estudio el mezclado se hizo a mano, en un recipiente (Batéa) impermeable limpio y humedecido, con una pala redondeada que normalmente usan los albañiles.

**Figura 31**

*Batéa y pala para mezcla del concreto*



*Nota.* Elaboración propia

- ✓ Elaboración de las probetas cilíndricas y las vigas prismáticas. El lugar de moldeo se hizo en el laboratorio en el cual se tuvo en cuenta que la superficie fue rígida libre de perturbaciones o vibraciones, posteriormente se colocó el concreto a los moldes,

nos ayudamos de una lampa, además cabe recalcar que añadió solo muestras representativas de la tanda.

- ✓ Número de capas. Según nos indica la normativa NTP 339.183 se consideró 3 capas de igual profundidad tanto para las probetas cilíndricas y las vigas prismáticas de concreto.

**Tabla 22**

*Número de capas requeridas por espécimen*

Tipo y tamaño de espécimen mm (pulg)	Modo de consolidación	Número de capas de aproximadamente igual profundidad
<b>Cilindros</b>		
<b>Diámetro en mm (pulg)</b>		
75 a 100 ( 3 o 4)	varillado	2
150 (6)	varillado	3
225 (9)	varillado	4
Hasta de 225 (9)	vibración	2
<b>Prismas y cilindros horizontales para escurrimiento plástico:</b>		
<b>Profundidad en mm (pulg)</b>		
Hasta 200 (8)	varillado	2
Más de 200 (8)	varillado	3 o más
Hasta 200 (8)	vibración	1
Más de 200 (8)	vibración	2 o más

*Nota.* Adaptado de NTP 339.183, 2013

- ✓ Consolidación. Para la investigación el tipo de consolidado fue el varillado mas no el vibrado, para saber en número de golpes por cada capa y el diámetro de la varilla se siguió la tabla de la NTP 339.183, el cual es el siguiente.

<b>CILINDRO</b>		
Diámetro del cilindro mm (pulg)	Diámetro de la varilla mm (pulg)	Número de golpes/capa
75 (3) a < 150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200 (8)	16 (5/8)	50
250 (10)	16 (5/8)	75
<b>VIGAS YPRISMAS</b>		
Área Superficial superior del espécimen cm <sup>2</sup> (pulg <sup>2</sup> )	Diámetro de la varilla mm (pulg)	Número de golpes/capa
160 (25) o menos	10 (3/8)	25
165 a 310 (26 a 49)	10 (3/8)	Una por cada 7 cm <sup>2</sup> (1 pulg <sup>2</sup> ) de superficie
320 (50) a más	16 (5/8)	una por cada 14 cm <sup>2</sup> (2pulg <sup>2</sup> ) de superficie
<b>CILINDROS HORIZONTALES PARA ESCURRIMIENTO PLASTICO</b>		
Diámetro del cilindro mm (pulg)	Diámetro de la varilla mm (pulg)	Número de golpes/capa
150 (6)	16 (5/8)	50 total, 25 a lo largo de ambos lados del eje

Entonces según el cuadro se usó varilla de 5/8" de diámetro y el número de golpes para consolidar fue de 25 por cada capa, Cabe señalar que se varilló cada capa inferior en toda su profundidad, se distribuyó los golpes de manera uniforme por toda la sección del molde, finalmente para eliminar las burbujas grandes de aire se golpeó los lados del molde entre 10 a 15 veces con el martillo de goma.

### Figura 32

*Consolidación por varillado*



*Nota.* Elaboración propia

- ✓ Acabado. Luego de que se consolidó los moldes o testigos de concreto (probetas cilíndricas o vigas prismáticas) por varillado, se procedió a enrasar las superficies del concreto con una plancha de albañil, esto se hizo para producir una superficie plana que esté nivelada con el borde del molde y además para que no tenga depresiones.
- ✓ Finalmente, después de dar el acabado, los especímenes de concreto se cubrieron con un material no absorbente, no reactivo para prevenir la evaporación del agua del concreto no endurecido (pérdida de humedad), luego se procedió a desmoldarlos especímenes después de 24h +- 8h después del vaciado para posteriormente ser ensayados.

### Figura 33

*Probetas cilíndricas para ensayo a compresión*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 34***Vigas prismáticas para ensayo a flexión**Nota. Elaboración propia***Ensayo a compresión de las probetas cilíndricas**

El procedimiento implica someter a los cilindros moldeados a una presión axial dentro de un rango específico hasta que se produzca la ruptura. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga máxima obtenida durante la prueba por el área de la sección transversal del espécimen, Se siguió los procedimientos de la normativa nacional NTP 339.034 (Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas).

**Figura 35***Ensayo a compresión en laboartorio**Nota. Elaboración propia*

En la investigación se ensayó 3 probetas cilíndricas para cada edad de ensayo ( 7, 14 y 28 días) y además se consideró 2 tamaños de agregado grueso (1/2" y de 3/4") todo esto para el concreto patrón y para el concreto adicionado se consideró 3 porcentajes de adición con



respecto al peso de la arena gruesa (4.5%, 9% y 13.5%), haciendo un total de 126 probetas cilíndricas que se sometieron a este ensayo.

### **Ensayo a flexión de las vigas prismáticas**

Este procedimiento de prueba implica aplicar una carga en los tercios de la longitud de la viga hasta que se produzca la ruptura o falla. Dependiendo de la ubicación de la falla, ya sea dentro del tercio medio o a una distancia no mayor al 5% de la longitud libre, se calculará el módulo de rotura.

Para la investigación se usaron vigas de 15x15x55cm, las cuales estas medidas cumplen con lo especificado en la norma, al igual que para las probetas cilíndricas se ensayaron a 3 edades de ensayo (7, 14 y 28 días), y también se consideró 2 tamaños de agregado grueso de 1/2" y de 3/4", también se adicionaron tres porcentajes de fibras de caucho reciclado y en sus dos Tamaños, tal y como se detalló en el acápe 3.3 seleccion de muestra.

Cabe señalar que para su ensayo se siguió las indicaciones de la norma técnica peruana NTP 339.078

### **Figura 36**

*Ensayo a flexión en laboartorio*



*Nota.* Elaboración propia

## **3.9 TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS**

### **3.9.1 ENSAYO DE AGREGADOS**

#### **3.9.1.1 ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Para realizar este ensayo en los agregados (finos y gruesos) se siguió las especificaciones de las normativas NTP 400.012, MTC E204, ASTM C-136.

##### **3.9.1.1.1 AGREGADO FINO**

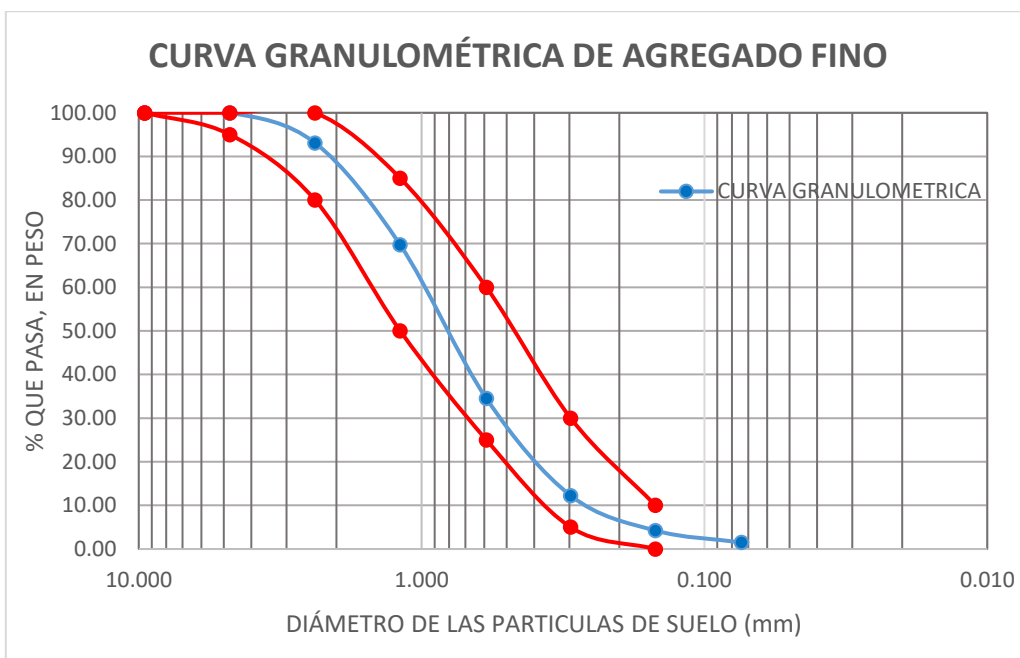
### **Tabla 23**

*Análisis granulométrico del agregado Fino*

TAMIZ N°	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00
No 4	4.760	0.0	0.00	0.00	100.00
No 8	2.380	351.0	6.91	6.91	93.09
No 16	1.190	1188.0	23.38	30.29	69.71
No 30	0.590	1789.0	35.21	65.50	34.50
No 50	0.297	1131.0	22.26	87.76	12.24
No 100	0.149	407.0	8.01	95.77	4.23
No 200	0.074	139.0	2.74	98.50	1.50
F	0.000	76.0	1.50	100.00	0.00
TOTAL		5081.0	100.00		

Gráfico 1

Curva Granulométrica del Agregado Fino



Nota. Elaboración del laboratorio.

Se puede observar que la curva granulométrica cumple con los límites granulométricos de la normativa nacional NTP 400.037, 2001. Además, se determinó un módulo de fineza de 2.86

### 3.9.1.1.1 AGREGADO GRUESO

#### AGREGADO GRUESO DE 1/2"

**Tabla 24**

*Análisis granulométrico del Agregado Grueso 1/2"*

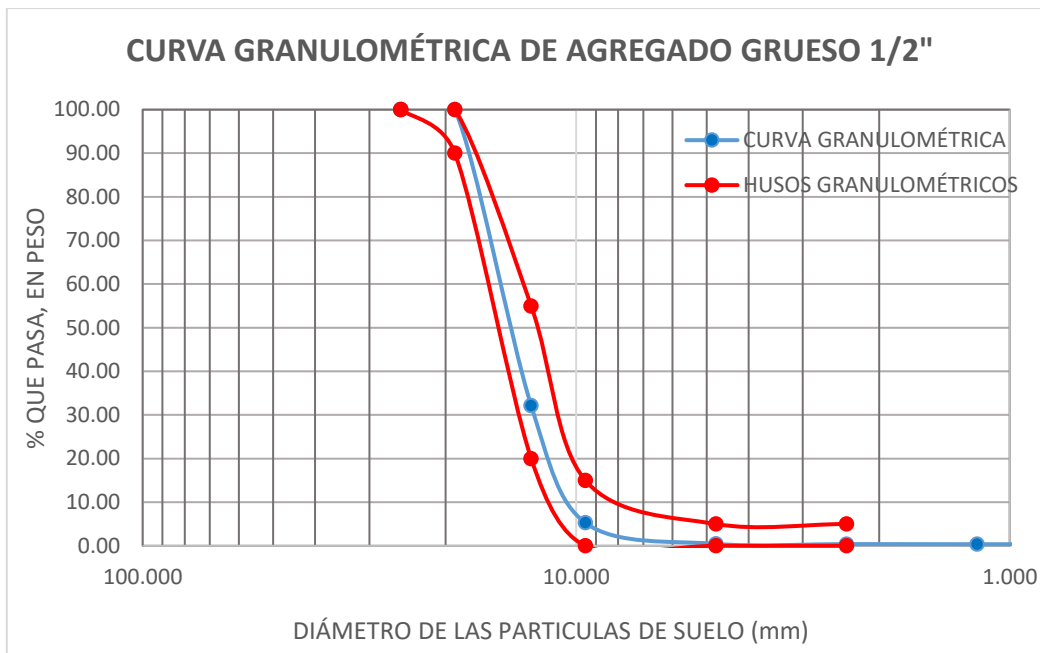
TAMIZ N°	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	<b>3537.0</b>	67.86	67.86	32.14
3/8"	9.525	<b>1400.0</b>	26.86	94.72	5.28
No 4	4.760	<b>252.0</b>	4.83	99.56	0.44
No 8	2.380	<b>2.0</b>	0.04	99.60	0.40
No 16	1.190	<b>2.0</b>	0.04	99.64	0.36
No 50	0.297	<b>2.0</b>	0.04	99.67	0.33
No 100	0.149	<b>2.0</b>	0.04	99.71	0.29
F	0.000	<b>15.0</b>	0.29	100.00	0.00
TOTAL		5212.0	100.00		

*Nota.* Elaboración del laboratorio.

Según la Tabla 8 Requisitos Granulométricos para el agregado grueso, usando los porcentajes pasantes del ensayo granulométrico, se verificó que la granulometría se ajusta al HUSO 6, por lo tanto se dio uso a los límites correspondientes para ese HUSO. Además presenta un modulo de fineza de 6.93

#### **Gráfico 2**

*Curva Granulométrica del Agregado Grueso 1/2"*



Nota. Elaboración del laboratorio.

### AGREGADO GRUESO DE 3/4"

**Tabla 25**

*Análisis granulométrico del Agregado Grueso 3/4"*

TAMIZ N°	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	<b>4061.0</b>	77.92	77.92	22.08
3/8"	9.525	<b>1133.0</b>	21.74	99.65	0.35
No 4	4.760	<b>2.0</b>	0.04	99.69	0.31
No 8	2.380	<b>2.0</b>	0.04	99.73	0.27
No 16	1.190	<b>2.0</b>	0.04	99.77	0.23
No 50	0.297	<b>2.0</b>	0.04	99.81	0.19
No 100	0.149	<b>2.0</b>	0.04	99.85	0.15
F	0.000	<b>8.0</b>	0.15	100.00	0.00
TOTAL		5212.0	100.00		

Nota. Elaboración del laboratorio.

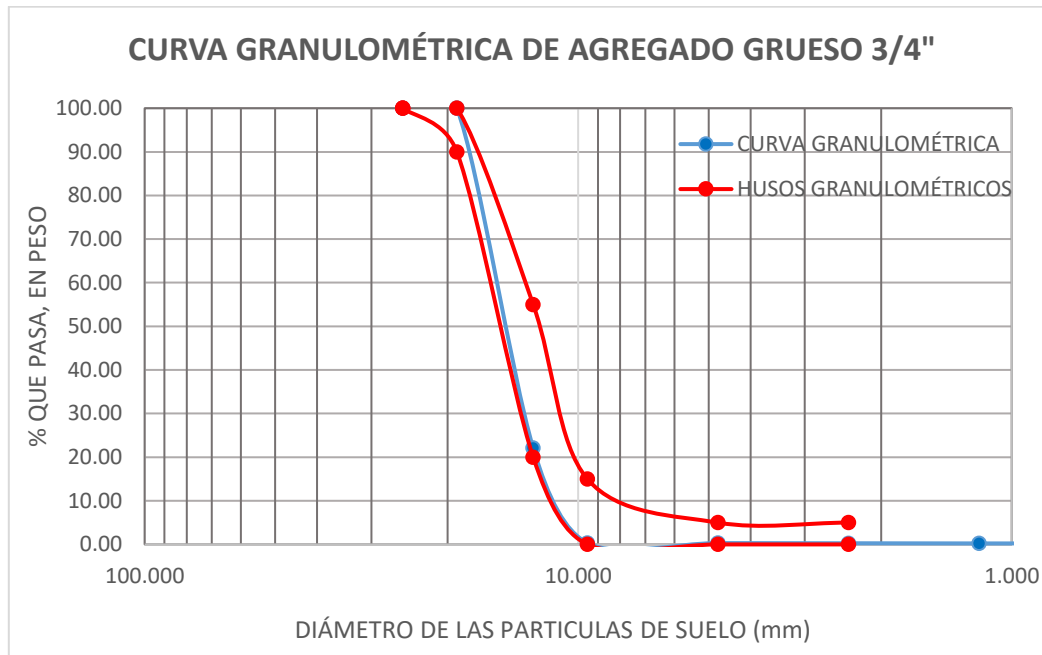
Según la Tabla 8 Requisitos Granulométricos para el agregado grueso, usando los porcentajes pasantes del ensayo granulométrico, se verificó que la granulometría se ajusta



al HUSO 6, por lo tanto se dio uso a los límites correspondientes para ese HUSO. Además se sabe que presenta un modulo de Fineza de 6.99

### Gráfico 3

Curva Granulométrica del Agregado Grueso 3/4"



Nota. Elaboración del laboratorio.

#### 3.9.1.2 ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

Para este ensayo se siguió las especificaciones de la normativa americana ASTM D-2216 lo cual se usó para agregados gruesos y también para los agregados finos.

Para calcularlo se usó la siguiente Fórmula:

$$W = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100$$

Dónde:

W = es el contenido de humedad (%)

$M_{cws}$  = es el peso del contenedor + el suelo húmedo (gr)

$M_{cs}$  = es el peso del contenedor + el suelo secado en horno (gr)

$M_c$  = es el peso del contenedor (gr)

$M_w$  = es el peso del agua (gr)

$M_S$  = es el peso de las partículas sólidas (gr)

### 3.9.1.2.1 AGREGADO FINO

**Tabla 26**

*Contenido de humedad para el Agregado Fino (arena gruesa)*

<b>AGREGADO FINO</b>			
<b>N TARA</b>	<b>M - 1</b>	<b>M - 2</b>	<b>M - 3</b>
W. Tara	0		
W. Tara + M.H.	0		
W.M.H.	488	480	487
W. Tara + M. Seca			
W. Muestra Seca	477	470	478
W. Agua	13	10	8
Cont. Humedad	2.73	2.13	1.67
<b>C.H. Promedio</b>	<b>2.18</b>		

*Nota.* Elaboración del laboratorio.

### 3.9.1.2.2 AGREGADO GRUESO

#### AGREGADO GRUESO DE 1/2" Y DE 3/4"

**Tabla 27**

*Contenido de humedad para el Agregado Grueso (Piedra chancada de 1/2" y de 3/4")*

<b>AGREGADO GRUESO DE 1/2" y 3/4"</b>			
<b>N TARA</b>	<b>M - 1</b>	<b>M - 2</b>	<b>M - 3</b>
W. Tara	0		
W. Tara + M.H.	0		
W.M.H.	577	679	556
W. Tara + M. Seca			
W. Muestra Seca	573	675	552
W. Agua	4	3	6
Cont. Humedad	0.70	0.44	1.09
<b>C.H. Promedio</b>	<b>0.74</b>		

*Nota.* Elaboración del laboratorio.

Por lo tanto, mediante este ensayo se determinó los contenidos de Humedad tanto para agregado fino y grueso.

Contenido de Humedad A. Fino= 2.18%

Contenido de Humedad A. Grueso= 0.74%

### 3.9.1.3 ENSAYO DE PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (PESO SUELTO Y COMPACTO)

El ensayo se realizó de acuerdo a la normativa ASTM C-29 por el método del apisonado para los agregados, tanto finos y gruesos, también cabe indicar que se siguió todos los procedimientos de dicha normativa en cuanto a los equipos y herramientas, la descripción del proceso, etc.

#### 3.9.1.3.1 AGREGADO FINO

**Tabla 28**

*Peso Unitario del Agregado Fino*

<b>PESO UNITARIO AGREGADO FINO</b>			
<b>N DE MUESTRA</b>	<b>M -1</b>	<b>M -2</b>	<b>M -3</b>
DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	15.1	15.1	15.1
ALTURA DEL MOLDE (cm)	15.3	15.3	15.3
PESO DEL MOLDE (gr)	1781	1781	1781
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2739.91	2739.91	2739.91
W. MOLDE + MASA SUELTA (gr)	5955	5820	6020
W. MOLDE + MASA COMP. (gr)	6555	6500	6640
W. PROMEDIO SUELTO. (gr)	5931.67		
W. PROMEDIO COMPAC. (gr)	6565.00		
<b>PU. SUELTO (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.16</b>		
<b>P.U. COMPACT (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.40</b>		

*Nota.* Elaboración del laboratorio.

#### 3.9.1.3.1 AGREGADO GRUESO

##### AGREGADO GRUESO DE 1/2"

**Tabla 29**

*Peso Unitario del Agregado Grueso de 1/2"*

<b>PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO 1/2"</b>			
<b>N DE MUESTRA</b>	<b>M -1</b>	<b>M -2</b>	<b>M -3</b>
DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	25.1	25.1	25.1
ALTURA DEL MOLDE (cm)	27.8	27.8	27.8
PESO DEL MOLDE (gr)	5831	5831	5831
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	13755.71	13755.71	13755.71
W. MOLDE + MASA SUELTA (gr)	25035	25370	25610
W. MOLDE + MASA COMP. (gr)	26485	26290	26500
W. PROMEDIO SUELTO. (gr)	25338.33		
W. PROMEDIO COMPAC. (gr)	26425.00		
<b>PU. SUELTO (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.84</b>		
<b>P.U. COMPACT (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.92</b>		

*Nota.* Elaboración del laboratorio.

**AGREGADO GRUESO DE 3/4"****Tabla 30***Peso Unitario del Agregado Grueso de 3/4"*

<b>PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO 3/4"</b>			
<b>N DE MUESTRA</b>	<b>M -1</b>	<b>M -2</b>	<b>M -3</b>
DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	25.1	25.1	25.1
ALTURA DEL MOLDE (cm)	27.8	27.8	27.8
PESO DEL MOLDE (gr)	5831	5831	5831
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	13755.71	13755.71	13755.71
W. MOLDE + MASA SUELTA (gr)	25225	25810	26310
W. MOLDE + MASA COMP. (gr)	26955	26770	27220
W. PROMEDIO SUELTO. (gr)	25781.67		
W. PROMEDIO COMPAC. (gr)	26981.67		
<b>PU. SUELTO (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.87</b>		
<b>P.U. COMPACT (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.96</b>		

*Nota.* Elaboración del laboratorio.

Entonces con este ensayo se resume los siguientes datos para cada agregado

**AGREGADO FINO (Arena Gruesa)**

P.U. SUELTO (gr/cm<sup>3</sup>) = 2.16

P.U. COMPACT (gr/cm<sup>3</sup>) = 2.40

**AGREGADO GRUESO (Piedra Chancada de 1/2")**

P.U. SUELTO (gr/cm<sup>3</sup>) = 1.84

P.U. COMPACT (gr/cm<sup>3</sup>) = 1.92

**AGREGADO GRUESO (Piedra Chancada de 3/4")**

P.U. SUELTO (gr/cm<sup>3</sup>) = 1.87

P.U. COMPACT (gr/cm<sup>3</sup>) = 1.96

**3.9.1.4 ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS****3.9.1.4.1 AGREGADO FINO**

Para este ensayo se siguió las indicaciones de la normativa americana ASTM C-128 en sus Equipos y Herramientas, en su descripción del proceso, etc.

Asimismo se usó la siguiente fórmula para calcular los pesos específicos y su absorción de los agregados finos.

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B + S - C}$$

$$\text{Peso específico aparente (S.S.S.)} = \frac{A}{B + S - C}$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{B + A - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{S - A}{A} \times 100$$

Dónde:

A = Peso al aire de la muestra desecada (gr)

B = Peso del picnómetro aforado lleno de agua (gr)

C = Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua (gr)

S = Peso de la muestra saturada, con la superficie seca (gr)

S. S. S. = Saturado con superficie seca

**Tabla 31**

*Ensayo de Peso específico y Absorción de Agregado fino (arena gruesa)*

	<b>MUESTRA</b>
<b>Wfiola + agua (B)</b>	648.30
<b>Wsss (S)</b>	330.00
<b>Wfiola + agua + arena (C)</b>	846.40
<b>Ws (A)</b>	325.00

P.E. Aparente  gr/cm<sup>3</sup>

P.E. Aparente (S.S.S)  gr/cm<sup>3</sup>

P.E. Nominal  gr/cm<sup>3</sup>

Absorción  %

*Nota.* Elaboración del laboratorio.

### 3.9.1.4.2 AGREGADO GRUESO

Para realizar los ensayos de peso específico y absorción en cuanto a los agregados gruesos se siguió las especificaciones de la norma ASTM C-127 en todos sus ácapes.

Para determinarlo usaremos la siguiente formula:

$$\begin{aligned} \text{Peso específico aparente} &= \frac{A}{B - C} \\ \text{Peso específico aparente (S.S.S.)} &= \frac{A}{B - C} \\ \text{Peso específico nominal} &= \frac{A}{A - C} \\ \text{Absorción} &= \frac{B - A}{A} \times 100 \end{aligned}$$

Donde:

A = Peso al aire de la muestra seca (gr)

B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)

C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)

S. S. S. = Saturado con Superficie Seca

### AGREGADO GRUESO DE 1/2"

**Tabla 32**

*Ensayo de Peso específico y Absorción de Agregado Grueso ( Piedra Chancada de 1/2")*

	<b>MUESTRA</b>
<b>W<sub>sss</sub> (gr) (B)</b>	1018.60
<b>W sumerg + W canastilla (gr) (C)</b>	638.80
<b>W canastilla (gr)</b>	143.80
<b>W<sub>s</sub> (A)</b>	1007.80
<b>W<sub>b</sub></b>	494.8

P.E. Aparente 2.654 gr/cm<sup>3</sup>

P.E. Aparente (S.S.S) 2.654 gr/cm<sup>3</sup>

P.E. Nominal 2.731 gr/cm<sup>3</sup>

Absorción 1.072 %

*Nota.* Elaboración del laboratorio.

**AGREGADO GRUESO DE 3/4"****Tabla 33***Ensayo de Peso específico y Absorción de Agregado Grueso ( Piedra Chancada de 3/4")*

	<b>MUESTRA</b>
<b>W<sub>sss</sub> (gr) (B)</b>	1015.40
<b>W sumerg + W canastilla (gr) (C)</b>	629.70
<b>W canastilla (gr)</b>	143.70
<b>W<sub>s</sub> (A)</b>	995.54
<b>W<sub>b</sub></b>	485.7

P.E. Aparente 2.581 gr/cm<sup>3</sup>

P.E. Aparente (S.S.S) 2.581 gr/cm<sup>3</sup>

P.E. Nominal 2.721 gr/cm<sup>3</sup>

Absorción 1.995 %

*Nota.* Elaboración del laboratorio.

**3.9.2 DISEÑO DE MEZCLAS****3.9.2.1 CEMENTO**

Para la investigación se usó cemento Tipo I en la marca ANDINO, este cemento cumple con la normativa ASTM C150, también cumple con la normativa nacional NTP 334.090, cabe indicar que normalmente este cemento es bastante comercial y de buena demanda en el distrito de Pillco Marca y en la ciudad de Huánuco en general, viene en bolsas de 42.5 kg y presenta un Peso específico de 3.11 gr/cm<sup>3</sup>.

**3.9.2.2 AGREGADOS NATURALES**

Respecto a los agregados se usó agregados naturales provenientes de la cantera Andabamba Huánuco, ya que fue de fácil acceso y además hace ventas en cantidades menores.

**RESULTADOS OBTENIDOS****MÓDULO DE FINEZA**

Módulo de Fineza del agregado Fino = 2.86

Módulo de Fineza del agregado Grueso 1/2" = 6.93

Módulo de Fineza del agregado Grueso 3/4" = 6.99

**CARÁCTERÍSTICAS FÍSICAS**

**Tabla 34***Características físicas de los agregados*

<b>AGREGADOS NATURALES</b>	<b>Tamaño máximo</b>	<b>Tamaño Max. Nominal</b>	<b>% que pasa la malla N°200</b>
Agregado fino			1.50
Agregado Grueso 1/2"	3/4"	1/2"	0.00
Agregado Grueso 3/4"	1"	3/4"	0.00

Nota. Elaboración propia

**ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS****AGREGADO FINO**Peso específico Nominal (gr/cm<sup>3</sup>) = 2.561

Porcentaje de Absorción (%) = 1.538

**AGREGADO GRUESO****AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 1/2")**Peso específico Nominal (gr/cm<sup>3</sup>) = 2.731

Porcentaje de Absorción (%) = 1.078

**AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 3/4")**Peso específico Nominal (gr/cm<sup>3</sup>) = 2.721

Porcentaje de Absorción (%) = 1.995

**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (PESO SUELTO Y COMPACTO)****AGREGADO FINO**PU. Suelto (gr/cm<sup>3</sup>) = 2.16PU. Compactado (gr/cm<sup>3</sup>) = 2.40**AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 1/2")**PU. Suelto (gr/cm<sup>3</sup>) = 1.84PU. Compactado (gr/cm<sup>3</sup>) = 1.92**AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 3/4")**PU. Suelto (gr/cm<sup>3</sup>) = 1.87PU. Compactado (gr/cm<sup>3</sup>) = 1.96**CONTENIDO DE HUMEDAD**



Agregado Fino = 2.18 %

Agregado Grueso = 0.74 %

### 3.9.2.3 AGUA

Para mi investigación se usó agua potable del laboratorio, este elemento cumple con los requisitos de la normativa nacional NTP 339.088.

### CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES

Para calcular las proporciones se siguió las proporciones de la normativa internacional ACI 211.1, en el cual lograremos proporciones basado en peso estimado del concreto por volumen unitario y en el volumen absoluto ocupado por los componentes del concreto.

Este método nos proporcionó una aproximación preliminar de las cantidades de materiales que fueron necesarios para nuestra mezcla de concreto, luego se efectuó unos ajustes con el objetivo de lograr las proporciones deseadas en el concreto fresco y endurecido.

Se siguió los pasos de la normativa ACI 211.1, las cuales son las siguientes:

1. Elección del revenimiento.
2. Elección del tamaño máximo de agregado.
3. Cálculo del agua de mezclado y el contenido de aire.
4. Selección de la relación agua- cemento.
5. Cálculo del contenido de cemento.
6. Estimación del contenido de agregado grueso.
7. Estimación del contenido de agregado fino
8. Ajuste por humedad del agregado.
9. Ajustes en las mezclas de prueba.

### CÁLCULO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO ( $f'_{cr}$ )

Como bien se sabe que para calcular la resistencia promedio, existen dos criterios una es cuando se tiene datos disponibles para establecer una desviación estandar, la otra es cuando no disponemos de datos para establecer una desviación estándar. Nosotros no disponemos de datos suficientes, es por eso que se calculó de la siguiente manera.

**Tabla 35**

*Resistencia promedio requerida a la compresion (Mpa), ACI 318.05*

<b>Resistencia especificada a la compresión, MPa</b>	<b>Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa</b>
--	--

$f'c < 20$	$f'cr = f'c + 7.0$
$20 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8.5$
$f'c > 35$	$f'cr = 1.10f'c + 5.0$

Nota. Elaboración propia

En nuestra investigación se usó la segunda forma  $f'cr = f'c + 8.5$ , ya que la resistencia de diseño en la cual propusimos es de 210 kg/cm<sup>2</sup>, es decir 20.594 Mpa.

### SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

Para la investigación se consideró un asentamiento de 3" a 4"

### CANTIDAD DE AGUA

El volumen de agua requerido por cada unidad de volumen de concreto para lograr el asentamiento deseado está influenciado por factores como el tamaño máximo, perfil, textura y granulometría de los agregados, así como la cantidad de aire incorporado. Sin embargo, la cantidad de cemento no afecta significativamente este volumen. Por lo tanto, el volumen de agua por m<sup>3</sup> se mide en litros/m<sup>3</sup> para el Tamaño Nominal Máximo (TNM) de los agregados y la consistencia especificada, entonces se eligió la cantidad de agua para cada tamaño de agregado.

**Tabla 36**

*Selección de V. Unit de agua para agregado de 1/2"*

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Asentamiento	Agua en 1/m <sup>3</sup> para los tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados.							
1"= 25mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
<b>Concreto sin aire incorporado</b>								
1 a 2"	207.00	199.00	190.00	179.00	166.00	154.00	130.00	113.00
3 a 4"	228.00	216.00	205.00	193.00	181.00	169.00	145.00	124.00
6 a 7"	243.00	228.00	216.00	202.00	190.00	178.00	160.00	
<b>Concreto con aire incorporado</b>								
1 a 2"	181.00	175.00	168.00	160.00	150.00	142.00	122.00	107.00
3 a 4"	202.00	193.00	184.00	175.00	165.00	157.00	133.00	119.00
6 a 7"	216.00	205.00	197.00	184.00	174.00	166.00	154.00	

Nota. Elaboración propia

**Tabla 37**

Selección de V. Unit de agua para agregado de 3/4"

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Asentamiento	Agua en 1/m <sup>3</sup> para los tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados.							
1"= 25mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
<b>Concreto sin aire incorporado</b>								
1 a 2"	207.00	199.00	190.00	179.00	166.00	154.00	130.00	113.00
3 a 4"	228.00	216.00	205.00	193.00	181.00	169.00	145.00	124.00
6 a 7"	243.00	228.00	216.00	202.00	190.00	178.00	160.00	
<b>Concreto con aire incorporado</b>								
1 a 2"	181.00	175.00	168.00	160.00	150.00	142.00	122.00	107.00
3 a 4"	202.00	193.00	184.00	175.00	165.00	157.00	133.00	119.00
6 a 7"	216.00	205.00	197.00	184.00	174.00	166.00	154.00	

Nota. Elaboración propia

Por lo tanto, la cantidad de agua que se va requerir es:

Agregado Grueso de 1/2" = 216.00 Lt/m<sup>3</sup>

Agregado Grueso de 3/4" = 205.00 Lt/m<sup>3</sup>

### CONTENIDO DEL AIRE

Para saber el contenido de aire atrapado según el tamaño máximo nominal del agregado grueso se usó la Tabla 11.2.1 del autor Riva Lopez, 1992, lo cual está basado en la normativa ASTM C33.

**Tabla 38**

Contenido de aire atrapado (Rivva López, 1992)

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Nota. Elaboración propia

Por lo tanto tenemos:

Agregado Grueso de 1/2"= 2.50%

Agregado Grueso de 3/4"= 2.00%

### RELACIÓN AGUA/CEMENTO (A/C)

En cuanto a la relación Agua/Cemento, este no depende del tamaño del agregado grueso, sino de la resistencia promedio del concreto, nuestra resistencia promedio de concreto fue de  $f'_{cr} = 296.68 \text{ kg/cm}^2$ . A continuación se muestra la Tabla de Relación agua/cemento de la normativa ACI 318.05.

**Tabla 39**

*Relación agua/cemento*

$f'_{cr}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) (28 días)	Relación de agua - cemento de diseño en peso	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
150.00	0.80	0.71
200.00	0.70	0.61
250.00	0.62	0.53
300.00	0.55	0.46
350.00	0.48	0.40
400.00	0.43	
450.00	0.38	

*Nota.* Elaboración propia

Para hallar nuestra relación agua/cemento se determinó por interpolación ya que nuestra resistencia promedio de concreto fue de  $296.68 \text{ kg/cm}^2$ .

250.00 --- 0.62

296.68 --- X

300.00 ---0.55

Luego de la interpolación se determinó que la relación agua/cemento que se usará en la investigación es de 0.555

### FACTOR CEMENTO

Aquí se determinó el Factor cemento en kg y la cantidad de bolsas que se usó en el diseño de mezclas para cada tamaño de agregado.

Para determinar el Factor cemento, lo que se hizo es dividir la cantidad de agua necesaria entre la relación agua cemento.

Para Determinar la cantidad de bolsas de cemento, lo que se hizo es dividir el Factor cemento entre el peso de la bolsa del cemento, a continuación se presentan los resultados.

**Tabla 40**

*Factor Cemento (Kg) y Cantidad de bolsas (Bls)*

TAMAÑO DE GRAVA	1/2"	3/4"
Factor Cemento (kg)	389.19	369.37
Cemento (Bls)	9.16	8.69

*Nota.* Elaboración propia

### VOLUMEN ABSOLUTO DE LA PASTA

Para determinar el volumen absoluto de la pasta de los agregados gruesos (1/2" y 3/4"), lo que se hizo es determinar los volúmenes unitarios de cada componente (cemento, agua, aire), luego se sumó cada uno para obtener finalmente el volumen absoluto de la pasta para cada agregado grueso, a continuación se muestra los resultados para cada agregado grueso.

**Tabla 41**

*Volumen absoluto de la pasta de 1/2"*

VOLUMEN ABSOLUTO DE LA PASTA (1/2")			
Factor Cemento (kg)	389.19	3.11	0.13
Agua (Lt)	216.00	1.00	0.22
Aire (%)	2.50	100.00	0.03
<b>Vol. De la Pasta</b>			<b>0.37</b>

*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 42**

*Volumen absoluto de la pasta de 3/4"*

VOLUMEN ABSOLUTO DE LA PASTA (3/4")			
Factor Cemento (kg)	369.37	3.11	0.12
Agua (Lt)	205.00	1.00	0.21
Aire (%)	2.00	100.00	0.02
<b>Vol. De la Pasta</b>			<b>0.34</b>

*Nota.* Elaboración propia

**Entonces se tiene:**

Volúmen absoluto de la pasta de la 1/2" = 0.37

Volúmen absoluto de la pasta de la 3/4" = 0.34

### VOLUMEN DE AGREGADOS

En cuanto al Volumen de agregados, para determinarlo se restó 1 menos los volúmenes absolutos de cada pasta de agregado.

**Tabla 43**

*Volumen absoluto de los agregados 1/2" y 3/4"*

<b>TAMAÑO DE GRAVA</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>
Volumen absoluto de los agregados	0.63	0.66

*Nota.* Elaboración propia

**Entonces se tiene:**

Volúmen absoluto del agregado de 1/2" = 0.63

Volúmen absoluto del agregado de 3/4" = 0.66

### **MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS**

El cálculo del módulo de fineza puede llevarse a cabo de dos formas distintas. Una opción es seguir el método del ACI, que implica el uso de la tabla A1.5.3.6 para determinar el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto. La otra opción es utilizar la tabla elaborada por Stanton Walker.

**Tabla 44**

*Volumen absoluto de los agregados 1/2" y 3/4"*

<b>Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso</b>	<b>Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en bolsas por m3 indicados</b>			
	<b>6.00</b>	<b>7.00</b>	<b>8.00</b>	<b>9.00</b>
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
<b>1/2"</b>	4.46	4.54	4.61	4.69
<b>3/4"</b>	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

*Nota.* Elaboración propia

Como bien sabemos para el agregado grueso de 1/2" se determinó que se usarán 9.16 bolsas de cemento por cada metro cúbico y para el agregado grueso de 3/4" se determinó que se usarán 8.69 bolsas de cemento por cada metro cúbico, sin embargo estas cantidades no figuran en la Tabla, por lo que se procedió a interpolar, quedándonos entonces los siguientes módulos de fineza.

Módulo de Fineza para agregado grueso de 1/2" = 4.70

Módulo de Fineza para agregado grueso de 3/4" = 5.17

## PORCENTAJE DE INTERVENCIÓN DEL AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO

Para hallar los porcentajes de intervención de los agregados se usó las siguientes fórmulas:

$$R_f = \frac{M_g - M}{M_g - M_f}$$

$$R_g = 1 - R_f$$

Dónde:

$R_f$  : Valor que representa el porcentaje de agregado fino

$R_g$ : Valor que representa el porcentaje de agregado grueso.

$M_g$ : Módulo de fineza del agregado grueso.

$M_f$ : Módulo de fineza del agregado fino.

$M$ : Módulo de fineza de la combinación de agregados.

Entonces a continuación se muestra los valores.

**Tabla 45**

*Porcentaje de Intervención de agregado grueso de 1/2" y agregado fino*

AGREGADO 1/2"	%AG
Mg	6.93
Mf	2.86
M	4.7
<b>Rf</b>	<b>0.55</b>
<b>Rg</b>	<b>0.45</b>

*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 46**

*Porcentaje de Intervención de agregado grueso de 3/4" y agregado fino*

AGREGADO 3/4"	%AG
Mg	6.99
Mf	2.86
M	5.17
<b>Rf</b>	<b>0.44</b>
<b>Rg</b>	<b>0.56</b>

*Nota.* Elaboración propia

## CÁLCULO DEL VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS

Para hallar los volúmenes de agregado Fino y Grueso, se hizo mediante proporciones del Volumen absoluto y los  $R_f$  y  $R_g$ . A continuación presentamos los volúmenes.

**Tabla 47***Volumen absoluto de los agregados 1/2"*

PROPORCIÓN AGREGADO DE 1/2"		Rf y Rg		Vol AF y AG	Volumen Absoluto
%AG	Vol. A. Fino	Rf	0.55	<b>0.347</b>	0.63
	Vol. A. Grueso	Rg	0.45	<b>0.284</b>	

Nota. Elaboración propia

**Tabla 48***Volumen absoluto de los agregados 3/4"*

PROPORCIÓN AGREGADO DE 3/4"		Rf y Rg		Vol AF y AG	Volumen Absoluto
%AG	Vol. A. Fino	Rf	0.44	<b>0.290</b>	0.66
	Vol. A. Grueso	Rg	0.56	<b>0.370</b>	

Nota. Elaboración propia

**PESOS SECOS DE LOS AGREGADOS**

Para hallar los pesos secos (kg), se multiplicó los Volúmenes de agregado calculado en el ítem anterior por los pesos específicos correspondientes y por 1000, a continuación se muestra los resultados.

**Tabla 49***Peso seco del agregado de 1/2"*

PROPORC. AGREG. 1/2"	Tamaño de Agregado	Vol AF y AG	Peso Especifico	Pesos Secos (Kg)
% AG	A. Fino	0.347	2.561	<b>887.39</b>
	A. Grueso	0.284	2.731	<b>774.24</b>

Nota. Elaboración propia

**Tabla 50***Peso seco del agregado de 3/4"*

PROPORC. AGREG. 3/4"	Tamaño de Agregado	Vol AF y AG	Peso Especifico	Pesos Secos (Kg)
% AG	A. Fino	0.290	2.561	<b>743.71</b>
	A. Grueso	0.370	2.721	<b>1005.68</b>

Nota. Elaboración propia



## VALORES DE DISEÑO PRELIMINAR

Se ordenó los resultados

**Tabla 51**

*Cantidades preliminar para agregado de 1/2"*

AGREG. DE 1/2"	% AG
Cemento	389.19
Agua	216.00
A. Fino	887.39
A. Grueso	774.24

Nota. Elaboración propia

**Tabla 21**

*Cantidades preliminar para agregado de 3/4"*

AGREG. DE 3/4"	% AG
Cemento	369.37
Agua	205.00
A. Fino	743.71
A. Grueso	1005.68

Nota. Elaboración propia

## CORRECCIONES POR HUMEDAD

Para efectuar el ajuste por humedad, es necesario primero descomponer la cantidad de agregado natural y la cantidad de agregado reciclado en el agregado grueso.

**Tabla 52**

*Desagregado de los agregados finos y grueso de 1/2"*

PROPORC. AGREG. 1/2"	Desagregado	Pesos Secos (Kg)
%AG	A. Fino	887.39
	A. Grueso	774.24

Nota. Elaboración propia

**Tabla 53**

*Desagregado de los agregados finos y grueso de 3/4"*

PROPORC. AGREG. 3/4"	Desagregado	Pesos Secos (Kg)
%AG	A. Fino	743.71
	A. Grueso	1005.68

**Tabla 54***Aporte de agua 1/2"*

PROPORC. AGREG. 1/2"	Tipo de Agreg. Desagregado	Pesos Secos (Kg)	Absorción	Cont. Hum.	Aporte de Agua
%AG	A. Fino	887.39	1.538	2.18	<b>5.70</b>
	A. grueso	774.24	1.072	0.74	<b>-2.57</b>

Nota. Elaboración propia

Entonces se suma  $5.70 + (-2.57) = 3.13$ **Tabla 55***Aporte de agua 3/4"*

PROPORC. AGREG. 3/4"	Tipo de Agreg. Desagregado	Pesos Secos (Kg)	Absorción	Cont. Hum.	Aporte de Agua
%AG	A. Fino	743.71	1.538	2.18	<b>4.77</b>
	A. grueso	1005.68	1.995	0.74	<b>-12.62</b>

Nota. Elaboración propia

Entonces se suma  $4.77 + (-12.62) = -7.85$ **Tabla 56***Aporte de agua real 1/2"*

PROPORC. AGREG. 1/2"	Agregado	Pesos Secos (Kg)	Cont. Hum.	Peso Húmedo	Aporte de Agua	Agua Real
%AG	A. Fino	887.39	2.18	906.731526	<b>3.13</b>	<b>219.13</b>
	A. grueso	774.24	0.74	779.967865		

Nota. Elaboración propia

**Tabla 57***Aporte de agua real 3/4"*

<b>PROPORC. AGREG. 3/4"</b>	<b>Agregado</b>	<b>Pesos Secos (Kg)</b>	<b>Cont. Hum.</b>	<b>Peso Húmedo</b>	<b>Aporte de Agua</b>	<b>Agua Real</b>
%AG	A. Fino	743.71	2.18	759.927374	<b>-7.85</b>	<b>197.15</b>
	A. grueso	1005.68	0.74	1013.12364		

Nota. Elaboración propia

### **PROPORCIONES FINALES**

Presentaremos las proporciones finales en Kg y Lt, según corresponda.

**Tabla 58**

*Proporciones finales en kg. y Lt 1/2"*

<b>AGREG. DE 1/2"</b>	<b>% AG</b>
Cemento	389.19
Agua	219.13
A. Fino	887.39
A. Grueso	774.24

Nota. Elaboración propia

**Tabla 59**

*Proporciones finales en kg. y Lt 3/4"*

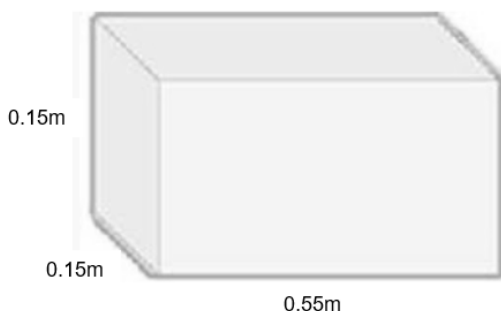
<b>AGREG. DE 3/4"</b>	<b>% AG</b>
Cemento	369.37
Agua	197.15
A. Fino	743.71
A. Grueso	1005.68

Nota. Elaboración propia

### **ESPECÍMENES**

#### **CÁLCULO DE MATERIALES PARA VIGUETAS**

Para obtener las cantidades de los materiales que va requerir cada vigueta, se determinó en función a las cantidades (kg, Lt) totales por m<sup>3</sup> de las proporciones finales que nos resultó del diseño de mezclas, luego se sacó la cantidad que va entrar en el volumen del espécimen prismático.



$$L1 = 0.150 \text{ m}$$

$$L2 = 0.150 \text{ m}$$

$$L3 = 0.550 \text{ m}$$

Entonces el Volumen=  $L1 \times L2 \times L3$

$$V = 0.012375 \text{ m}^3$$

### PARA EL AGREGADO GRUESO 1/2"

Se halló los materiales para este agregado, para ello se sacó proporciones respecto a 1m<sup>3</sup> Cemento. Se determinó que 389.19 kg van a entrar en 1 m<sup>3</sup>, entonces para 0.012375 van a entrar 4.82 kg

Agua. Se determinó que 219.13 Lt van a entrar en 1 m<sup>3</sup>, entonces para 0.012375 van a entrar 2.71 Lt

Agregado Fino. Se determinó que 887.39 kg van a entrar en 1 m<sup>3</sup>, entonces para 0.012375 van a entrar 10.98 kg

Agregado Grueso 1/2". Se determinó que 774.24 kg van a entrar en 1 m<sup>3</sup>, entonces para 0.012375 m<sup>3</sup> van a entrar 9.58 kg, A continuación se resume en la Tabla.

**Tabla 22**

*Volumen de concreto para una vigueta para agregado de 1/2"*

<p>0.15m 0.15m 0.55m</p> <p>L1      0.15 L2      0.15 L3      0.55 V        0.012375</p>		<b>PESO (KG)</b>	<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>)</b>
	Cemento	4.816	0.00155
	Agua	2.712	0.00271
	A. Fino	10.981	0.00429
	A. grueso	9.581	0.00351
	Fibra Caucho		

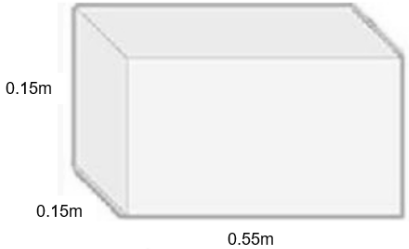
*Nota.* Elaboración propia

### PARA EL AGREGADO GRUESO 3/4"

De la misma manera se determinó los materiales que van en la viga prismática con el agregado de 3/4"

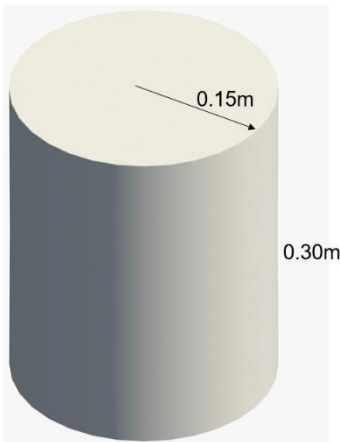
**Tabla 230**

*Volumen de concreto para una vigueta para agregado de 3/4"*

 <p>L1      0.15 L2      0.15 L3      0.55 V        0.012375</p>		<b>PESO (KG)</b>	<b>VOLUMEN (m3)</b>
	Cemento	4.571	0.00147
	Agua	2.440	0.00244
	A. Fino	9.203	0.00359
	A. grueso	12.445	0.00457
	Fibra Caucho		

Nota. Elaboración propia

### CÁLCULO DE MATERIALES PARA LAS PROBETAS CILINDRICAS



$$r = 0.15\text{m}$$

$$h = 0.30\text{m}$$

$$V = (\pi r^2) \cdot h \text{ m}^3$$

$$V = 0.02121 \text{ m}^3$$

Para el cálculo de los materiales que entraron en la probeta cilíndrica, se siguió la misma metodología que para la viga prismática, a continuación, presentaremos las tablas para cada tamaño de agregado grueso 1/2" y 3/4"

**Tabla 241**

*Volumen de concreto para una probeta cilíndrica para agregado de 1/2"*

 <p>r      0.15 h      0.3 V      0.02121</p>		<b>PESO (KG)</b>	<b>VOLUMEN (m3)</b>
	Cemento	8.253	0.00265
	Agua	4.647	0.00465
	A. Fino	18.818	0.00735
	A. grueso	16.418	0.00601
	Fibra Caucho		

Nota. Elaboración propia

**Tabla 252**

Volumen de concreto para una probeta cilíndrica para agregado de 3/4"

 <p>r 0.15 h 0.3 V 0.02121</p>		<b>PESO (KG)</b>	<b>VOLUMEN (m3)</b>
	Cemento	7.833	0.00252
	Agua	4.181	0.00418
	A. Fino	15.771	0.00616
	A. grueso	21.326	0.00784
	Fibra Caucho		

Nota. Elaboración propia

Entonces presentaremos las dosificaciones finales de los materiales para las viguetas prismáticas y las probetas cilíndricas por cada porcentaje de fibras de caucho.

**Tabla 263**

Dosificación final para las muestras prismáticas y cilíndricas

EXPERIMENTO	MATERIAL - MEZCLA	TAMAÑO DE AGREGADO	% DE FIBRA DE CAUCHO (%)	CEMENTO (Kg)	AGREGADO FINO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)	CANTIDAD
1	PATRÓN	1/2"	0	389.19	887.39	774.24	3
2		3/4"	0	369.37	743.71	1005.68	3
3	FIBRA TAMAÑO I	1/2"	4.5	389.19	887.39	774.24	3
4			9	389.19	887.39	774.24	3
5			13.5	389.19	887.39	774.24	3
6	FIBRA TAMAÑO I	3/4"	4.5	369.37	743.71	1005.68	3
7			9	369.37	743.71	1005.68	3
8			13.5	369.37	743.71	1005.68	3
9	FIBRA TAMAÑO II	1/2"	4.5	389.19	887.39	774.24	3
10			9	389.19	887.39	774.24	3
11			13.5	389.19	887.39	774.24	3

12	FIBRA TAMAÑO II	3/4"	4.5	369.37	743.71	1005.68	3
13			9	369.37	743.71	1005.68	3
14			13.5	369.37	743.71	1005.68	3

Nota. Elaboración propia

### 3.10 consideraciones éticas

Este estudio se refiere a aspectos éticos, primero, protegeremos los derechos de propiedad intelectual de los autores (derechos de autor), en cuanto a las teorías y conocimientos; referenciándolos o citándolos apropiadamente y precisando las fuentes bibliográficas en donde se encontró.

En segundo lugar, sobre la confidencialidad de la información o de los datos, muchas veces toda o parte de la información pertenece a ciertas organizaciones, como es el caso de los repositorios institucionales académicos, entonces se solicitarán previamente autorizaciones respectivas para su publicación o exhibición por los medios digitales correspondientes. En tercer lugar, las metodologías y procedimientos propuestos, implementadas y desarrolladas en la presente investigación, serán de mi propiedad intelectual, en cuanto a su contextualización y aplicación en la realidad organizacional exhibida por el autor del presente estudio. Por último, en cuarto lugar, mantendremos en reserva, la identidad de la mayoría de personas involucradas en la presente investigación; a excepción de los personajes que nos autorizaron su identificación.

En resumen:

- ✓ Voluntariedad
  - ✓ Anonimato
  - ✓ Confidencialidad de los autores
  - ✓ Autorizaciones pertinentes
- } consentimiento informado

## CAPITULO IV. RESULTADO

### RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

### RESULTADO DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO PARA ENSAYOS A FLEXIÓN.

**Tabla 274**

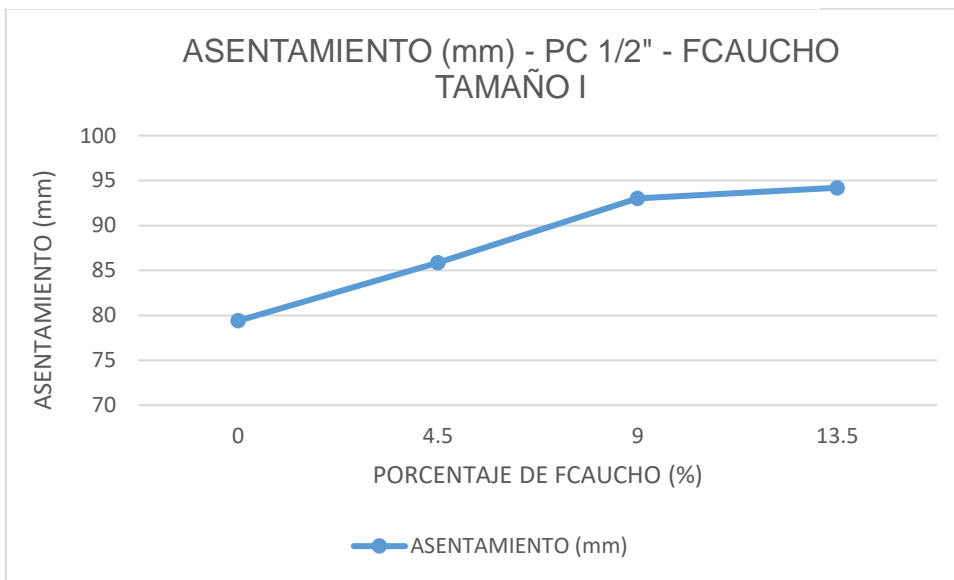
*Asentamiento del concreto Fibras de caucho (TAMAÑO I)*

ASENTAMIENTO (mm) - FCAUCHO TAMAÑO I				
TAMAÑO DE AGREGADO	0% FCAUCHO	4.5% FCAUCHO	9% FCAUCHO	13.5% FCAUCHO
1/2"	79.4	85.85	93	94.2
3/4"	78.8	84.3	92.4	93.1

Nota. Elaboración propia

**Gráfico 4**

*Curva de asentamiento para agregado de TAMAÑO I, 1/2"*

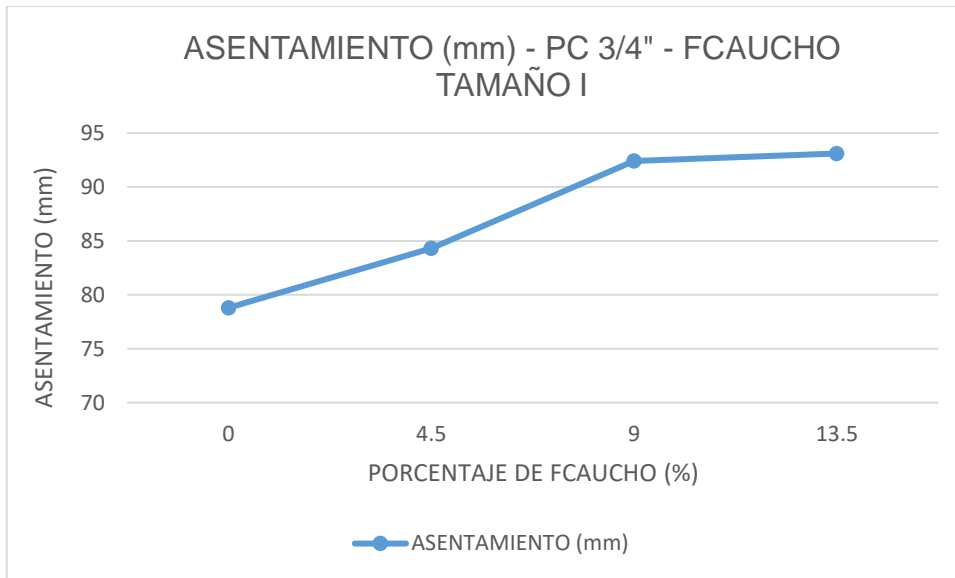


Nota. Elaboración propia

**Gráfico 5**

*Curva de asentamiento para agregado de TAMAÑO I, 3/4"*





Nota. Elaboración propia

**Tabla 285**

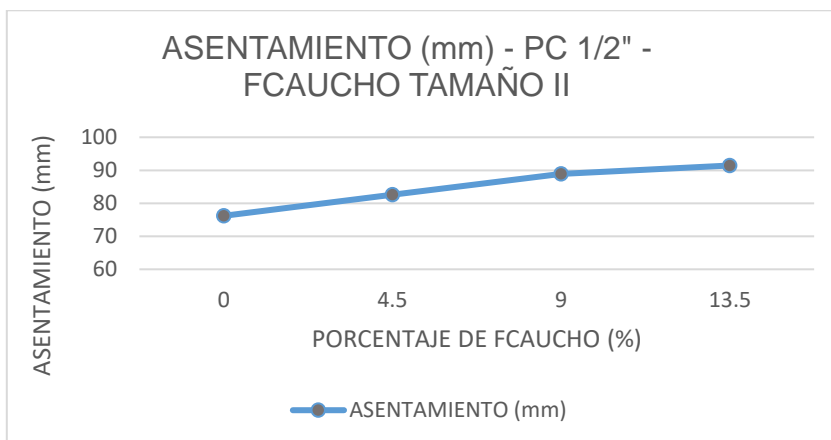
*Asentamiento del concreto Fibras de caucho (TAMAÑO II)*

<b>ASENTAMIENTO (mm) - FCAUCHO TAMAÑO II</b>				
<b>TAMAÑO DE AGREGADO</b>	<b>0% FCAUCHO</b>	<b>4.5% FCAUCHO</b>	<b>9% FCAUCHO</b>	<b>13.5% FCAUCHO</b>
1/2"	76.2	82.55	88.9	91.44
3/4"	74	81.28	87.63	90.17

Nota. Elaboración propia

**Gráfico 6**

*Curva de asentamiento para agregado de TAMAÑO II, 1/2"*

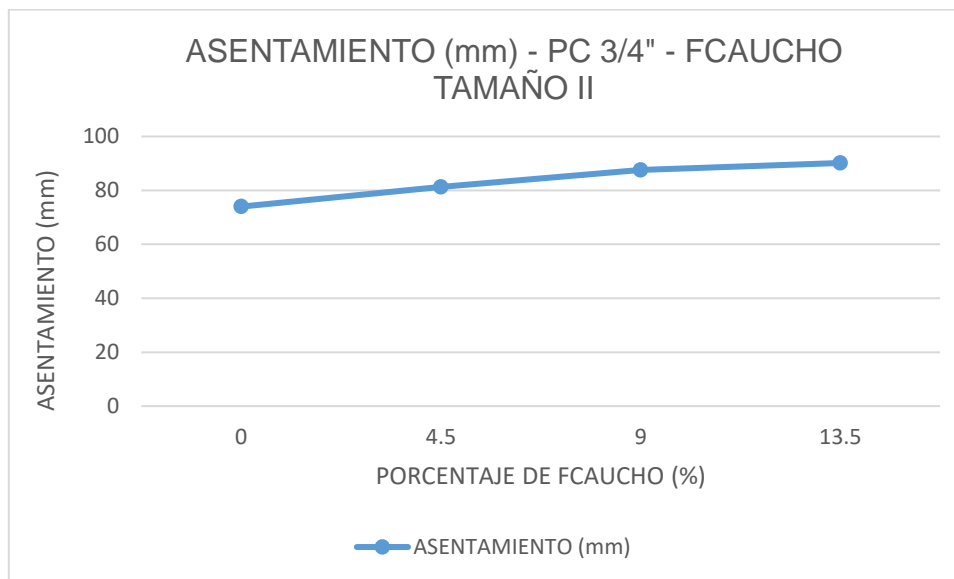


Nota. Elaboración propia

VIGUETA PRISMÁTICA	% FPET	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	45.03	15.1	15.1	2130	27.86	27.71
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	45.04	15.2	15.2	2133	27.36	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	45.02	15.1	15.1	2135	27.92	

## Gráfico 7

Curva de asentamiento para agregado de TAMAÑO II, 3/4"



Nota. Elaboración propia

## INTERPRETACIÓN

De los gráficos se puede interpretar que cuanto más adicionamos los porcentajes de la fibra de caucho reciclado al concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , este aumenta su trabajabilidad, es decir se evidencia mayores asentamientos, esto nos demuestra que la adición de caucho reciclado al concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$  afecta positivamente la trabajabilidad del concreto en su estado fresco.

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.

### RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A FLEXIÓN DE LAS VIGUETAS.

En los siguientes párrafos, se exponen los resultados obtenidos de los módulos de rotura de las viguetas, los cuales fueron calculados mediante la fórmula descrita en los Items anteriores. Cabe destacar que estos resultados corresponden únicamente a las viguetas que presentaron fracturas en el tercio central de Luz.

**Resultados de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9%, 13.5% de Fibra CAUCHO (TAMAÑO I+ piedra 1/2") a 7 días de curado.**

Tabla 296

Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (I + piedra 1/2") a los 07 días

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	45.03	15.1	15.1	2130	27.86	27.71
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	45.04	15.2	15.2	2133	27.36	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	45.02	15.1	15.1	2135	27.92	

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45.02	15	15	2570	34.28	33.57
2	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45	15.1	15.3	2580	32.85	
3	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45.01	15	15.2	2585	33.57	

9.0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45.01	15.1	15.3	2800	35.65	36.25
2	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45.03	15.15	15.1	2805	36.57	
3	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45.03	15	15.2	2812	36.54	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45.03	15.1	15.2	2750	35.50	35.94
2	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45.03	15.1	15.1	2765	36.16	
3	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45.01	15	15.2	2784	36.16	

Nota. Elaboración propia

**Resultados de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ piedra 1/2") a 14 días de curado.**

**Tabla 307**

*Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (I + piedra 1/2") a los 14 días*

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	45.02	15	15.3	2350	30.13	30.38
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	45.03	15.1	15.1	2355	30.80	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	45.01	15.2	15.2	2358	30.22	

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.02	15.1	15	2780	36.84	36.39
2	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15.3	15	2785	36.41	
3	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.03	15.1	15.2	2784	35.93	

9.0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15.1	15	3000	39.74	39.44
2	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15.3	15	3005	39.29	
3	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.02	15.3	15	3003	39.27	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15.1	15.2	2980	38.45	38.79
2	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.02	15.1	15.1	2985	39.03	
3	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.03	15	15.2	2994	38.90	

Nota. Elaboración propia

## Resultados de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ piedra 1/2") a 28 días de curado.

**Tabla 318**

*Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (I + piedra 1/2") a los 28 días*

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	45.04	15.1	15.1	2725	35.65	35.33
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	45.01	15.1	15.1	2730	35.69	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	45.02	15.2	15.3	2738	34.64	

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45	15.1	15	2990	39.60	39.10
2	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45.01	15.2	15.1	2995	38.90	
3	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45	15	15.2	2989	38.81	

9.0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45.01	15.1	15	3200	42.39	42.56
2	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45.01	15.1	15	3205	42.46	
3	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45.02	15	15	3211	42.83	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45	15	15.1	3035	39.93	39.55
2	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45.02	15.1	15.1	3015	39.42	
3	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45	15	15.2	3027	39.30	

Nota. Elaboración propia

## Resumen de las resistencias a flexión a 7, 14 y 28 días para TAMAÑO (I + Piedra 1/2").

**Tabla 329**

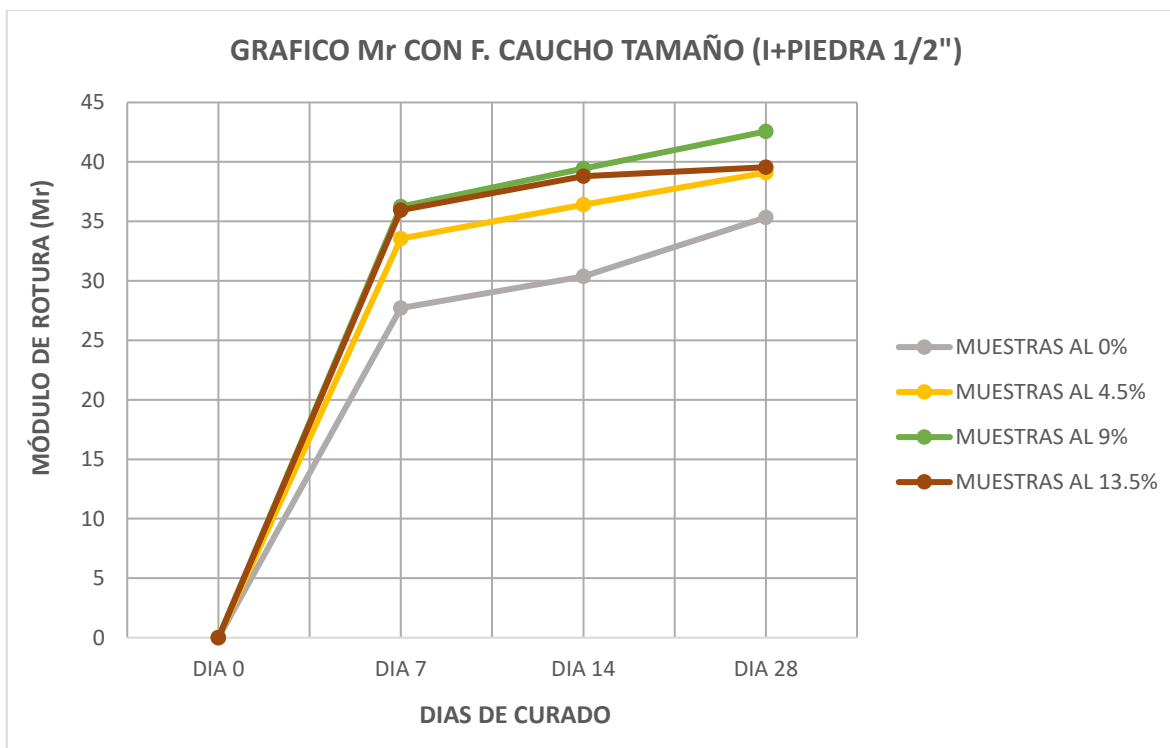
*Resumen de las resistencias a flexión de TAMAÑO (I + Piedra 1/2")*

DESCRIPCION	% DE F.CAUCHO	DIA 0	DIA 7	DIA 14	DIA 28
<b>TAMAÑO (I+1/2")</b>	0%	0	27.71	30.38	35.33
	4.50%	0	33.57	36.39	39.10
	9%	0	36.25	39.44	42.56
	13.50%	0	35.94	38.79	39.55

Nota. Elaboración propia

## Gráfico 8

*Evolución de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ piedra 1/2")*



Nota. Elaboración propia

Del gráfico se puede evidenciar que a medida se aumenta los porcentajes de fibras de caucho reciclado, aumenta su módulo de rotura del concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , pero para el 13.5% el valor de la resistencia a la flexión decrece ligeramente.

**Resultados de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a 7 días de curado.**

**Tabla 70**

*Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a los 7 días*

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	45.03	15.1	15.1	2130	27.86	27.71
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	45.04	15.2	15.2	2133	27.36	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	45.02	15.1	15.1	2135	27.92	

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	44.9	15	15.1	2585	33.94	33.72
2	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	45.02	15.1	15.1	2588	33.84	
3	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	45.02	15.1	15.2	2586	33.37	

9% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	44.9	15.2	15.1	2820	36.53	36.79
2	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	45	15.1	15.1	2823	36.90	
3	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	45	15.1	15.1	2826	36.94	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMATICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	44.9	15	15.1	2762	36.26	36.01
2	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	45.02	15.1	15.1	2760	36.09	
3	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	45.02	15.1	15.2	2765	35.68	

Nota. Elaboración propia

**Resultados de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a 14 días de curado.**

**Tabla 71**

*Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a los 14 días*

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMATICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	45.02	15	15.3	2350	30.13	30.38
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	45.03	15.1	15.1	2355	30.80	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	45.01	15.2	15.2	2358	30.22	

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMATICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	45	15	15.1	2815	37.04	36.66
2	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	45.01	15.2	15.1	2816	36.57	
3	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	45.02	15.1	15.2	2819	36.38	

9% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMATICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	44.9	15.2	15.1	3029	39.24	39.54
2	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	45	15.1	15.1	3035	39.67	
3	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	45	15.1	15.1	3038	39.71	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMATICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	44.9	15	15.1	2993	39.29	39.01
2	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	45.02	15.1	15.1	2992	39.12	
3	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	45.02	15.1	15.2	2992	38.61	

Nota. Elaboración propia

**Resultados de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a 28 días de curado.**

**Tabla 72**

*Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a los 28 días*

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMATICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	45.04	15.1	15.1	2725	35.65	35.33
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	45.01	15.1	15.1	2730	35.69	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	45.02	15.2	15.3	2738	34.64	

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMATICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	45.03	15.1	15.3	3056	38.93	39.23
2	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.2	3050	39.36	
3	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.2	3053	39.40	

9% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMATICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	45	15.2	15.1	3278	42.56	42.69
2	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	45	15.1	15.1	3272	42.77	
3	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	45	15.1	15.1	3270	42.74	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMATICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	44.9	15	15.1	3071	40.32	40.01
2	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.1	3068	40.12	
3	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.2	3069	39.60	

Nota. Elaboración propia

**Resumen de las resistencias a flexión a 7, 14 y 28 días para TAMAÑO (II+ Piedra 1/2").**

**Tabla 73**

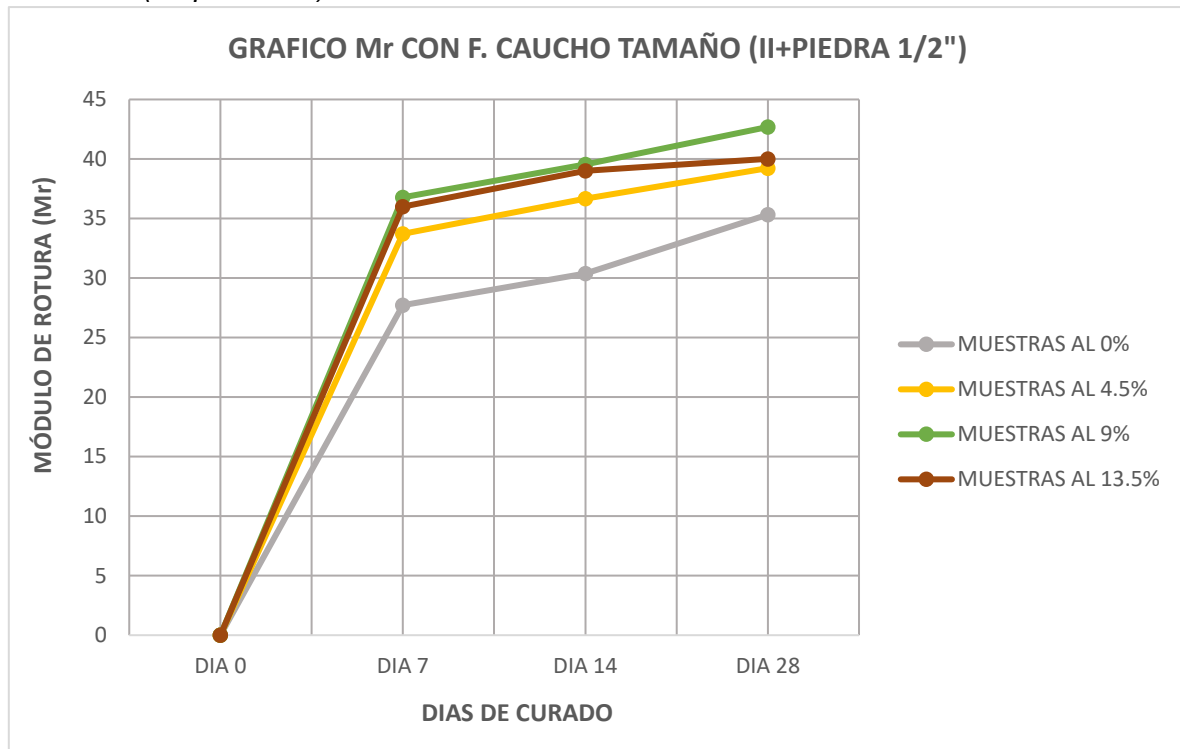
*Resumen de las resistencias a flexión de TAMAÑO (II + Piedra 1/2")*

DESCRIPCION	% DE F.CAUCHO	DIA 0	DIA 7	DIA 14	DIA 28
<b>TAMAÑO (II+1/2")</b>	0%	0	27.71	30.38	35.33
	4.50%	0	33.72	36.66	39.23
	9%	0	36.79	39.54	42.69
	13.50%	0	36.01	39.01	40.01

Nota. Elaboración propia

**Gráfico 9**

*Evolución de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de fibra CAUCHO  
TAMAÑO (II+ piedra 1/2")*



Nota. Elaboración propia



## Resultados de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a 7 días de curado.

**Tabla 74**

*Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a los 7 días*

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	45	15.2	15.1	2223	28.86	29.01
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	45.02	15.1	15.1	2225	29.09	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	45.01	15.1	15.1	2224	29.07	

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45.02	15	15	2740	36.55	35.80
2	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45	15	15.3	2745	35.18	
3	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45	15	15.2	2748	35.68	

9.0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45.01	15.1	15.3	2900	36.93	37.86
2	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45.01	15.15	15.1	2905	37.85	
3	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45.03	15	15	2908	38.80	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45.01	15.1	15.2	2813.6	36.30	36.47
2	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45.02	15.2	15.1	2815	36.57	
3	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45.02	15	15.2	2812	36.53	

Nota. Elaboración propia

## Resultados de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a 14 días de curado.

**Tabla 75**

*Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a los 14 días*

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	45.01	15	15.3	2430	31.15	31.45
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	45.03	15.2	15.1	2432	31.60	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	45.01	15.2	15.1	2434	31.61	

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45	15.1	15	2967	39.30	39.39
2	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15	15	2965	39.54	
3	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45.03	15.1	15	2968	39.34	

9.0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15.1	15	3200	42.39	42.13
2	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15.2	15.02	3205	42.07	
3	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15.3	15	3207	41.93	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15.1	15.2	3185.64	41.10	41.39
2	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45	15	15.1	3178	41.81	
3	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45.03	15	15.2	3176	41.27	

Nota. Elaboración propia

**Resultados de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a 28 días de curado.**

**Tabla 76**

*Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a los 28 días*

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	45	15.1	15.1	2862	37.41	37.09
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	45.01	15.1	15.1	2865	37.45	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	45	15.1	15.3	2861	36.42	

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45.02	15.1	15.1	3150	41.19	41.14
2	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45.01	15.1	15.1	3155	41.25	
3	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45	15	15.2	3157	40.99	

9.0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45.02	15.02	15	3315	44.16	44.09
2	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45.01	15.1	15	3318	43.96	
3	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45.02	15	15.02	3319	44.16	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45.01	15.2	15.1	3265	42.40	42.63
2	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45.02	15.1	15.1	3260	42.63	
3	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45	15	15.1	3258	42.87	

Nota. Elaboración propia

**Resumen de las resistencias a flexión a 7, 14 y 28 días para TAMAÑO (I+ Piedra 3/4").**

**Tabla 77**

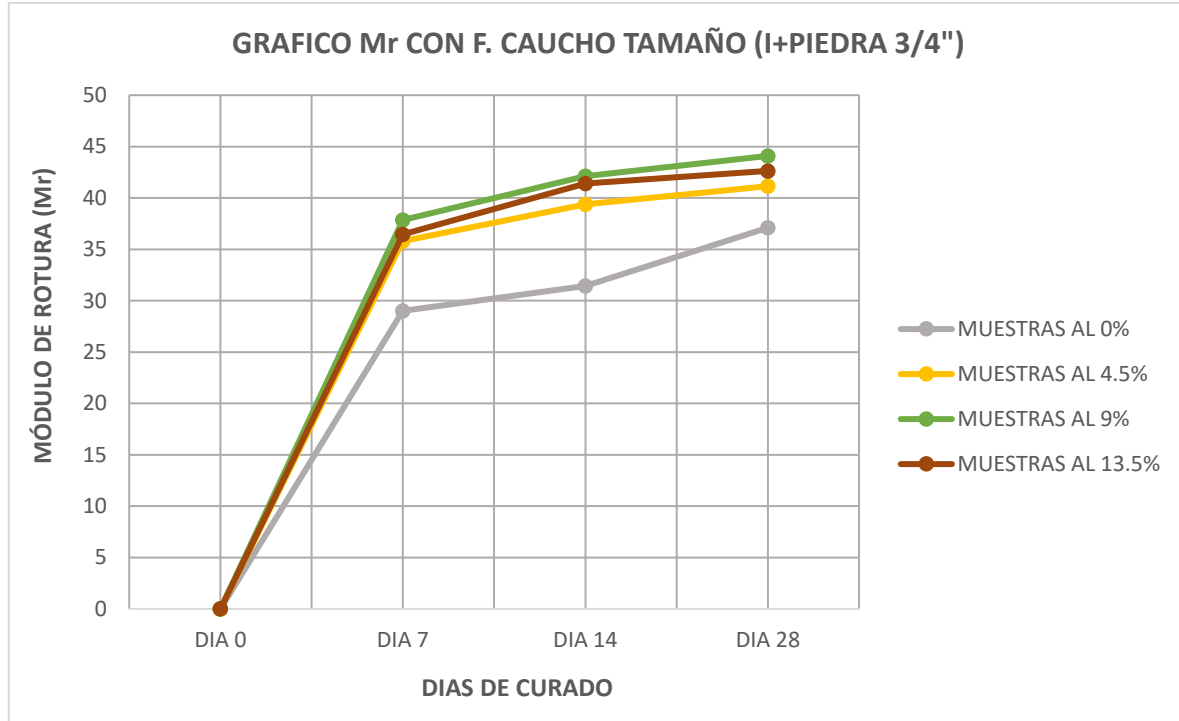
*Resumen de las resistencias a flexión de TAMAÑO (I + Piedra 3/4")*

DESCRIPCION	% DE F.CAUCHO	DIA 0	DIA 7	DIA 14	DIA 28
TAMAÑO (I+3/4")	0%	0	29.01	31.45	37.09
	4.50%	0	35.80	39.39	41.14
	9%	0	37.86	42.13	44.09
	13.50%	0	36.47	41.39	42.63

Nota. Elaboración propia

### Gráfico 10

Evolución de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ Piedra 3/4")



Nota. Elaboración propia

De las tablas de resumen y del gráfico mencionado, se comprueba que aumenta la resistencia a la flexión cuando usamos agregado de 3/4" y para el TAMAÑO I (1 x 2cm), inclusive en comparación al agregado grueso de 1/2".

## Resultados de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a 07 días de curado.

**Tabla 78**

*Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a los 7 días*

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	45	15.2	15.1	2223	28.86	29.01
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	45.02	15.1	15.1	2225	29.09	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	45.01	15.1	15.1	2224	29.07	

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	44.9	15	15.15	2765	36.06	36.03
2	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	45.02	15.15	15.1	2778	36.21	
3	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	45.02	15.1	15.2	2775	35.81	

9% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	45	15.2	15	2899	38.14	38.03
2	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	45	15	15.1	2894	38.08	
3	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	45	15.1	15.1	2898	37.88	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	44.9	15	15.1	2824	37.07	37.01
2	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	45.02	15	15	2821	37.63	
3	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	44.9	15.1	15.2	2823	36.33	

Nota. Elaboración propia

## Resultados de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a 14 días de curado.

**Tabla 79**

*Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a los 14 días*

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	45.01	15	15.3	2430	31.15	31.45
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	45.03	15.2	15.1	2432	31.60	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	45.01	15.2	15.1	2434	31.61	

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	44.9	15	15	3025	40.24	39.77
2	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	45.01	15.2	15	3030	39.88	
3	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	45.02	15.1	15.2	3038	39.20	

9% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	44.9	15	15.1	3255	42.73	42.66
2	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	44.9	15.1	15	3248	42.92	
3	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	44.9	15.1	15.1	3245	42.32	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	45	15	15.1	3209	42.22	42.03
2	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	45	15.1	15.1	3208	41.93	
3	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	45.01	15.1	15.1	3207	41.93	

Nota. Elaboración propia

**Resultados de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a 28 días de curado.**

**Tabla 80**

*Resultado de las resistencias a flexión TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a los 28 días*

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	45	15.1	15.1	2862	37.41	37.09
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	45.01	15.1	15.1	2865	37.45	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	45	15.1	15.3	2861	36.42	

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.15	3228	41.93	41.74
2	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.2	3225	41.62	
3	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.2	3230	41.68	

9% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45.01	15.2	15.1	3445	44.74	44.57
2	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45.01	15.3	15.2	3458	44.03	
3	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45	15.1	15.1	3438	44.94	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45.01	15.3	15.1	3335	43.03	43.23
2	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.1	3339	43.66	
3	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.2	3332	43.00	

Nota. Elaboración propia

**Resumen de las resistencias a flexión a 7, 14 y 28 días para TAMAÑO (II+ Piedra 3/4").**

**Tabla 81**

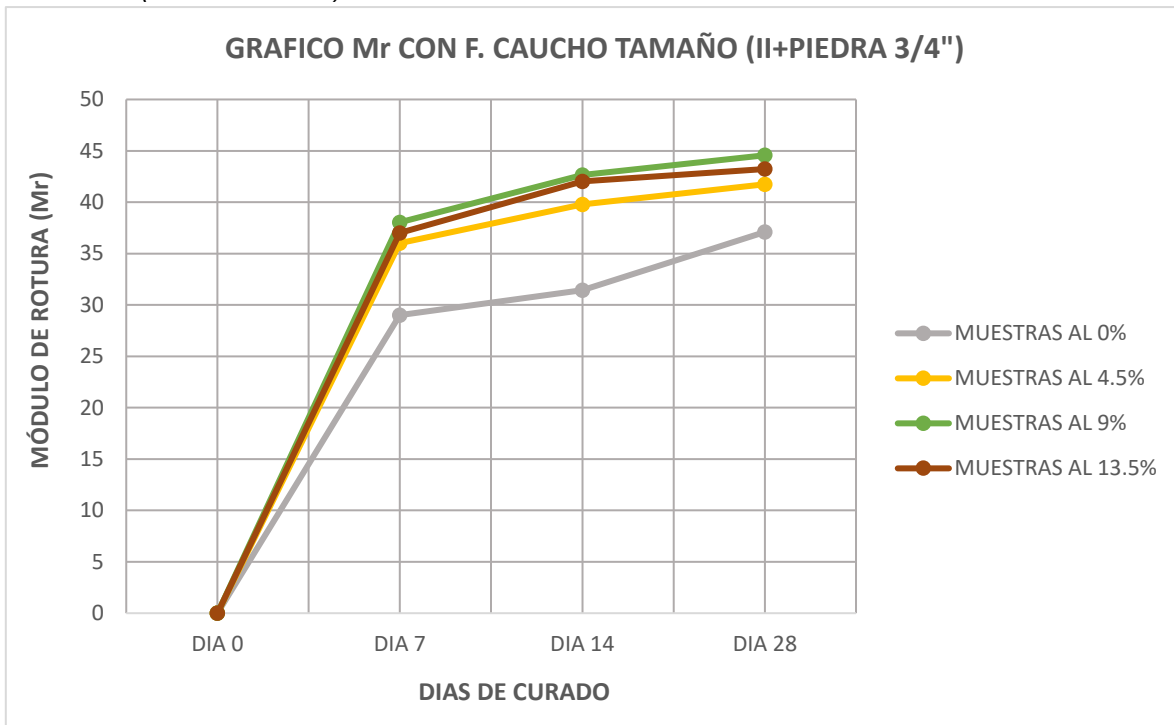
*Resumen de las resistencias a flexión de TAMAÑO (II + Piedra 3/4")*

DESCRIPCION	% DE F.CAUCHO	DIA 0	DIA 7	DIA 14	DIA 28
<b>TAMAÑO (II+3/4")</b>	0%	0	29.01	31.45	37.09
	4.50%	0	36.03	39.77	41.74
	9%	0	38.03	42.66	44.57
	13.50%	0	37.01	42.03	43.23

Nota. Elaboración propia

**Gráfico 11**

*Evolución de las resistencias a flexión con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de fibra CAUCHO  
TAMAÑO (II+ Piedra 3/4")*



*Nota.* Elaboración propia

Del gráfico se puede mencionar que también aumenta ligeramente en comparación al agregado grueso de 1/2".

## RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS CILÍNDRICAS.

Resultados de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ piedra 1/2") a 07 días de curado.

Tabla 82

Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (I+ piedra 1/2") a los 7 días

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	15.01	30	176.94822	23855	134.81	134.80
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	15.02	30.01	177.18407	23852	134.62	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	15	30.02	176.71253	23850	134.96	

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15.01	30.01	176.94822	27555	155.72	155.69
2	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15.03	30	177.42008	27570	155.39	
3	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15	30	176.71253	27560	155.96	

9.0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15.01	30	176.94822	28950	163.61	163.83
2	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15	30	176.71253	28970	163.94	
3	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15	30	176.71253	28969	163.93	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15	30	176.71253	30765	174.10	173.74
2	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15.03	30	177.42008	30755	173.35	
3	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15.02	30.02	177.18407	30789	173.77	

Nota. Elaboración propia

Resultados de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ piedra 1/2") a 14 días de curado.

Tabla 83

Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (I+ piedra 1/2") a los 14 días

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	15	30.01	176.71253	30200	170.90	170.92
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	15.03	30	177.42008	30250	170.50	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	15.01	30	176.94822	30320	171.35	

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15	30	176.71253	33025	186.89	185.58
2	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15.02	30	177.18407	32754	184.86	
3	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15	30.01	176.71253	32689	184.98	

9.0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15	30	176.71253	34678	196.24	195.29
2	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15	30	176.71253	34525	195.37	
3	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15	30	176.71253	34325	194.24	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F'c	F'c PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15.03	30.01	177.42008	36630	206.46	207.03
2	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15	30.02	176.71253	36633	207.30	
3	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15	30.03	176.71253	36638	207.33	

Nota. Elaboración propia

**Resultados de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ piedra 1/2") a 28 días de curado.**

**Tabla 84**

*Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (I+ piedra 1/2") a los 28 días*

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F'c	F'c PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	15	30	176.71253	41080	232.47	232.39
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	15	30	176.71253	41085	232.50	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	15.01	30.02	176.94822	41088	232.20	

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F'c	F'c PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15	30	176.71253	43480	246.05	245.93
2	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15.02	30.02	177.18407	43500	245.51	
3	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15	30.01	176.71253	43510	246.22	

9.0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F'c	F'c PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15	30.01	176.71253	47238	267.32	266.86
2	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15.01	30.01	176.94822	47129	266.34	
3	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15.03	30	177.42008	47355	266.91	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F'c	F'c PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15	30	176.71253	50125	283.65	284.22
2	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15	30	176.71253	50350	284.93	
3	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15	30	176.71253	50200	284.08	

Nota. Elaboración propia

**Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN a 7, 14 y 28 días para TAMAÑO (I+ Piedra 1/2").**

**Tabla 85**

*Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN de TAMAÑO (I + Piedra 1/2")*

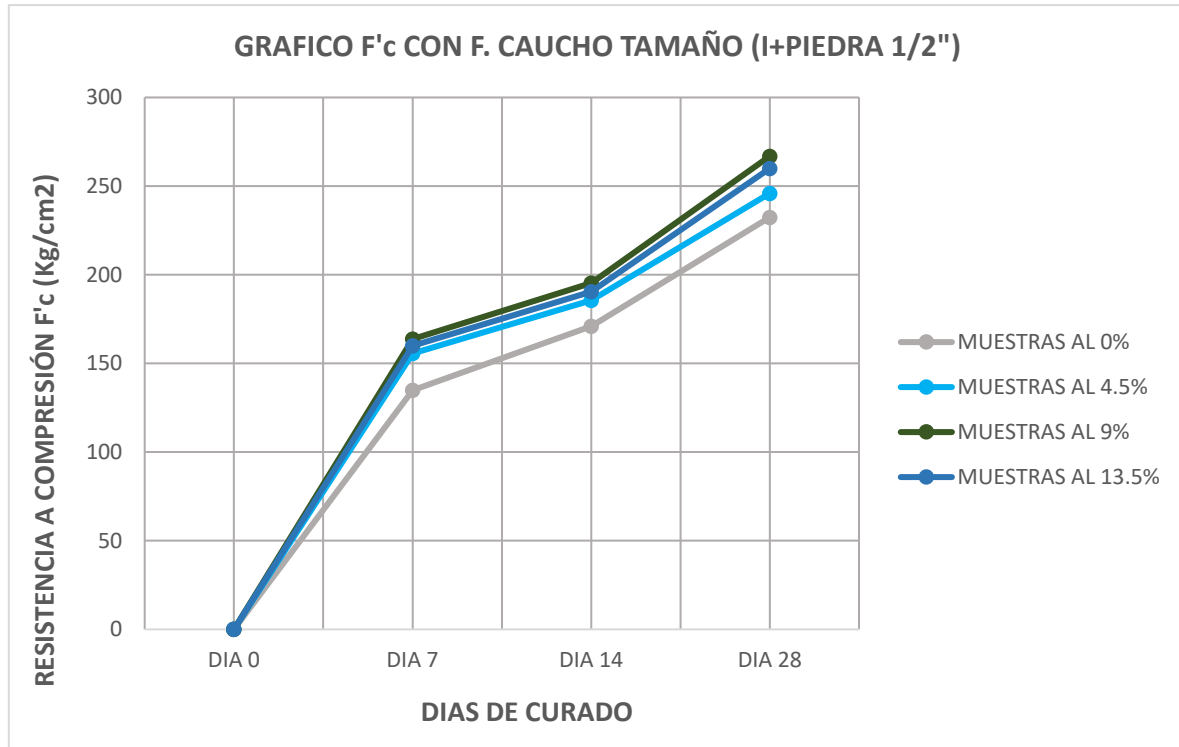
DESCRIPCION	% DE F.CAUCHO	DIA 0	DIA 7	DIA 14	DIA 28
<b>TAMAÑO (I+1/2")</b>	0%	0	134.80	170.92	232.39
	4.50%	0	155.69	185.58	245.93
	9%	0	163.83	195.29	266.86
	13.50%	0	159.98	190.47	259.98

Nota. Elaboración propia



### Gráfico 12

Evolución de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ Piedra 1/2")



Nota. Elaboración propia

### INTERPRETACIÓN

Del gráfico y de la tabla de resumen podemos interpretar que las fibras de caucho del TAMAÑO I (1x2cm) y con agregado grueso de 1/2" afecta positivamente a la resistencia a compresión del concreto (aumenta su valor), pero con el porcentaje de 13.5% comienza a descender de valor.

## Resultados de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a 07 días de curado.

Tabla 86

Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a los 7 días

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sup>c</sup>	F <sup>c</sup> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	15.01	30	176.94822	23855	134.81	134.80
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	15.02	30.01	177.18407	23852	134.62	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	15	30.02	176.71253	23850	134.96	

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sup>c</sup>	F <sup>c</sup> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15	30	176.71253	27640	156.41	156.33
2	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15	30	176.71253	27635	156.38	
3	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15.01	30	176.94822	27638	156.19	

9% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sup>c</sup>	F <sup>c</sup> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15	30	176.71253	29035	164.31	164.13
2	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15.02	30	177.18407	29050	163.95	
3	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15.01	30.02	176.94822	29040	164.12	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sup>c</sup>	F <sup>c</sup> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15	30	176.71253	30850	174.58	174.60
2	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15	30	176.71253	30847	174.56	
3	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15	30	176.71253	30865	174.66	

Nota. Elaboración propia

## Resultados de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a 14 días de curado.

Tabla 87

Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a los 14 días

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sup>c</sup>	F <sup>c</sup> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	15	30.01	176.71253	30200	170.90	170.92
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	15.03	30	177.42008	30250	170.50	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	15.01	30	176.94822	30320	171.35	

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sup>c</sup>	F <sup>c</sup> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15.01	30	176.94822	33080	186.95	186.81
2	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15.01	30	176.94822	33085	186.98	
3	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15.03	30.03	177.42008	33090	186.51	

9% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sup>c</sup>	F <sup>c</sup> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15	30	176.71253	34730	196.53	196.24
2	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15	30	176.71253	34735	196.56	
3	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15.03	30	177.42008	34710	195.64	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15.01	30.02	176.94822	36856	208.29	208.11
2	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15.01	30.03	176.94822	36865	208.34	
3	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15.03	30.01	177.42008	36850	207.70	

Nota. Elaboración propia

**Resultados de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a 28 días de curado.**

**Tabla 88**

*Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (II+ piedra 1/2") a los 28 días*

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	15	30	176.71253	41080	232.47	232.39
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	15	30	176.71253	41085	232.50	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	15.01	30.02	176.94822	41088	232.20	

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15	30	176.71253	43555	246.47	246.54
2	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15	30.02	176.71253	43567	246.54	
3	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15	30.01	176.71253	43580	246.62	

9% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15	30.03	176.71253	47350	267.95	267.55
2	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15	30.03	176.71253	47320	267.78	
3	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15.03	30.02	177.42008	47359	266.93	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15	30	176.71253	50450	285.49	285.14
2	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15.02	30.01	177.18407	50430	284.62	
3	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15.01	30.02	176.94822	50485	285.31	

Nota. Elaboración propia

**Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN a 7, 14 y 28 días para TAMAÑO (II+ Piedra 1/2").**

**Tabla 89**

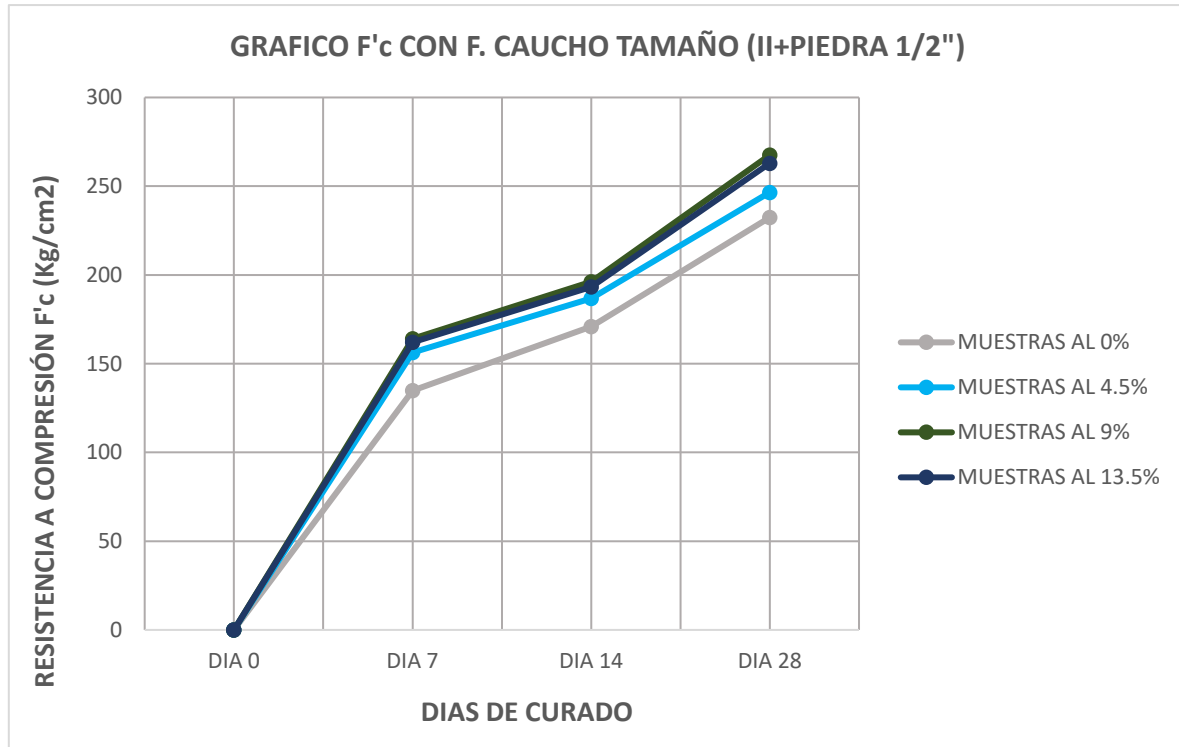
*Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN de TAMAÑO (II + Piedra 1/2")*

DESCRIPCION	% DE F.CAUCHO	DIA 0	DIA 7	DIA 14	DIA 28
TAMAÑO (II+1/2")	0%	0	134.80	170.92	232.39
	4.50%	0	156.33	186.81	246.54
	9%	0	164.13	196.24	267.55
	13.50%	0	162.03	193.36	262.95

Nota. Elaboración propia

**Gráfico 13**

*Evolución de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ Piedra 1/2")*



*Nota.* Elaboración propia

**INTERPRETACIÓN**

El hecho de aumentar el tamaño de la fibra caucho, por ejemplo remplazar el TAMAÑO I (1x2cm), por el TAMAÑO II (1x4cm), también se comprueba que aumenta la resistencia a compresión y de la misma manera para el porcentaje del 13.5% la resistencia a compresión  $f'_c$  comienza a descender.

## Resultados de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a 07 días de curado.

**Tabla 90**

*Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a los 7 días*

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	15	30	176.71253	24250	137.23	137.13
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	15.02	30	177.18407	24245	136.84	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	15.01	30.02	176.94822	24300	137.33	

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15	30.01	176.71253	27965	158.25	158.29
2	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15	30	176.71253	27970	158.28	
3	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15	30.03	176.71253	27978	158.32	

9.0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15	30.01	176.71253	29305	165.83	165.86
2	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15	30.01	176.71253	29310	165.86	
3	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15	30	176.71253	29315	165.89	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15.03	30.02	177.42008	31456	177.30	177.22
2	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15.03	30	177.42008	31520	177.66	
3	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15.03	30.02	177.42008	31350	176.70	

Nota. Elaboración propia

## Resultados de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a 14 días de curado.

**Tabla 91**

*Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a los 14 días*

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	15.02	30.01	177.18407	30625	172.84	172.73
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	15.03	30.01	177.42008	30615	172.56	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	15.02	30	177.18407	30617	172.80	

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15.03	30.01	177.42008	33387	188.18	188.40
2	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15.02	30.01	177.18407	33380	188.39	
3	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15.01	30.01	176.94822	33379	188.64	

9.0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15.01	30.01	176.94822	35020	197.91	197.68
2	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15.02	30.01	177.18407	35030	197.70	
3	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15.03	30	177.42008	35028	197.43	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15.03	30.01	177.42008	37105	209.14	209.74
2	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15	30.02	176.71253	37135	210.14	
3	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15.01	30.01	176.94822	37150	209.95	

Nota. Elaboración propia

**Resultados de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a 28 días de curado.**

**Tabla 92**

*Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (I+ piedra 3/4") a los 28 días*

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	15.01	30.03	176.94822	41590	235.04	235.04
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	15.01	30	176.94822	41585	235.01	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	15.01	30.02	176.94822	41597	235.08	

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15	30.02	176.71253	43820	247.97	248.02
2	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15	30.02	176.71253	43835	248.06	
3	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15	30.01	176.71253	43828	248.02	

9.0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15.03	30.01	177.42008	47880	269.87	270.07
2	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15.01	30.01	176.94822	47875	270.56	
3	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15.03	30.03	177.42008	47865	269.78	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15.01	30	176.94822	50666	286.33	286.33
2	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15	30.01	176.71253	50661	286.69	
3	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15.02	30	177.18407	50670	285.97	

Nota. Elaboración propia

**Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN a 7, 14 y 28 días para TAMAÑO (I+ Piedra 3/4").**

**Tabla 93**

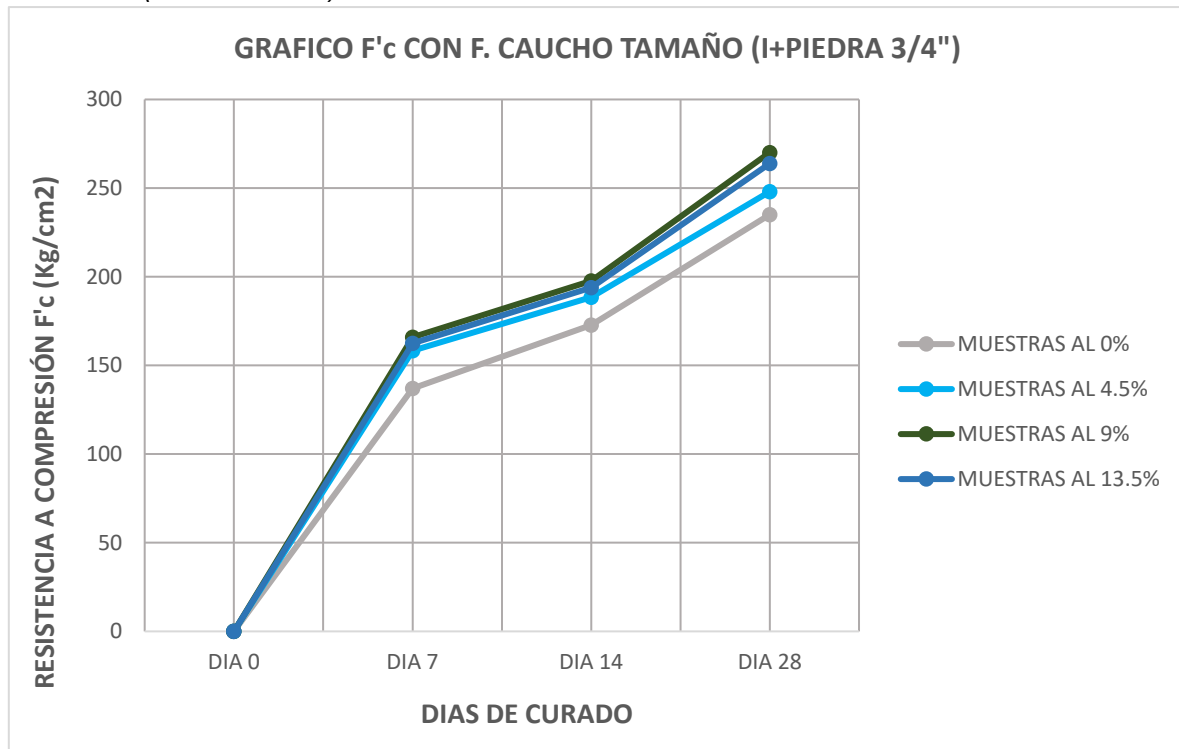
*Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN de TAMAÑO (I + Piedra 3/4")*

DESCRIPCION	% DE F.CAUCHO	DIA 0	DIA 7	DIA 14	DIA 28
TAMAÑO (I+3/4")	0%	0	137.13	172.73	235.04
	4.50%	0	158.29	188.40	248.02
	9%	0	165.86	197.68	270.07
	13.50%	0	162.41	193.91	263.89

Nota. Elaboración propia

### Gráfico 14

Evolución de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ Piedra 3/4")



### INTERPRETACIÓN

Se puede comprobar que cuando se cambia el tamaño del agregado grueso, es decir, realizar los ensayos con agregado grueso o piedra chancada de 3/4" en vez de 1/2", aumenta mucho más la resistencia a compresión del concreto, pero para el 13.5% sigue descendiendo ligeramente la resistencia a compresión.

**Resultados de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a 07 días de curado.**

**Tabla 94**

*Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a los 7 días*

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	15	30	176.71253	24250	137.23	137.13
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	15.02	30	177.18407	24245	136.84	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	15.01	30.02	176.94822	24300	137.33	

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15.02	30	177.18407	28120	158.71	158.99
2	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15	30.02	176.71253	28115	159.10	
3	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15	30	176.71253	28128	159.17	

9% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15	30	176.71253	29540	167.16	166.91
2	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15.02	30	177.18407	29535	166.69	
3	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15.01	30.02	176.94822	29528	166.87	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15	30.01	176.71253	31450	177.97	177.70
2	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15.01	30	176.94822	31455	177.76	
3	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15.03	30	177.42008	31466	177.35	

Nota. Elaboración propia

**Resultados de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a 14 días de curado.**

**Tabla 95**

*Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a los 14 días*

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	15.02	30.01	177.18407	30625	172.84	172.73
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	15.03	30.01	177.42008	30615	172.56	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	15.02	30	177.18407	30617	172.80	

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15.01	30.01	176.94822	33453	189.06	188.97
2	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15.01	30.02	176.94822	33440	188.98	
3	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15.02	30.03	177.18407	33465	188.87	

9% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15.01	30	176.94822	35135	198.56	198.49
2	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15	30	176.71253	35138	198.84	
3	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15.03	30	177.42008	35140	198.06	



13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15.03	30.02	177.42008	37250	209.95	210.16
2	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15.01	30	176.94822	37265	210.60	
3	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15.03	30.01	177.42008	37245	209.93	

Nota. Elaboración propia

**Resultados de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de Fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a 28 días de curado.**

**Tabla 96**

*Resultado de las resistencias a COMPRESIÓN TAMAÑO (II+ piedra 3/4") a los 28 días*

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	15.01	30.03	176.94822	41590	235.04	235.04
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	15.01	30	176.94822	41585	235.01	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	15.01	30.02	176.94822	41597	235.08	

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15.02	30	177.18407	44135	249.09	249.40
2	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15.02	30.02	177.18407	44150	249.18	
3	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15	30.03	176.71253	44165	249.93	

9% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15.01	30	176.94822	47970	271.10	270.96
2	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15	30	176.71253	47965	271.43	
3	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15.03	30	177.42008	47964	270.34	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15.01	30.03	176.94822	50975	288.08	287.97
2	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15.02	30.01	177.18407	50978	287.71	
3	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15.01	30.02	176.94822	50980	288.11	

Nota. Elaboración propia

**Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN a 7, 14 y 28 días para TAMAÑO (II+ Piedra 3/4").**

**Tabla 97**

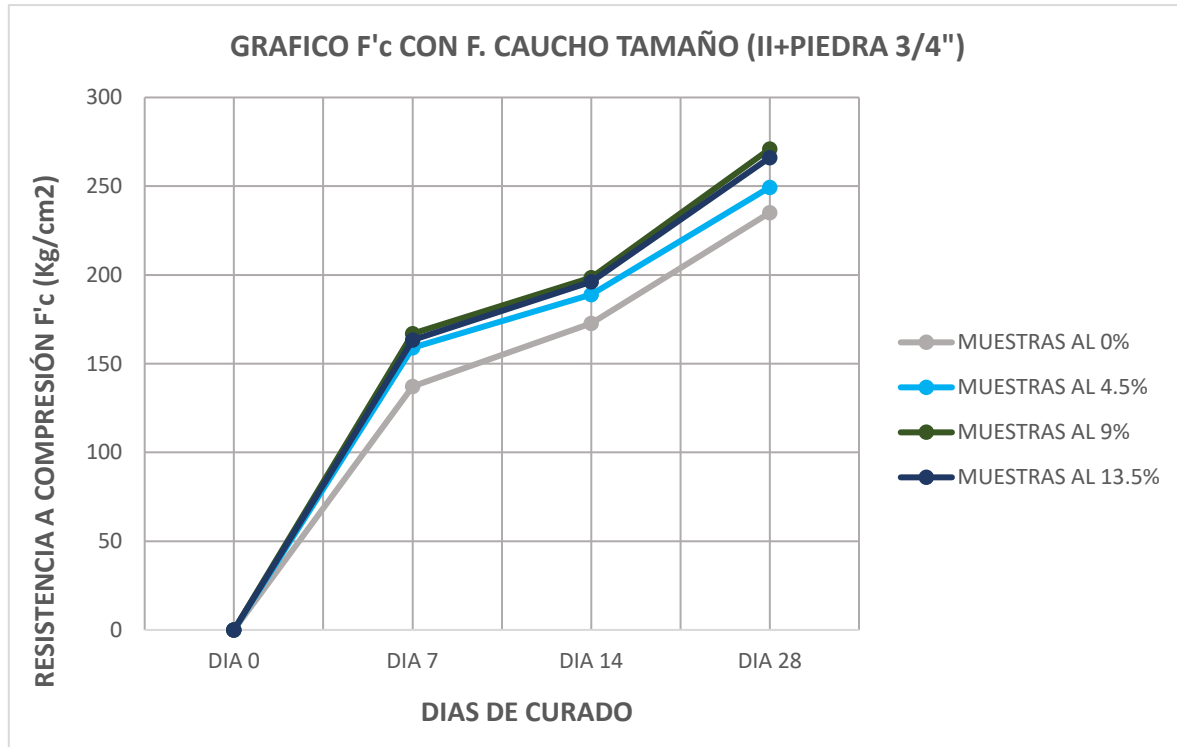
*Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN de TAMAÑO (II + Piedra 3/4")*

DESCRIPCION	% DE F.CAUCHO	DIA 0	DIA 7	DIA 14	DIA 28
<b>TAMAÑO (II+3/4")</b>	0%	0	137.13	172.73	235.04
	4.50%	0	158.99	188.97	249.40
	9%	0	166.91	198.49	270.96
	13.50%	0	163.33	196.15	266.11

Nota. Elaboración propia

### Gráfico 15

Evolución de las resistencias a COMPRESIÓN con 0%, 4.5%, 9% y 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ Piedra 3/4")



Nota. Elaboración propia

### INTERPRETACIÓN

En esta dosificación es donde se logra los mayores valores de la resistencia a compresión como se puede observar la tabla y el gráfico, ya que estamos empleando el TAMAÑO II de la fibra de caucho reciclado (1x4cm) y además estamos empleando piedra chancada de 3/4".

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN

Mostraremos el análisis estadístico solo para el concreto patrón y para el 4.5% de fibras de caucho reciclado y para la edad de 28 días

**Análisis estadístico de la resistencia a flexión con 0% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 1/2") a los 28 días.**

MUESTRAS		Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )
Tipo/piedra	TAMAÑO I/ 1/2"	35.65
Ensayo	FLEXION	35.69
% F. Caucho	0%	34.64
Día de análisis	28	

RESULTADOS:	
N° DE MUESTRAS	3
MEDIA ( $\bar{x}$ )	35.33
Varianza $\sigma^2$	0.35
Desviación estándar ( $\sigma$ )	0.59
Coef. De variación CV	1.68

Nota. Elaboración propia

A continuación, se muestra los valores para el control del concreto según ACI -77

DISPERSIÓN TOTAL					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes grados de control (Kg/cm <sup>2</sup> )				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6
DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
Clase de operación	Coeficiente de variación V para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> 5.0

Nota. ACI 214-77

Entonces de acuerdo a la dispersión total, tenemos una desviación estándar de 0.59 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio, De la misma manera para la dispersión entre testigos tenemos un C.V. de 1.68 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio.

**Análisis estadístico de la resistencia a flexión con 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 1/2") a los 28 días.**

MUESTRAS		Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )
Tipo/piedra	TAMAÑO I/ 1/2"	39.60
Ensayo	FLEXION	38.90
% F. Caucho	4.5%	38.81
Día de análisis	28	

RESULTADOS:	
N° DE MUESTRAS	3
MEDIA ( $\bar{x}$ )	39.10
Varianza $\sigma^2$	0.19
Desviación estándar ( $\sigma$ )	0.43
Coef. De variación CV	1.11

Nota. Elaboración propia

A continuación, se muestra los valores para el control del concreto según ACI -77

DISPERSIÓN TOTAL					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes grados de control (Kg/cm <sup>2</sup> )				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6
DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
Clase de operación	Coeficiente de variación V para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> 5.0

Nota. ACI 214-77

Entonces de acuerdo a la dispersión total, tenemos una desviación estándar de 0.43 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio, De la misma manera para la dispersión entre testigos tenemos un C.V. de 1.11 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio.

**Análisis estadístico de la resistencia a flexión con 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ Piedra 1/2") a los 28 días.**

MUESTRAS		Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )
Tipo/piedra	TAMAÑO II/ 1/2"	38.93
Ensayo	FLEXION	39.36
% F. Caucho	4.5%	39.40
Día de análisis	28	

RESULTADOS:	
N° DE MUESTRAS	3
MEDIA ( $\bar{x}$ )	39.23
Varianza $\sigma^2$	0.07
Desviación estándar ( $\sigma$ )	0.26
Coef. De variación CV	0.66

Nota. Elaboración propia

A continuación, se muestra los valores para el control del concreto según ACI -77

DISPERSIÓN TOTAL					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes grados de control (Kg/cm <sup>2</sup> )				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6
DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
Clase de operación	Coeficiente de variación V para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> 5.0

Nota. ACI 214-77

Entonces de acuerdo a la dispersión total, tenemos una desviación estándar de 0.26 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio, De la misma manera para la dispersión entre testigos tenemos un C.V. de 0.66 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio.

**Análisis estadístico de la resistencia a flexión con 0% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ Piedra 3/4") a los 28 días.**

MUESTRAS		Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )
Tipo/piedra	TAMAÑO I/ 3/4"	37.41
Ensayo	FLEXION	37.45
% F. Caucho	0%	36.42
Día de análisis	28	

RESULTADOS:	
N° DE MUESTRAS	3
MEDIA ( $\bar{x}$ )	37.09
Varianza $\sigma^2$	0.34
Desviación estándar ( $\sigma$ )	0.58
Coef. De variación CV	1.57

Nota. Elaboración propia

A continuación, se muestra los valores para el control del concreto según ACI -77

DISPERSIÓN TOTAL					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes grados de control (Kg/cm <sup>2</sup> )				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6
DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
Clase de operación	Coeficiente de variación V para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> 5.0

Nota. ACI 214-77

Entonces de acuerdo a la dispersión total, tenemos una desviación estándar de 0.58 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio, De la misma manera para la dispersión entre testigos tenemos un C.V. de 1.57 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio.

**Análisis estadístico de la resistencia a flexión con 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I+ Piedra 3/4") a los 28 días.**

MUESTRAS		Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )
Tipo/piedra	TAMAÑO I/ 3/4"	41.19
Ensayo	FLEXION	41.25
% F. Caucho	4.5%	40.99
Día de análisis	28	

<b>RESULTADOS:</b>	
N° DE MUESTRAS	3
MEDIA ( $\bar{x}$ )	41.14
Varianza $\sigma^2$	0.02
Desviación estandar ( $\sigma$ )	0.13
Coef. De variación CV	0.32

Nota. Elaboración propia

A continuación, se muestra los valores para el control del concreto según ACI -77

<b>DISPERSIÓN TOTAL</b>					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes grados de control (Kg/cm <sup>2</sup> )				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6
<b>DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS</b>					
Clase de operación	Coeficiente de variación V para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> 5.0

Nota. ACI 214-77

Entonces de acuerdo a la dispersión total, tenemos una desviación estándar de 0.13 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio, De la misma manera para la dispersión entre testigos tenemos un C.V. de 0.32 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio.

#### **Análisis estadístico de la resistencia a flexión con 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II+ Piedra 3/4") a los 28 días.**

<b>MUESTRAS</b>		<b>Mr (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Tipo/piedra	TAMAÑO II/ 3/4"	41.93
Ensayo	FLEXION	41.62
% F. Caucho	4.5%	41.68
Día de análisis	28	

<b>RESULTADOS:</b>	
N° DE MUESTRAS	3
MEDIA ( $\bar{x}$ )	41.74
Varianza $\sigma^2$	0.03
Desviación estandar ( $\sigma$ )	0.17
Coef. De variación CV	0.40

Nota. Elaboración propia

<b>DISPERSIÓN TOTAL</b>					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes grados de control (Kg/cm <sup>2</sup> )				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6
<b>DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS</b>					
Clase de operación	Coeficiente de variación V para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> 5.0

A continuación, se muestra los valores para el control del concreto según ACI -77

*Nota.* ACI 214-77

Entonces de acuerdo a la dispersión total, tenemos una desviación estándar de 0.17 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio, De la misma manera para la dispersión entre testigos tenemos un C.V. de 0.40 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio.

## **PRUEBA O CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECIFICA N°01**

#### **HIPÓTESIS ESPECÍFICA N° 01**

“El Tamaño II de fibra de caucho reciclado aumenta más que el Tamaño I de fibra de cauho reciclado en la resistencia a la flexión del concreto, en los pavimentos rígidos en Pillco Marca, Huánuco – 2023.”

Para poder constatar la hipótesis específica N° 01, solo se consideró los resultados del ensayo a flexion con la adición del 4.5% de las fibras de caucho reciclado para los 28 días , se realizaron con la Piedra chancada de 3/4", además se ensayó para cada tamaño de fibra de caucho reciclado (TAMAÑO I, TAMAÑO II).



Datos para 4.5% F. CAUCHO con TAMAÑO I (1x2cm) usando Piedra chancada de 3/4" y para los 28 días.

Tabla 98

Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 3/4")a los 28 días.

4.5% F. CAUCHO TAMAÑO I- 3/4" - 28 DIAS	
VIGA PRISMÁTICA	Mr
N°	Kg/cm2
1	41.19
2	41.25
3	40.99

Nota. Elaboración propia

Tabla 99

Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(II, 3/4")a los 28 días.

4.5% F. CAUCHO TAMAÑO II- 3/4" - 28 DIAS	
VIGA PRISMÁTICA	Mr
N°	Kg/cm2
1	41.93
2	41.62
3	41.68

Nota. Elaboración propia

### HIPÓTESIS

X1: Resistencia a la flexion del concreto con 4.5% de fibras de caucho del TAMAÑO I, a los 28 días

X2: Resistencia a la flexion del concreto con 4.5% de fibras de caucho del TAMAÑO II, a los 28 días

### HIPÓTESIS NULA

Ho: si  $X2 \leq X1$  si  $t_p > t$  RECHAZAR Ho

La resistencia a la flexion del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO del TAMAÑO II es MENOR con respecto a la resistencia a la flexion del concreto con 4.5% de fibra de CAUCHO del TAMAÑO I a los 28 días.

### HIPÓTESIS ALTERNA

Ha: si  $X2 > X1$  ACEPTAR LA Ha

La resistencia a la flexión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO del TAMAÑO II es MAYOR con respecto a la resistencia a la flexión del concreto con 4.5% de fibra de CAUCHO del TAMAÑO I a los 28 días.

### NIVEL DE SIGNIFICANCIA

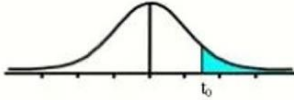
Se determinó para un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , el grado de Libertad se determinará de la forma  $Gl = n_1 + n_2 - 2$ , ya que son muestras pequeñas de dos poblaciones.

Entonces tenemos el punto crítico  $t(n_1 + n_2 - 2; \alpha) = t(4; 0.05)$

### PRUEBA t de student

Se usó la prueba de t de student ya que es recomendado para comparar promedios en dos grupos relativamente pequeños y que cumplen con el supuesto de normalidad, para ello se determinó el t con la siguiente Tabla.

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453

### RESULTADOS

RESULTADOS MUESTRA 1	
n1	3
MEDIA ( $\bar{x}_1$ )	41.14
varianza $s_1^2$	0.017602357

RESULTADOS MUESTRA 2	
n2	3
MEDIA ( $\bar{x}_2$ )	41.74
varianza $s_2^2$	0.027522735

varianza común $s_c^2$	0.0225625
estadístico calculado $t_p$	-4.8972613

Nota. Elaboración propia

Entonces el  $tp = -4.8972613$

**t de student**

de la table anterior para 4 grados de Libertad y 0.05 de nivel de significancia, tenenos

**t= 2.1318**

### **COMPARACIÓN**

Se comparó los valores absolutos

**tp= -4.8972613**

**t= 2.1318**

decimos que  $tp > t$

### **CONCLUSIÓN**

Puesto que  $tp > t$  se rechazó la hipótesis nula, por lo tanto aceptaremos la Hipótesis alterna, entonces concluyemos que:

La resistencia a la flexion del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO del TAMAÑO II es MAYOR (TIENE MAYOR INFLUENCIA) con respecto a la resistencia a la flexion del concreto con 4.5% de fibra de CAUCHO del TAMAÑO I a los 28 días.

### **CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECIFICA N°02**

#### **HIPÓTESIS ESPECÍFICA N° 02**

“La resistencia a la flexión del concreto aumenta en más del 10% cuando se adiciona 4.5% de fibras de caucho reciclado, en los pavimentos rígidos en Pillco Marca, Huánuco – 2023.”

Para poder constatar la hipótesis específica N° 02, solo se consideró los resultados del ensayo a flexion con 0% de fibra de caucho, con 4.5% de fibras de caucho para la edad de 28 días. Además se hizo para cada TAMAÑO de fibras de caucho (TAMAÑO I, TAMAÑO II) y para cada tipo de pidra chancada ( 1/2", 3/4").

Datos para 0% y 4.5% F. CAUCHO con TAMAÑO I (1x2cm) usando Piedra chancada de 1/2" y para los 28 días.

**Tabla 100**

*Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 0% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 1/2")a los 28 días.*

<b>0% F. CAUCHO 1/2" - 28 DIAS</b>	
<b>VIGA PRISMÁTICA</b>	<b>Mr</b>
<b>N°</b>	<b>Kg/cm2</b>
1	35.65
2	35.69
3	34.64

*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 101**

*Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 1/2")a los 28 días.*

<b>4.5% F. CAUCHO TAMAÑO I- 1/2" - 28 DIAS</b>	
<b>VIGA PRISMÁTICA</b>	<b>Mr</b>
<b>N°</b>	<b>Kg/cm2</b>
1	39.60
2	38.90
3	38.81

*Nota.* Elaboración propia

### **HIPÓTESIS**

X1: Resistencia a la flexion del concreto con 0% de fibras de caucho a los 28 días

X2: Resistencia a la flexion del concreto con 4.5% de fibras de caucho a los 28 días

### **HIPÓTESIS NULA**

Ho: si  $X2 \leq X1$  si  $t_p > t$  RECHAZAR Ho

La resistencia a la flexion del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO con respecto a volumen de especimen NO AUMENTA con respecto a la resistencia a la flexion del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 días.

### **HIPÓTESIS ALTERNA**

Ha: si  $X2 > X1$  ACEPTAR LA Ha

La resistencia a la flexión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO con respecto a volumen de especimen AUMENTA con respecto a la resistencia a la flexión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 días.

### NIVEL DE SIGNIFICANCIA

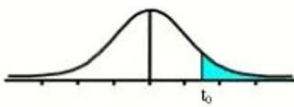
Se determinó para un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , el grado de Libertad se determinará de la forma  $Gl = n_1 + n_2 - 2$ , ya que son muestras pequeñas de dos poblaciones.

Entonces tenemos el punto crítico  $t(n_1 + n_2 - 2; \alpha) = t(4; 0.05)$

### PRUEBA t de student

Se usó la prueba de t de student ya que es recomendado para comparar promedios en dos grupos relativamente pequeños y que cumplen con el supuesto de normalidad, para ello se determinó el t con la siguiente Tabla.

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453

### RESULTADOS

RESULTADOS MUESTRA 1	
n1	3
MEDIA ( $\bar{x}_1$ )	35.33
varianza $s_1^2$	0.351296704

RESULTADOS MUESTRA 2	
n2	3
MEDIA ( $\bar{x}_2$ )	39.10
varianza $s_2^2$	0.188682885

varianza común $s_c^2$	0.2699898
estadístico calculado $t_p$	-8.9020291

Nota. Elaboración propia

Entonces el  $t_p = -8.9020291$

**t de student**

de la table anterior para 4 grados de Libertad y 0.05 de nivel de significancia, tenenos

**t= 2.1318**

### COMPARACIÓN

Se comparó los valores absolutos

**$t_p = -8.9020291$**

**t= 2.1318**

Decimos que  $t_p > t$

### CONCLUSIÓN

Puesto que  $t_p > t$  se rechazó la hipótesis nula, por lanto aceptaremos la Hipótesis alterna, entonces concluymos que:

La resistencia a la flexion del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO I (1x2cm) y con piedra chancada de 1/2" con respecto a volumen de especimen AUMENTA con respecto a la resistencia a la flexion del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 dias.

**Datos para 0% y 4.5% F. CAUCHO con TAMAÑO II (1x4cm) usando Piedra chancada de 1/2" y para los 28 días.**

**Tabla 102**

*Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 0% F. CAUCHO TAMAÑO(II, 1/2")a los 28 días.*

0% F. CAUCHO 1/2" - 28 DIAS	
VIGA PRISMÁTICA	Mr
N°	Kg/cm2
1	35.65
2	35.69
3	34.64

Nota. Elaboración propia

**Tabla 103**

*Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 1/2")a los 28 días.*

4.5% F. CAUCHO TAMAÑO II- 1/2" - 28 DIAS	
VIGA PRISMÁTICA	Mr

N°	Kg/cm <sup>2</sup>
1	38.93
2	39.36
3	39.40

Nota. Elaboración propia

### HIPÓTESIS

X1: Resistencia a la flexión del concreto con 0% de fibras de caucho a los 28 días

X2: Resistencia a la flexión del concreto con 4.5% de fibras de caucho a los 28 días

### HIPÓTESIS NULA

Ho: si  $X_2 \leq X_1$  si  $t_p > t$  RECHAZAR Ho

La resistencia a la flexión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO con respecto a volumen de especimen NO AUMENTA con respecto a la resistencia a la flexión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 días.

### HIPÓTESIS ALTERNA

Ha: si  $X_2 > X_1$  ACEPTAR LA Ha

La resistencia a la flexión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO con respecto a volumen de especimen AUMENTA con respecto a la resistencia a la flexión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 días.

### NIVEL DE SIGNIFICANCIA

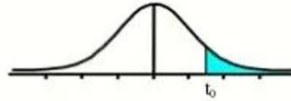
Se determinó para un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , el grado de Libertad se determinará de la forma  $Gl = n_1 + n_2 - 2$ , ya que son muestras pequeñas de dos poblaciones.

Entonces tenemos el punto crítico  $t(n_1 + n_2 - 2; \alpha) = t(4; 0.05)$

### PRUEBA t de student

Se usó la prueba de t de student ya que es recomendado para comparar promedios en dos grupos relativamente pequeños y que cumplen con el supuesto de normalidad, para ello se determinó el t con la siguiente Tabla.

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453

## RESULTADOS

RESULTADOS MUESTRA 1	
n1	3
MEDIA ( $\bar{x}_1$ )	35.33
varianza $s_1^2$	0.351296704

RESULTADOS MUESTRA 2	
n2	3
MEDIA ( $\bar{x}_2$ )	39.23
varianza $s_2^2$	0.06700897

varianza común $s_c^2$	0.2091528
estadístico calculado $t_p$	-10.45052

Nota. Elaboración propia

Entonces el  $tp = -10.45052$

### t de student

de la table anterior para 4 grados de Libertad y 0.05 de nivel de significancia, tenenos

$t = 2.1318$

### COMPARACIÓN

Se comparó los valores absolutos

$tp = -10.45052$

$t = 2.1318$



decimos que  $t_p > t$

### CONCLUSIÓN

Puesto que  $t_p > t$  se rechazó la hipótesis nula, por lo tanto aceptaremos la Hipótesis alterna, entonces concluimos que:

La resistencia a la flexión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO II (1x4cm) y con Piedra chancada de 1/2" con respecto a volumen de especimen AUMENTA con respecto a la resistencia a la flexión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 días.

**Datos para 0% y 4.5% F. CAUCHO con TAMAÑO I (1x2cm) usando Piedra chancada de 3/4" y para los 28 días**

**Tabla 104**

*Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 0% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 3/4") a los 28 días.*

0% F. CAUCHO 3/4" - 28 DIAS	
VIGA PRISMÁTICA	Mr
N°	Kg/cm <sup>2</sup>
1	37.41
2	37.45
3	36.42

*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 105**

*Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 3/4") a los 28 días.*

4.5% F. CAUCHO TAMAÑO I- 3/4" - 28 DIAS	
VIGA PRISMÁTICA	Mr
N°	Kg/cm <sup>2</sup>
1	41.19
2	41.25
3	40.99

*Nota.* Elaboración propia

### HIPÓTESIS

X1: Resistencia a la flexión del concreto con 0% de fibras de caucho a los 28 días

X2: Resistencia a la flexión del concreto con 4.5% de fibras de caucho a los 28 días

### HIPÓTESIS NULA

Ho: si  $X_2 \leq X_1$

si  $t_p > t$  RECHAZAR Ho

La resistencia a la flexion del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO con respecto a volumen de especimen NO AUMENTA con respecto a la resistencia a la flexion del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 dias.

### HIPÓTESIS ALTERNA

Ha: si  $X_2 > X_1$

ACEPTAR LA Ha

La resistencia a la flexion del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO con respecto a volumen de especimen AUMENTA con respecto a la resistencia a la flexion del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 dias.

### NIVEL DE SIGNIFICANCIA

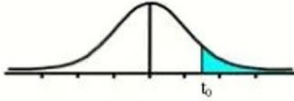
Se determinó para un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , el grado de Libertad se determinará de la forma  $Gl = n_1 + n_2 - 2$ , ya que son muestras pequeñas de dos poblaciones.

Entonces tenemos el punto crítico  $t(n_1 + n_2 - 2; \alpha) = t(4; 0.05)$

### PRUEBA t de student

Se usó la prueba de t de student ya que es recomendado para comparar promedios en dos grupos relativamente pequeños y que cumplen con el supuesto de normalidad, para ello se determinó el t con la siguiente Tabla.

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453

### RESULTADOS

RESULTADOS MUESTRA 1	
n1	3
MEDIA ( $\bar{x}_1$ )	37.09
varianza $s_1^2$	0.339294496

RESULTADOS MUESTRA 2	
n2	3

MEDIA ( $\bar{x}_2$ )	41.14
varianza $s_2^2$	0.017602357

varianza común $s_c^2$	0.1784484
estadístico calculado $t_p$	-11.7363

Entonces el **tp= -11.7363**

### t de student

de la table anterior para 4 grados de Libertad y 0.05 de nivel de significancia, tenenos

**t= 2.1318**

### COMPARACIÓN

Se comparó los valores absolutos

**tp= -11.7363**

**t= 2.1318**

decimos que **tp>t**

### CONCLUSIÓN

Puesto que  $tp>t$  se rechazó la hipótesis nula, por lanto aceptaremos la Hipótesis alterna, entonces concluyemos que:

La resistencia a la flexion del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO I (1x2cm) y con Piedra chancada de 3/4" con respecto a volumen de especimen AUMENTA con respecto a la resistencia a la flexion del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 días.

**Datos para 0% y 4.5% F. CAUCHO con TAMAÑO II (1x4cm) usando Piedra chancada de 3/4" y para los 28 días**

**Tabla 106**

*Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 0% F. CAUCHO TAMAÑO(II, 3/4")a los 28 días.*

0% F. CAUCHO 3/4" - 28 DIAS	
VIGA PRISMÁTICA	Mr
N°	Kg/cm2
1	37.41
2	37.45
3	36.42

Nota. Elaboración propia

**Tabla 107**

*Resumen de las resistencias a FLEXIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(II, 3/4")a los 28*

<b>4.5% F. CAUCHO TAMAÑO II- 3/4" - 28 DIAS</b>	
<b>VIGA PRISMÁTICA</b>	<b>Mr</b>
<b>N°</b>	<b>Kg/cm2</b>
1	41.93
2	41.62
3	41.68

Nota. Elaboración propia

### **HIPÓTESIS**

X1: Resistencia a la flexion del concreto con 0% de fibras de caucho a los 28 días

X2: Resistencia a la flexion del concreto con 4.5% de fibras de caucho a los 28 días

### **HIPÓTESIS NULA**

Ho: si  $X2 \leq X1$  si  $t_p > t$  RECHAZAR Ho

La resistencia a la flexion del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO con respecto a volumen de especimen NO AUMENTA con respecto a la resistencia a la flexion del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 dias.

### **HIPÓTESIS ALTERNA**

Ha: si  $X2 > X1$  ACEPTAR LA Ha

La resistencia a la flexion del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO con respecto a volumen de especimen AUMENTA con respecto a la resistencia a la flexion del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 dias.

### **NIVEL DE SIGNIFICANCIA**

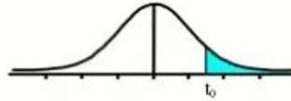
Se determinó para un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , el grado de Libertad se determinará de la forma  $Gl = n1+n2-2$  , ya que son muestras pequeñas de dos poblaciones.

Entonces temenos el punto crítico  $t(n1+n2-2 ; \alpha) = t(4 ; 0.05)$

### **PRUEBA t de student**

Se usó la pruba de t de student ya que es recomendado para comparar promedios en dos grupos relativamente pequeños y que cumplen con el supuesto de normalidad, para ello se determinó el t con la siguiente Tabla.

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453

## RESULTADOS

RESULTADOS MUESTRA 1	
n1	3
MEDIA ( $\bar{x}_1$ )	37.09
varianza $s_1^2$	0.339294496

RESULTADOS MUESTRA 2	
n2	3
MEDIA ( $\bar{x}_2$ )	41.74
varianza $s_2^2$	0.027522735

varianza común $s_c^2$	0.1834086
estadístico calculado $t_p$	-13.294172

Nota. Elaboración propia

Entonces el  $tp = -13.294172$

### t de student

de la table anterior para 4 grados de Libertad y 0.05 de nivel de significancia, tenenos

$t = 2.1318$

### COMPARACIÓN

Se comparó los valores absolutos

$tp = -13.294172$

$t = 2.1318$

decimos que  $t_p > t$

### CONCLUSIÓN

Puesto que  $t_p > t$  se rechazó la hipótesis nula, por lo tanto aceptaremos la Hipótesis alterna, entonces concluimos que:

La resistencia a la flexión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO II (1x4cm) y con Piedra chancada de 3/4" con respecto a volumen de especimen AUMENTA con respecto a la resistencia a la flexión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 días.

### Analisis estadístico de la resistencia a COMPRESIÓN con 0% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 1/2") a los 28 días.

MUESTRAS		F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )
Tipo/piedra	TAMAÑO I/ 1/2"	232.47
Ensayo	COMPRESIÓN	232.50
% F. Caucho	0%	232.20
Día de análisis	28	

RESULTADOS:	
N° DE MUESTRAS	3
MEDIA ( $\bar{x}$ )	232.39
Varianza $\sigma^2$	0.03
Desviación estandar ( $\sigma$ )	0.16
Coef. De variación CV	0.07

Nota. Elaboración propia

A continuación, se muestra los valores para el control del concreto según ACI -77

DISPERSIÓN TOTAL					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes grados de control (Kg/cm <sup>2</sup> )				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6
DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
Clase de operación	Coeficiente de variación V para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> 5.0

Nota. ACI 214-77

Entonces de acuerdo a la dispersión total, tenemos una desviación estándar de 0.16 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio, De la misma manera para la dispersión entre testigos tenemos un C.V. de 0.07 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio.

**Análisis estadístico de la resistencia a COMPRESIÓN con 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 1/2") a los 28 días.**

MUESTRAS		F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )
Tipo/piedra	TAMAÑO I/ 1/2"	246.05
Ensayo	COMPRESIÓN	245.51
% F. Caucho	4.5%	246.22
Día de análisis	28	

RESULTADOS:	
N° DE MUESTRAS	3
MEDIA ( $\bar{x}$ )	245.93
Varianza $\sigma^2$	0.14
Desviación estándar ( $\sigma$ )	0.37
Coef. De variación CV	0.15

Nota. Elaboración propia

A continuación, se muestra los valores para el control del concreto según ACI -77

DISPERSIÓN TOTAL					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes grados de control (Kg/cm <sup>2</sup> )				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6
DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
Clase de operación	Coeficiente de variación V para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> 5.0

Nota. ACI 214-77

Entonces de acuerdo a la dispersión total, tenemos una desviación estándar de 0.37 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio, De la misma manera para la dispersión entre testigos tenemos un C.V. de 0.15 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio.

**Análisis estadístico de la resistencia a COMPRESIÓN con 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + Piedra 1/2") a los 28 días.**

MUESTRAS		F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )
Tipo/piedra	TAMAÑO II/ 1/2"	246.47
Ensayo	COMPRESIÓN	246.54
% F. Caucho	4.5%	246.62
Día de análisis	28	

<b>RESULTADOS:</b>	
N° DE MUESTRAS	3
MEDIA ( $\bar{x}$ )	246.54
Varianza $\sigma^2$	0.01
Desviación estándar ( $\sigma$ )	0.07
Coef. De variación CV	0.03

Nota. Elaboración propia

A continuación, se muestra los valores para el control del concreto según ACI -77

<b>DISPERSIÓN TOTAL</b>					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes grados de control (Kg/cm <sup>2</sup> )				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6
<b>DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS</b>					
Clase de operación	Coeficiente de variación V para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> 5.0

Nota. ACI 214-77

Entonces de acuerdo a la dispersión total, tenemos una desviación estándar de 0.07 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio, De la misma manera para la dispersión entre testigos tenemos un C.V. de 0.03 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio.

**Análisis estadístico de la resistencia a COMPRESIÓN con 0% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 3/4") a los 28 días.**

<b>MUESTRAS</b>		<b>F'c (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Tipo/piedra	TAMAÑO I/ 3/4"	235.04
Ensayo	COMPRESIÓN	235.01
% F. Caucho	0%	235.08
Día de análisis	28	

<b>RESULTADOS:</b>	
N° DE MUESTRAS	3
MEDIA ( $\bar{x}$ )	235.04
Varianza $\sigma^2$	0.00
Desviación estándar ( $\sigma$ )	0.03



Coef. De variacion CV	0.01
-----------------------	------

Nota. Elaboración propia

A continuación, se muestra los valores para el control del concreto según ACI -77

<b>DISPERSIÓN TOTAL</b>					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes grados de control (Kg/cm <sup>2</sup> )				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6
<b>DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS</b>					
Clase de operación	Coeficiente de variación V para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> 5.0

Nota. ACI 214-77

Entonces de acuerdo a la dispersión total, tenemos una desviación estándar de 0.03 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio, De la misma manera para la dispersión entre testigos tenemos un C.V. de 0.01 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio.

**Análisis estadístico de la resistencia a COMPRESIÓN con 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 3/4") a los 28 días.**

<b>MUESTRAS</b>		<b>F'c (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Tipo/piedra	TAMAÑO I/ 3/4"	247.97
Ensayo	COMPRESIÓN	248.06
% F. Caucho	4.5%	248.02
Día de análisis	28	

<b>RESULTADOS:</b>	
N° DE MUESTRAS	3
MEDIA ( $\bar{x}$ )	248.02
Varianza $\sigma^2$	0.00
Desviacion estandar ( $\sigma$ )	0.04
Coef. De variacion CV	0.02

Nota. Elaboración propia

A continuación, se muestra los valores para el control del concreto según ACI -77

<b>DISPERSIÓN TOTAL</b>					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes grados de control (Kg/cm <sup>2</sup> )				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6
<b>DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS</b>					
Clase de operación	Coeficiente de variación V para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> 5.0

Nota. ACI 214-77

Entonces de acuerdo a la dispersión total, tenemos una desviación estándar de 0.04 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio, De la misma manera para la dispersión entre testigos tenemos un C.V. de 0.02 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio.

**Análisis estadístico de la resistencia a COMPRESIÓN con 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + Piedra 3/4") a los 28 días.**

<b>MUESTRAS</b>		<b>F'c (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Tipo/piedra	TAMAÑO II/ 3/4"	249.09
Ensayo	COMPRESIÓN	249.18
% F. Caucho	4.5%	249.93
Día de análisis	28	

<b>RESULTADOS:</b>	
N° DE MUESTRAS	3
MEDIA ( $\bar{x}$ )	249.40
Varianza $\sigma^2$	0.21
Desviación estándar ( $\sigma$ )	0.46
Coef. De variación CV	0.18

Nota. Elaboración propia

A continuación, se muestra los valores para el control del concreto según ACI -77

<b>DISPERSIÓN TOTAL</b>					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes grados de control (Kg/cm <sup>2</sup> )				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6
<b>DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS</b>					
Clase de operación	Coeficiente de variación V para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> 5.0

Nota. ACI 214-77

Entonces de acuerdo a la dispersión total, tenemos una desviación estándar de 0.46 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio, De la misma manera para la dispersión entre testigos tenemos un C.V. de 0.18 lo cual califica como EXCELENTE para el concreto en laboratorio.

### **CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA N°03**

#### **HIPÓTESIS ESPECÍFICA N° 03**

“La resistencia a la compresión del concreto aumenta al adicionar fibras de caucho reciclado al concreto en Pillco Marca, Huánuco – 2023.”

Para poder constatar la hipótesis específica N° 03, solo se consideró los resultados del ensayo a compresión con 0% de fibra de caucho, con 4.5% de fibras de caucho para la edad de 28 días. Además se hizo para cada TAMAÑO de fibras de caucho (TAMAÑO I, TAMAÑO II) y para cada tipo de piedra chancada ( 1/2", 3/4").

**Datos para 0% y 4.5% F. CAUCHO con TAMAÑO I (1x2cm) usando Piedra chancada de 1/2" y para los 28 días.**

**Tabla 108**

*Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN con 0% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 1/2")a los 28 días.*

<b>0% F. CAUCHO 1/2" - 28 DIAS</b>	
<b>VIGA PRISMÁTICA</b>	<b>F'c</b>
<b>N°</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
1	232.47
2	232.50
3	232.20

Nota. Elaboración propia

**Tabla 109**

*Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO I- 1/2" a los 28 días.*

<b>4.5% F. CAUCHO TAMAÑO I- 1/2" - 28 DIAS</b>	
<b>VIGA PRISMÁTICA</b>	<b>F'c</b>
<b>N°</b>	<b>Kg/cm2</b>
1	246.05
2	245.51
3	246.22

Nota. Elaboración propia

### **HIPÓTESIS**

X1: Resistencia a la compresión del concreto con 0% de fibras de caucho a los 28 días

X2: Resistencia a la compresión del concreto con 4.5% de fibras de caucho a los 28 días

### **HIPÓTESIS NULA**

Ho: si  $X2 \leq X1$  si  $t_p > t$  RECHAZAR Ho

La resistencia a la compresión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO con respecto a volumen de especimen NO AUMENTA con respecto a la resistencia a la compresión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 días.

### **HIPÓTESIS ALTERNA**

Ha: si  $X2 > X1$  ACEPTAR LA Ha

La resistencia a la compresión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO con respecto a volumen de especimen AUMENTA con respecto a la resistencia a la compresión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 días.

### **NIVEL DE SIGNIFICANCIA**

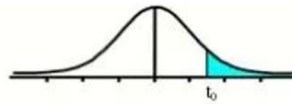
Se determinó para un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , el grado de Libertad se determinará de la forma  $Gl = n1 + n2 - 2$ , ya que son muestras pequeñas de dos poblaciones.

Entonces tenemos el punto crítico  $t(n1 + n2 - 2; \alpha) = t(4; 0.05)$

### **PRUEBA t de student**

Se usó la prueba de t de student ya que es recomendado para comparar promedios en dos grupos relativamente pequeños y que cumplen con el supuesto de normalidad, para ello se determinó el t con la siguiente Tabla.

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453

## RESULTADOS

RESULTADOS MUESTRA 1	
n1	3
MEDIA ( $\bar{x}_1$ )	232.39
varianza $s_1^2$	0.026069809

RESULTADOS MUESTRA 2	
n2	3
MEDIA ( $\bar{x}_2$ )	245.93
varianza $s_2^2$	0.13817647

varianza común $s_c^2$	0.0821231
estadístico calculado $t_p$	-57.850129

Nota. Elaboración propia

Entonces el  $tp = -57.850129$

### t de student

de la table anterior para 4 grados de Libertad y 0.05 de nivel de significancia, tenenos

$t = 2.1318$

### COMPARACIÓN

Se comparó los valores absolutos

$tp = -57.850129$

$t = 2.1318$

decimos que  $t_p > t$

### CONCLUSIÓN

Puesto que  $t_p > t$  se rechazó la hipótesis nula, por lo tanto aceptaremos la Hipótesis alterna, entonces concluimos que:

La resistencia a la compresión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO I (1x2cm) y con Piedra chancada de 1/2" con respecto a volumen de especimen AUMENTA con respecto a la resistencia a la compresión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 días.

**Datos para 0% y 4.5% F. CAUCHO con TAMAÑO II (1x4cm) usando Piedra chancada de 1/2" y para los 28 días.**

**Tabla 110**

*Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN con 0% F. CAUCHO TAMAÑO(II, 1/2")a los 28 días.*

0% F. CAUCHO 1/2" - 28 DIAS	
PROBETA CILINDRICA	F'c
N°	Kg/cm2
1	232.47
2	232.50
3	232.20

*Nota. Elaboración propia*

**Tabla 111**

*Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(II, 1/2")a los 28 días.*

4.5% F. CAUCHO TAMAÑO II- 1/2" - 28 DIAS	
PROBETA CILINDRICA	F'c
N°	Kg/cm2
1	246.47
2	246.54
3	246.62

*Nota. Elaboración propia*

### HIPÓTESIS

X1: Resistencia a la compresión del concreto con 0% de fibras de caucho a los 28 días

X2: Resistencia a la compresión del concreto con 4.5% de fibras de caucho a los 28 días

### HIPÓTESIS NULA

Ho: si  $X_2 \leq X_1$

si  $t_p > t$  RECHAZAR Ho

La resistencia a la compresión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO con respecto a volumen de especimen NO AUMENTA con respecto a la resistencia a la compresión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 dias.

### HIPÓTESIS ALTERNA

Ha: si  $X_2 > X_1$

ACEPTAR LA Ha

La resistencia a la compresión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO con respecto a volumen de especimen AUMENTA con respecto a la resistencia a la compresión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 dias.

### NIVEL DE SIGNIFICANCIA

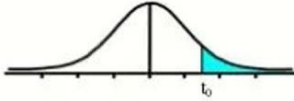
Se determinó para un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , el grado de Libertad se determinará de la forma  $Gl = n_1 + n_2 - 2$ , ya que son muestras pequeñas de dos poblaciones.

Entonces tenemos el punto crítico  $t(n_1 + n_2 - 2; \alpha) = t(4; 0.05)$

### PRUEBA t de student

Se usó la prueba de t de student ya que es recomendado para comparar promedios en dos grupos relativamente pequeños y que cumplen con el supuesto de normalidad, para ello se determinó el t con la siguiente Tabla.

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453

### RESULTADOS

RESULTADOS MUESTRA 1	
n1	3
MEDIA ( $\bar{x}_1$ )	232.39
varianza $s_1^2$	0.026069809

RESULTADOS MUESTRA 2	
n2	3

MEDIA ( $\bar{x}_2$ )	246.54
varianza $s_2^2$	0.005006301

varianza común $s_c^2$	0.0155381
estadístico calculado $t_p$	-139.07078

Nota. Elaboración propia

Entonces el **tp= -139.07078**

### t de student

de la table anterior para 4 grados de Libertad y 0.05 de nivel de significancia, tenenos

**t= 2.1318**

### COMPARACIÓN

Se comparó los valores absolutos

**tp= -139.07078**

**t= 2.1318**

decimos que **tp>t**

### CONCLUSIÓN

Puesto que  $tp>t$  se rechazó la hipótesis nula, por lo tanto aceptaremos la Hipótesis alterna, entonces concluyemos que:

La resistencia a la compresión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO II (1x4cm) y con Piedra chancada de 1/2" con respecto a volumen de especimen AUMENTA con respecto a la resistencia a la compresión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 días.

**Datos para 0% y 4.5% F. CAUCHO con TAMAÑO I (1x2cm) usando Piedra chancada de 3/4" y para los 28 días.**

**Tabla 112**

*Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN con 0% F. CAUCHO TAMAÑO(I, 3/4")a los 28 días.*

0% F. CAUCHO 3/4" - 28 DIAS	
PROBETA CILINDRICA	F'c
N°	Kg/cm2
1	235.04
2	235.01
3	235.08

Nota. Elaboración propia



**Tabla 113**

*Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO (I, 3/4") a los 28 días.*

<b>4.5% F. CAUCHO TAMAÑO I- 3/4" - 28 DIAS</b>	
<b>PROBETA CILINDRICA</b>	<b>F'c</b>
<b>N°</b>	<b>Kg/cm2</b>
1	247.97
2	248.06
3	248.02

Nota. Elaboración propia

### **HIPÓTESIS**

X1: Resistencia a la compresión del concreto con 0% de fibras de caucho a los 28 días

X2: Resistencia a la compresión del concreto con 4.5% de fibras de caucho a los 28 días

### **HIPÓTESIS NULA**

Ho: si  $X2 \leq X1$  si  $t_p > t$  RECHAZAR Ho

La resistencia a la compresión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO con respecto a volumen de especimen NO AUMENTA con respecto a la resistencia a la compresión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 días.

### **HIPÓTESIS ALTERNA**

Ha: si  $X2 > X1$  ACEPTAR LA Ha

La resistencia a la compresión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO con respecto a volumen de especimen AUMENTA con respecto a la resistencia a la compresión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 días.

### **NIVEL DE SIGNIFICANCIA**

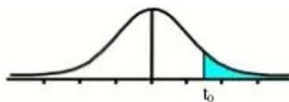
Se determinó para un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , el grado de Libertad se determinará de la forma  $Gl = n1 + n2 - 2$ , ya que son muestras pequeñas de dos poblaciones.

Entonces tenemos el punto crítico  $t(n1 + n2 - 2; \alpha) = t(4; 0.05)$

### **PRUEBA t de student**

Se usó la prueba de t de student ya que es recomendado para comparar promedios en dos grupos relativamente pequeños y que cumplen con el supuesto de normalidad, para ello se determinó el t con la siguiente Tabla.

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453

## RESULTADOS

RESULTADOS MUESTRA 1	
n1	3
MEDIA ( $\bar{x}_1$ )	235.04
varianza $s_1^2$	0.001160414

RESULTADOS MUESTRA 2	
n2	3
MEDIA ( $\bar{x}_2$ )	248.02
varianza $s_2^2$	0.001803976

varianza común $s_c^2$	0.0014822
estadístico calculado $t_p$	-412.68227

Nota. Elaboración propia

Entonces el **tp= -412.68227**

### t de student

de la table anterior para 4 grados de Libertad y 0.05 de nivel de significancia, tenenos

**t= 2.1318**

### COMPARACIÓN

Se comparó los valores absolutos

**tp= -412.68227**

**t= 2.1318**

decimos que  $t_p > t$

### CONCLUSIÓN

Puesto que  $t_p > t$  se rechazó la hipótesis nula, por lo tanto aceptaremos la Hipótesis alterna, entonces concluymos que:

La resistencia a la compresión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO I (1x2cm) y con Piedra chancada de 3/4" con respecto a volumen de especimen AUMENTA con respecto a la resistencia a la compresión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 días.

**Datos para 0% y 4.5% F. CAUCHO con TAMAÑO II (1x4cm) usando Piedra chancada de 3/4" y para los 28 días.**

**Tabla 114**

*Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN con 0% F. CAUCHO TAMAÑO(II, 3/4")a los 28 días.*

0% F. CAUCHO 3/4" - 28 DIAS	
PROBETA CILINDRICA	F'c
N°	Kg/cm2
1	235.04
2	235.01
3	235.08

Nota. Elaboración propia

**Tabla 115**

*Resumen de las resistencias a COMPRESIÓN con 4.5% F. CAUCHO TAMAÑO(II, 3/4")a los 28 días.*

4.5% F. CAUCHO TAMAÑO II- 3/4" - 28 DIAS	
PROBETA CILINDRICA	F'c
N°	Kg/cm2
1	249.09
2	249.18
3	249.93

Nota. Elaboración propia

### HIPÓTESIS

X1: Resistencia a la compresión del concreto con 0% de fibras de caucho a los 28 días

X2: Resistencia a la compresión del concreto con 4.5% de fibras de caucho a los 28 días

### HIPÓTESIS NULA

Ho: si  $X_2 \leq X_1$

si  $t_p > t$  RECHAZAR Ho

La resistencia a la compresión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO con respecto a volumen de especimen NO AUMENTA con respecto a la resistencia a la compresión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 dias.

### HIPÓTESIS ALTERNA

Ha: si  $X_2 > X_1$

ACEPTAR LA Ha

La resistencia a la compresión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO con respecto a volumen de especimen AUMENTA con respecto a la resistencia a la compresión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 dias.

### NIVEL DE SIGNIFICANCIA

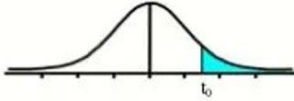
Se determinó para un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , el grado de Libertad se determinará de la forma  $Gl = n_1 + n_2 - 2$ , ya que son muestras pequeñas de dos poblaciones.

Entonces tenemos el punto crítico  $t(n_1 + n_2 - 2; \alpha) = t(4; 0.05)$

### PRUEBA t de student

Se usó la prueba de t de student ya que es recomendado para comparar promedios en dos grupos relativamente pequeños y que cumplen con el supuesto de normalidad, para ello se determinó el t con la siguiente Tabla.

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453

### RESULTADOS

RESULTADOS MUESTRA 1	
n1	3
MEDIA ( $\bar{x}_1$ )	235.04
varianza $s_1^2$	0.001160414

RESULTADOS MUESTRA 2	
n2	3

MEDIA ( $\bar{x}_2$ )	249.40
varianza $s_2^2$	0.210945486

varianza común $s_c^2$	0.1060529
estadístico calculado $t_p$	-53.980504

Nota. Elaboración propia

Entonces el **tp= -53.980504**

### **t de student**

de la table anterior para 4 grados de Libertad y 0.05 de nivel de significancia, tenenos

**t= 2.1318**

### **COMPARACIÓN**

Se comparó los valores absolutos

**tp= -53.980504**

**t= 2.1318**

decimos que **tp>t**

### **CONCLUSIÓN**

Puesto que  $tp>t$  se rechazó la hipótesis nula, por lo tanto aceptaremos la Hipótesis alterna, entonces concluyemos que:

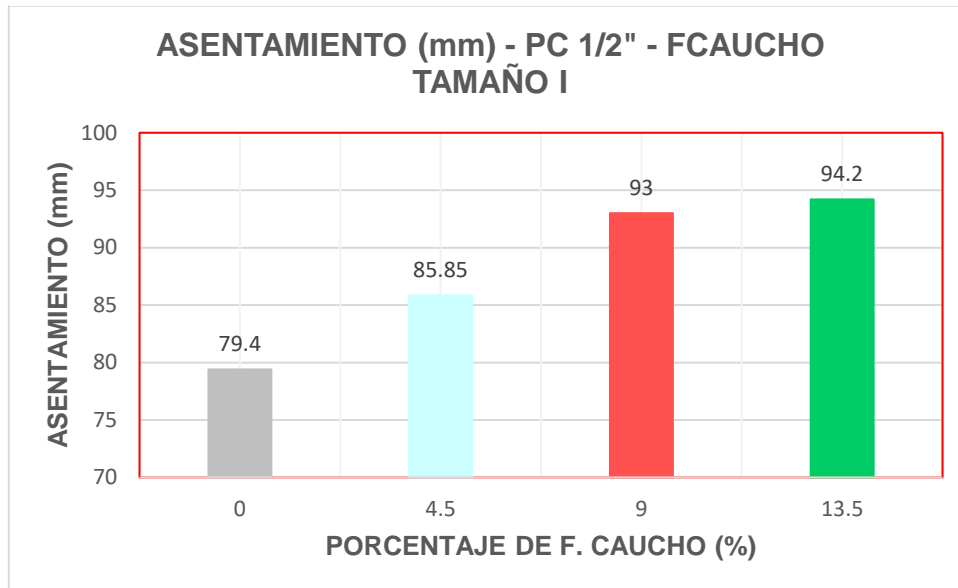
La resistencia a la compresión del concreto adicionado con 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO II (1x4cm) y con Piedra chancada de 3/4" con respecto a volumen de especimen AUMENTA con respecto a la resistencia a la compresión del concreto normal con 0% de fibra CAUCHO a los 28 dias.

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

#### Gráfico 16

*Asentamiento del concreto Fibras de caucho (TAMAÑO I), para piedra chancada 1/2"*



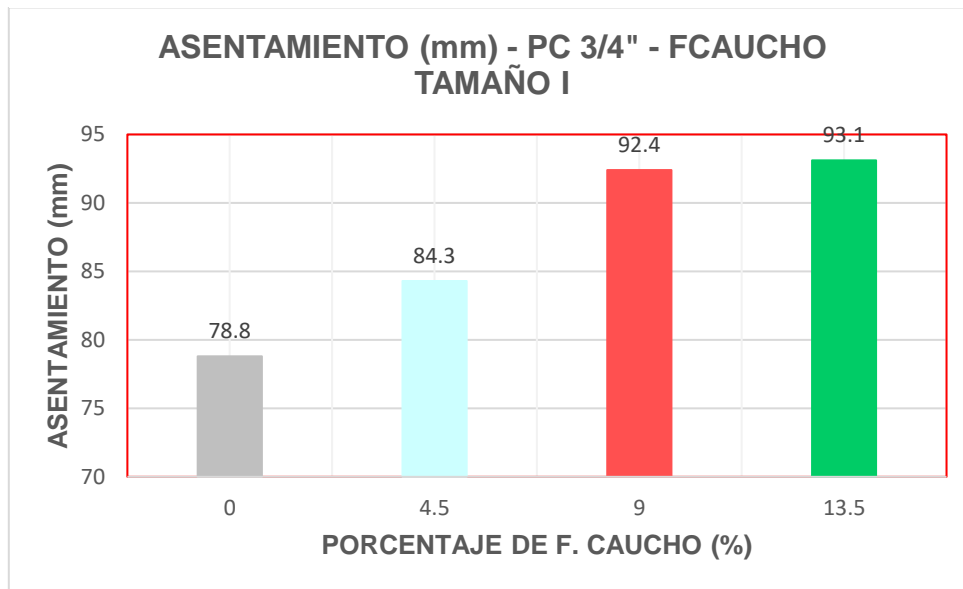
*Nota.* Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que el asentamiento aumenta a medida que se aumenta los porcentajes de fibras de caucho, para el concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO tiene un asentamiento de 85.85mm, el cual representa 108.12% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 8.12%.
- ✓ Podemos mencionar que el asentamiento aumenta a medida que se aumenta los porcentajes de fibras de caucho, para el concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO tiene un asentamiento de 93mm, el cual representa 117.13% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 17.13%.
- ✓ Podemos mencionar que el asentamiento aumenta a medida que se aumenta los porcentajes de fibras de caucho, para el concreto adicionado con 13.5%

de fibra de CAUCHO tiene un asentamiento de 94.2mm, el cual representa 118.64% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 18.64%.

### Gráfico 17

*Asentamiento del concreto Fibras de caucho (TAMAÑO I), para piedra chancada 3/4"*



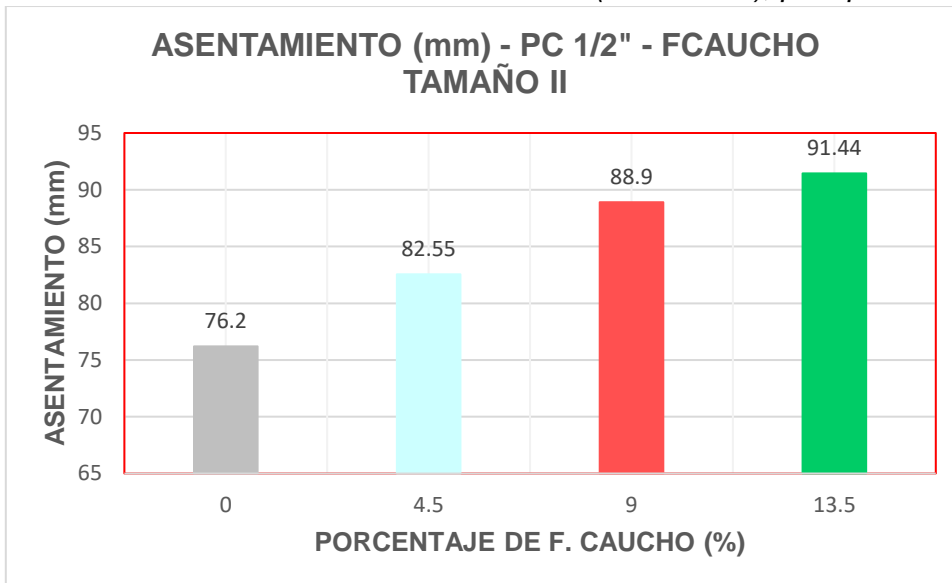
*Nota.* Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que el asentamiento aumenta a medida que se aumenta los porcentajes de fibras de caucho, para el concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO tiene un asentamiento de 84.3mm, el cual representa 106.98% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 6.98%.
- ✓ Podemos mencionar que el asentamiento aumenta a medida que se aumenta los porcentajes de fibras de caucho, para el concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO tiene un asentamiento de 92.4mm, el cual representa 117.26% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 17.26%.

- ✓ Podemos mencionar que el asentamiento aumenta a medida que se aumentan los porcentajes de fibras de caucho, para el concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO tiene un asentamiento de 93.1mm, el cual representa 118.15% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 18.15%.

### Gráfico 18

*Asentamiento del concreto Fibras de caucho (TAMAÑO II), para piedra chancada 1/2"*



*Nota.* Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que el asentamiento aumenta a medida que se aumentan los porcentajes de fibras de caucho, para el concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO tiene un asentamiento de 82.55mm, el cual representa 108.33% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 8.33%.
- ✓ Podemos mencionar que el asentamiento aumenta a medida que se aumentan los porcentajes de fibras de caucho, para el concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO tiene un asentamiento de 88.9mm, el cual representa

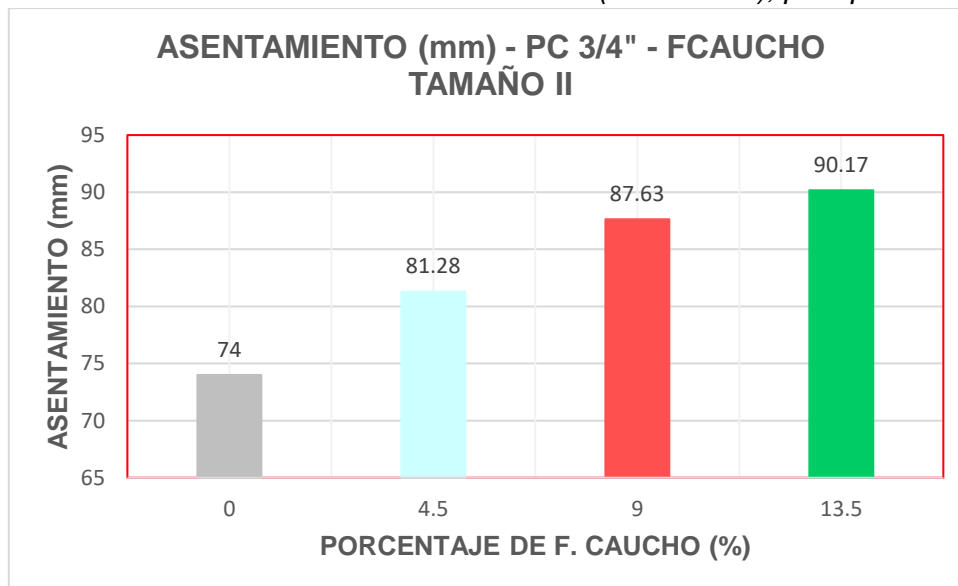


116.67% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 16.67%.

- ✓ Podemos mencionar que el asentamiento aumenta a medida que se aumenta los porcentajes de fibras de caucho, para el concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO tiene un asentamiento de 91.44mm, el cual representa 120% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 20%.

### Gráfico 19

*Asentamiento del concreto Fibras de caucho (TAMAÑO II), para piedra chancada 3/4"*



*Nota.* Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que el asentamiento aumenta a medida que se aumenta los porcentajes de fibras de caucho, para el concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO tiene un asentamiento de 81.28mm, el cual representa 109.84% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 9.84%.

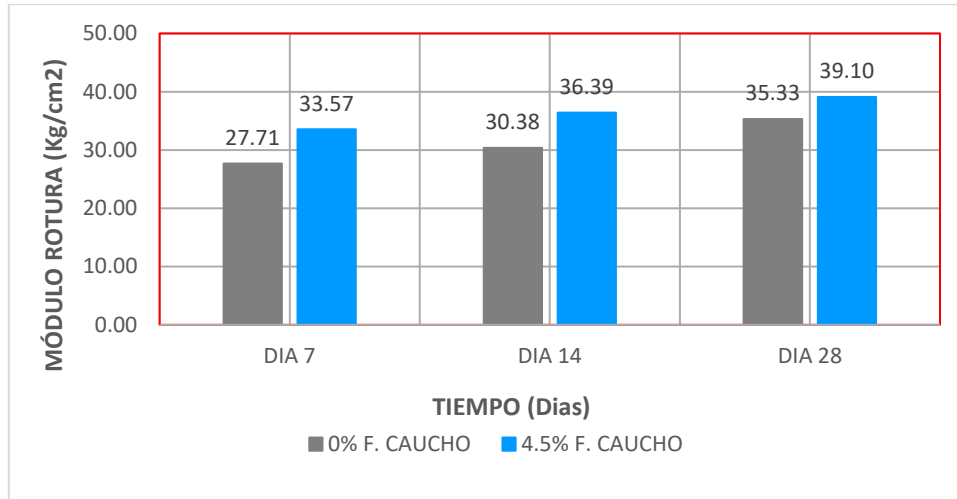
- ✓ Podemos mencionar que el asentamiento aumenta a medida que se aumenta los porcentajes de fibras de caucho, para el concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO tiene un asentamiento de 87.63mm, el cual representa 118.42% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 18.42%.
- ✓ Podemos mencionar que el asentamiento aumenta a medida que se aumenta los porcentajes de fibras de caucho, para el concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO tiene un asentamiento de 90.17mm, el cual representa 121.85% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 21.85%.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN

**Concreto normal – Concreto con 4.5% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 1/2").**

### Gráfico 20

*Efecto progresivo del 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 1/2") en la resistencia a flexión*



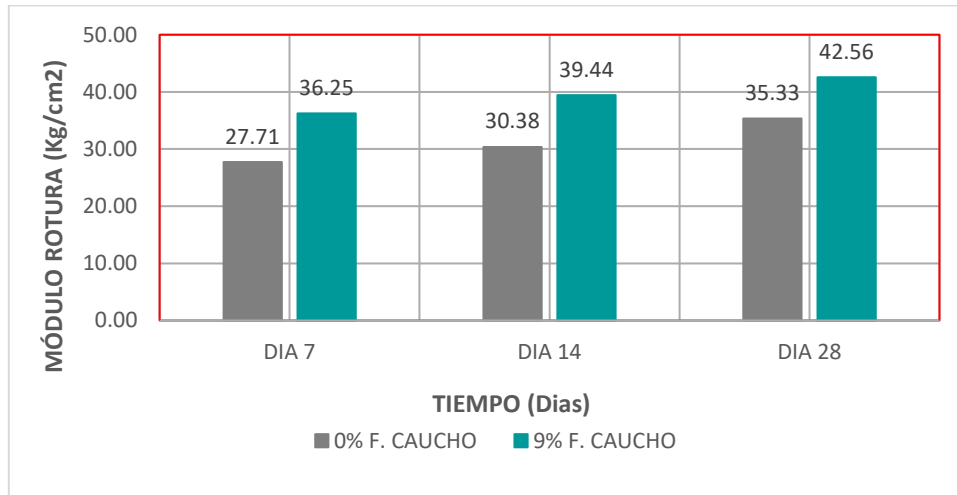
Nota. Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 33.57 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 121.15% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 21.15%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 36.39 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 119.78% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 19.78%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 39.10 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 110.67% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 10.67%.

**Concreto normal – Concreto con 9% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (1 + Piedra 1/2").**

**Gráfico 21**

*Efecto progresivo del 9% de fibra CAUCHO TAMAÑO (1 + piedra 1/2") en la resistencia a flexión*



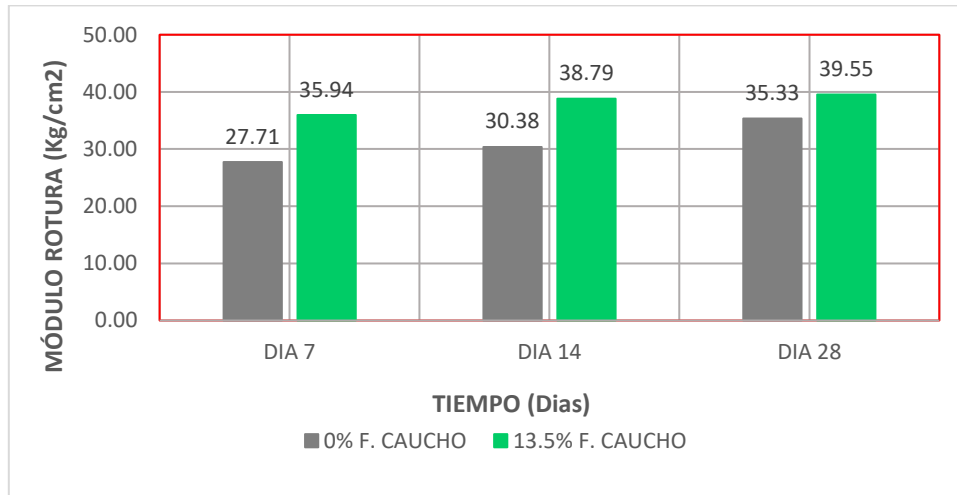
*Nota.* Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 36.25Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 130.82% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 30.82%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 39.44 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 129.82% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 29.82%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 42.56 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 120.46% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 20.46%.

**Concreto normal – Concreto con 13.5% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 1/2").**

**Gráfico 22**

*Efecto progresivo del 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 1/2") en la resistencia a flexión*



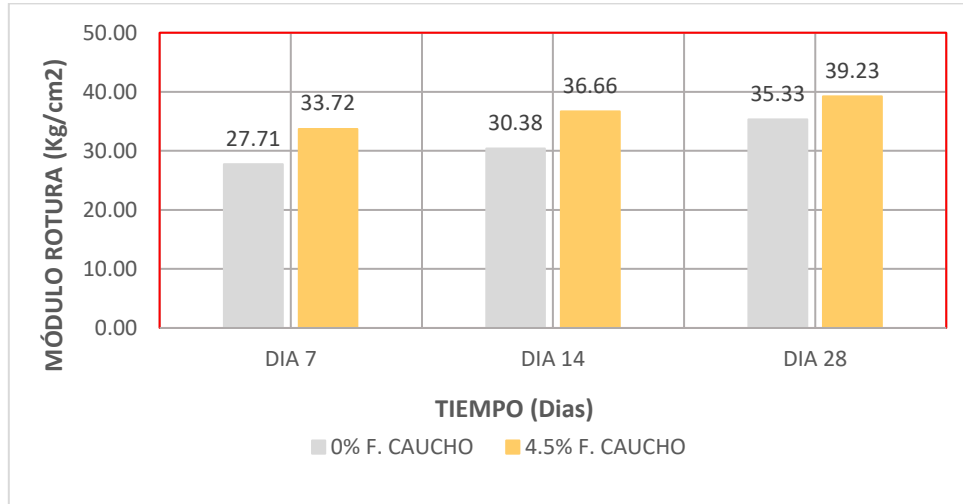
*Nota.* Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 35.94 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 129.70% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 29.70%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 38.79 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 127.68% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 27.68%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 39.55 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 111.94% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 11.94%.

**Concreto normal – Concreto con 4.5% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + Piedra 1/2").**

**Gráfico 23**

*Efecto progresivo del 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 1/2") en la resistencia a flexión*



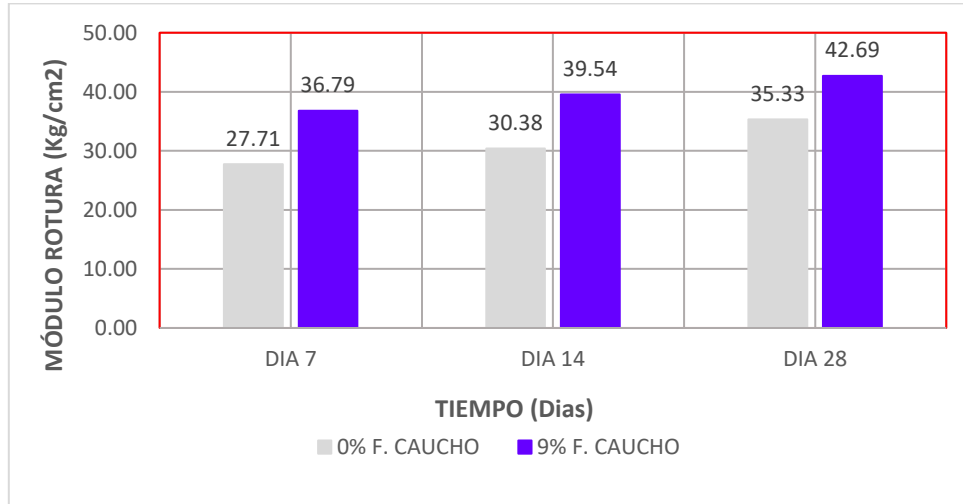
Nota. Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 33.72 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 121.69% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 21.69%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 36.66 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 120.67% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 20.67%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 39.23 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 111.04% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 11.04%.

**Concreto normal – Concreto con 9% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + Piedra 1/2").**

**Gráfico 24**

*Efecto progresivo del 9% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 1/2") en la resistencia a flexión*



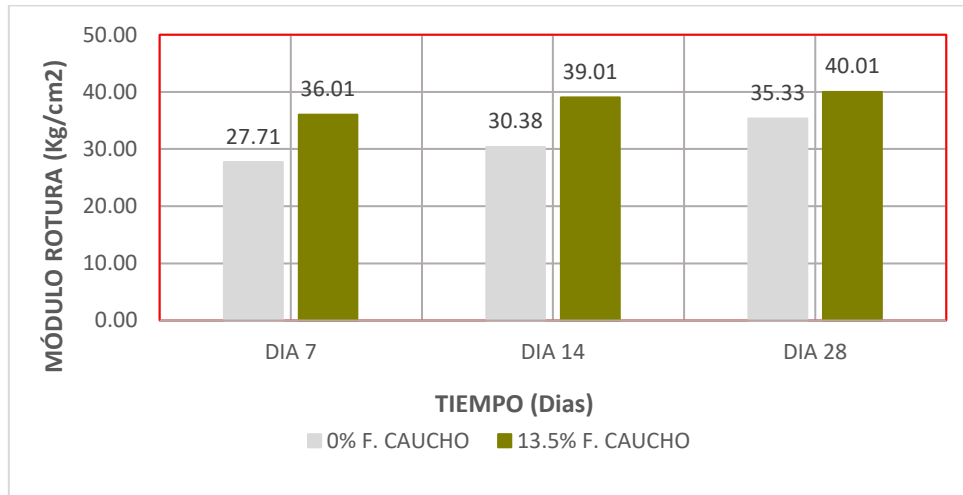
*Nota.* Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 36.79 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 132.77% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 32.77%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 39.54 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 130.15% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 30.15%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 42.69 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 120.83% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 20.83%.

**Concreto normal – Concreto con 13.5% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + Piedra 1/2").**

**Gráfico 25**

*Efecto progresivo del 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 1/2") en la resistencia a flexión*



*Nota.* Elaboración propia

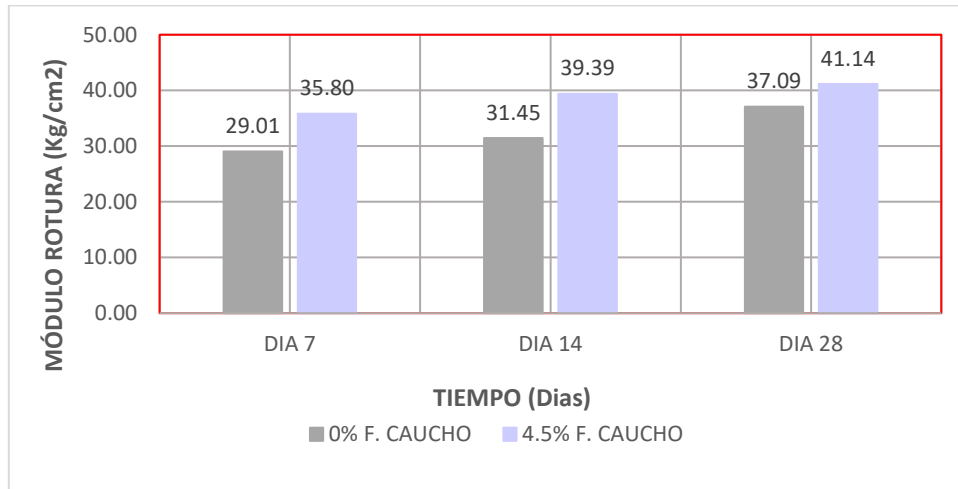
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 36.01 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 129.95% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 29.95%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 39.01 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 128.41% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 28.41%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 40.01 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 113.25% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 13.25%.



**Concreto normal – Concreto con 4.5% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 3/4").**

**Gráfico 26**

*Efecto progresivo del 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 3/4") en la resistencia a flexión*



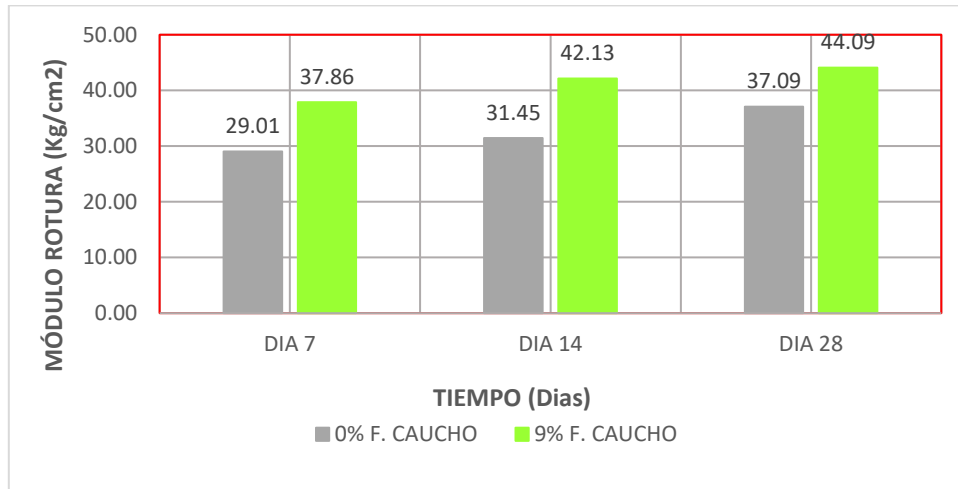
Nota. Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 35.80 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 123.41% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 23.41%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 39.39 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 125.25% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 25.25%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 41.14 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 110.92% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 10.92%.

**Concreto normal – Concreto con 9% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 3/4").**

**Gráfico 27**

*Efecto progresivo del 9% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 3/4") en la resistencia a flexión*



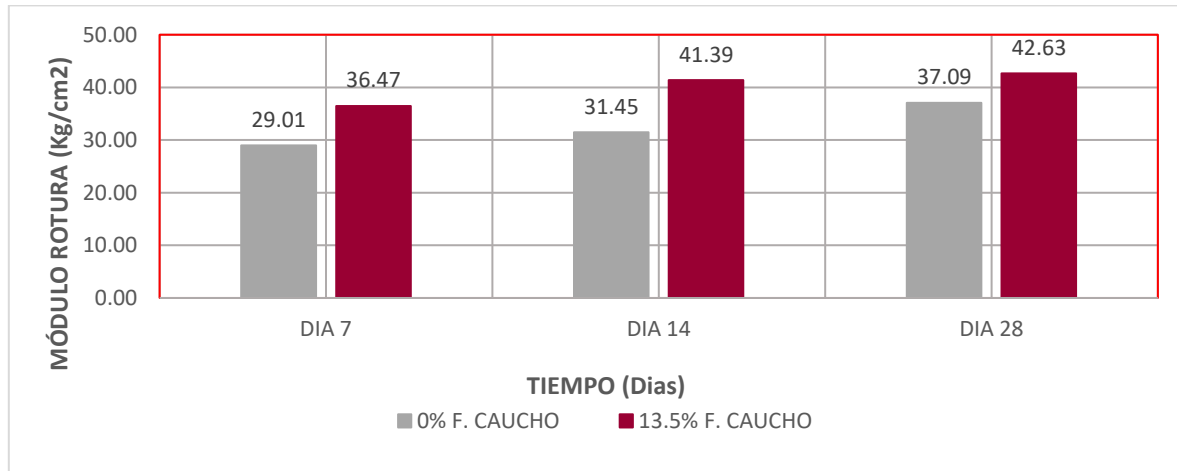
Nota. Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 37.86 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 130.51% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 30.51%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 42.13 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 133.96% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 33.96%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 44.09 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 118.87% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 18.87%.

**Concreto normal – Concreto con 13.5% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 3/4").**

**Gráfico 28**

*Efecto progresivo del 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 3/4") en la resistencia a flexión*



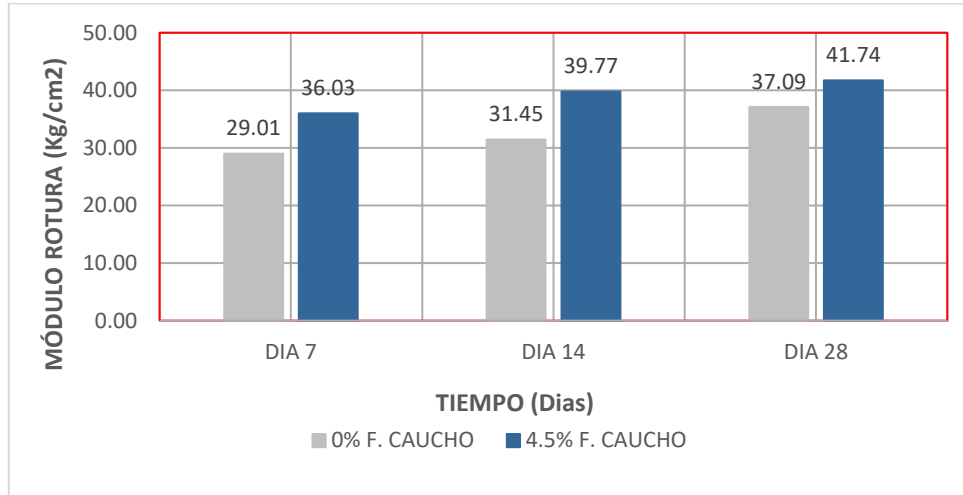
Nota. Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 36.47 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 125.72% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 25.72%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 41.39 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 131.61% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 31.61%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 42.63 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 114.94% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 14.94%.

**Concreto normal – Concreto con 4.5% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + Piedra 3/4").**

**Gráfico 29**

*Efecto progresivo del 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 3/4") en la resistencia a flexión*



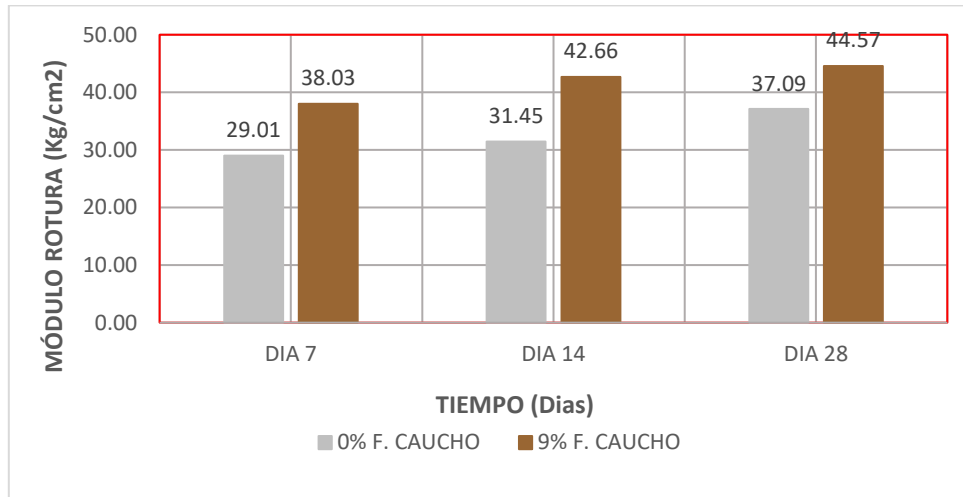
*Nota.* Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 36.03 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 124.20% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 24.20%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 39.77 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 126.45% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 26.45%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 41.74 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 112.54% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 12.54%.

**Concreto normal – Concreto con 9% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + Piedra 3/4").**

**Gráfico 30**

*Efecto progresivo del 9% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 3/4") en la resistencia a flexión*



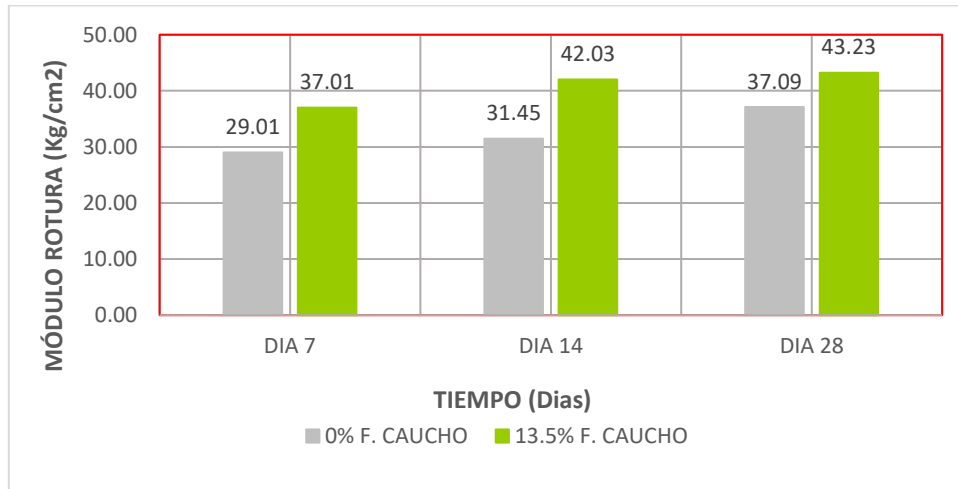
*Nota.* Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 38.03 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 131.09% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 31.09%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 42.66 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 135.64% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 35.64%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 44.57Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 120.17% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 20.17%.

**Concreto normal – Concreto con 13.5% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + Piedra 3/4").**

**Gráfico 31**

*Efecto progresivo del 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 3/4") en la resistencia a flexión*



*Nota.* Elaboración propia

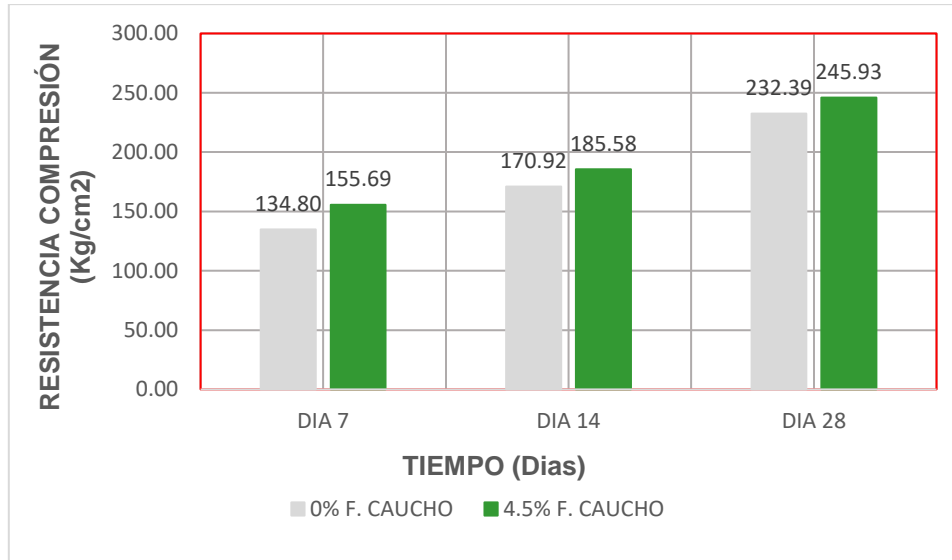
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 37.01 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 127.58% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 27.58%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 42.03 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 133.64% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 33.64%.
- ✓ Podemos mencionar que el Módulo de rotura ( $M_r$ ) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 43.23 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 116.55% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 16.55%.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN

**Concreto normal – Concreto con 4.5% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 1/2").**

### Gráfico 32

*Efecto progresivo del 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 1/2") en la resistencia a compresión*



Nota. Elaboración propia

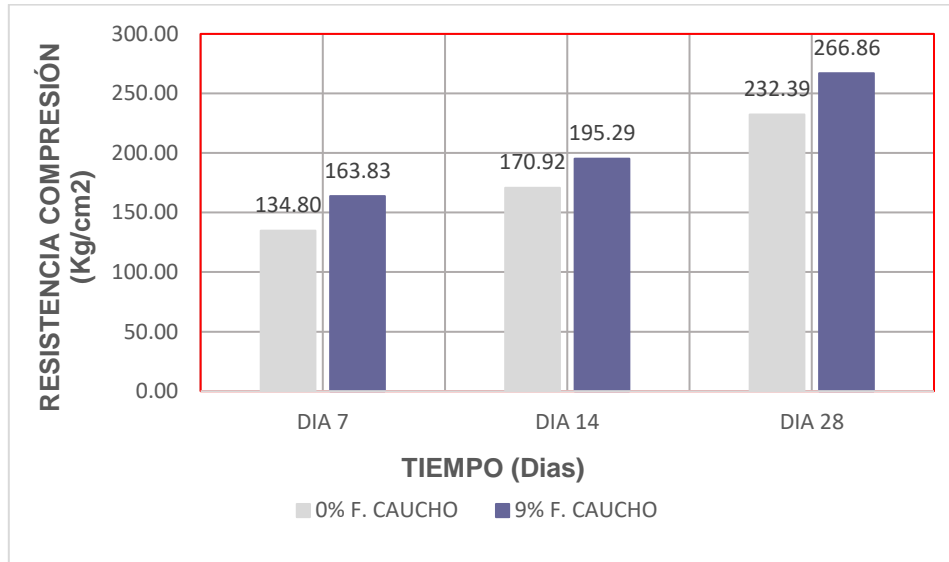
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión ( $F'c$ ) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 155.69 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 115.50% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 15.50%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión ( $F'c$ ) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 185.58 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 108.58% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 8.58%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión ( $F'c$ ) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es

de 245.93 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 105.83% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 5.83%.

### Concreto normal – Concreto con 9% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 1/2").

#### Gráfico 33

*Efecto progresivo del 9% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 1/2") en la resistencia a compresión*



Nota. Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 163.83 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 121.54% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 21.54%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 195.29 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 114.26% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 14.26%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es

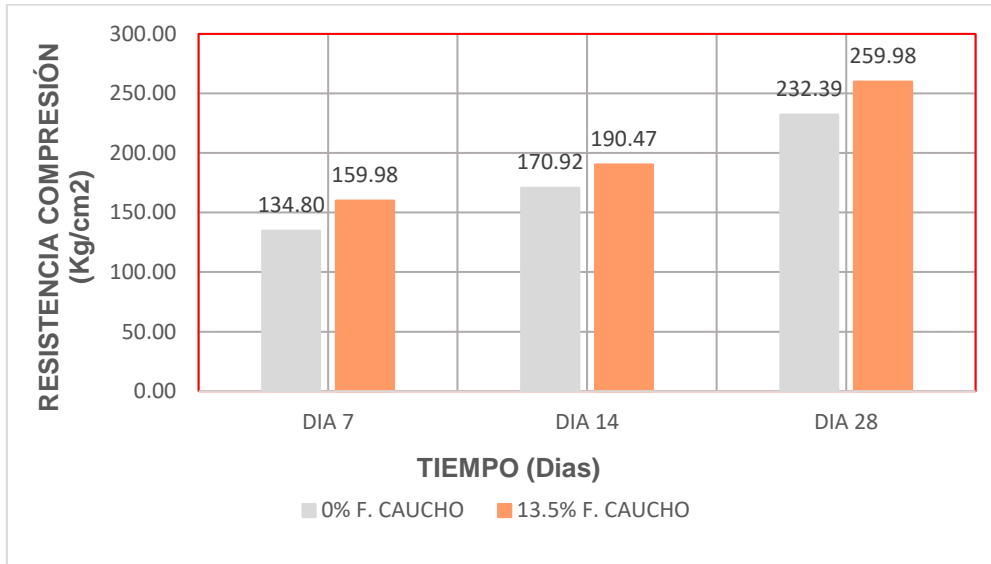


de 266.86 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 114.83% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 14.83%.

**Concreto normal – Concreto con 13.5% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 1/2").**

**Gráfico 34**

*Efecto progresivo del 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 1/2") en la resistencia a compresión*



*Nota.* Elaboración propia

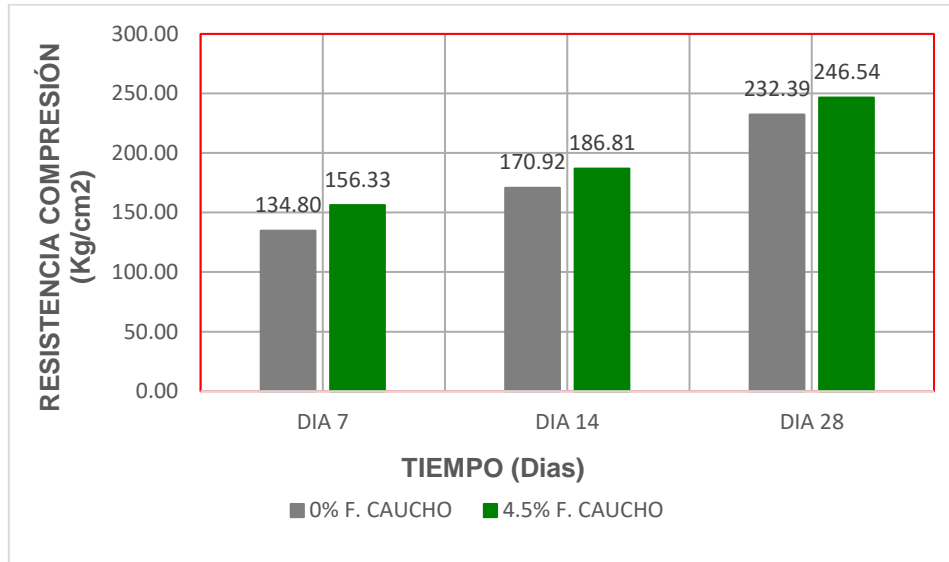
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 159.98 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 118.68% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 18.68%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 190.47 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 111.44% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 11.44%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO

es de 259.98 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 111.87% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 11.87%.

**Concreto normal – Concreto con 4.5% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + Piedra 1/2").**

**Gráfico 35**

*Efecto progresivo del 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 1/2") en la resistencia a compresión*



*Nota.* Elaboración propia

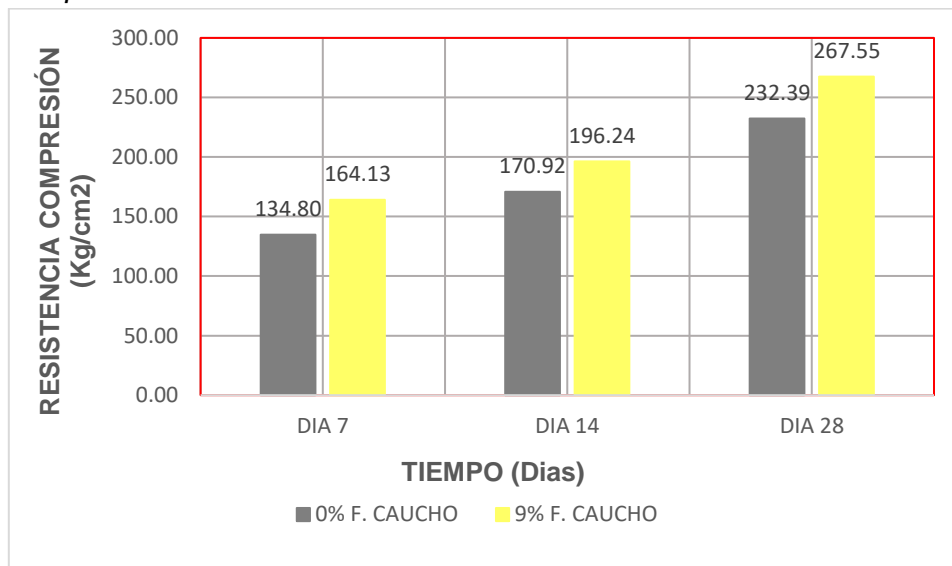
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 156.33 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 115.97% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 15.97%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 186.81 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 109.30% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 9.30%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es

de 246.54 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 106.09% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 6.09%.

### Concreto normal – Concreto con 9% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + Piedra 1/2").

#### Gráfico 36

*Efecto progresivo del 9% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 1/2") en la resistencia a compresión*



Nota. Elaboración propia

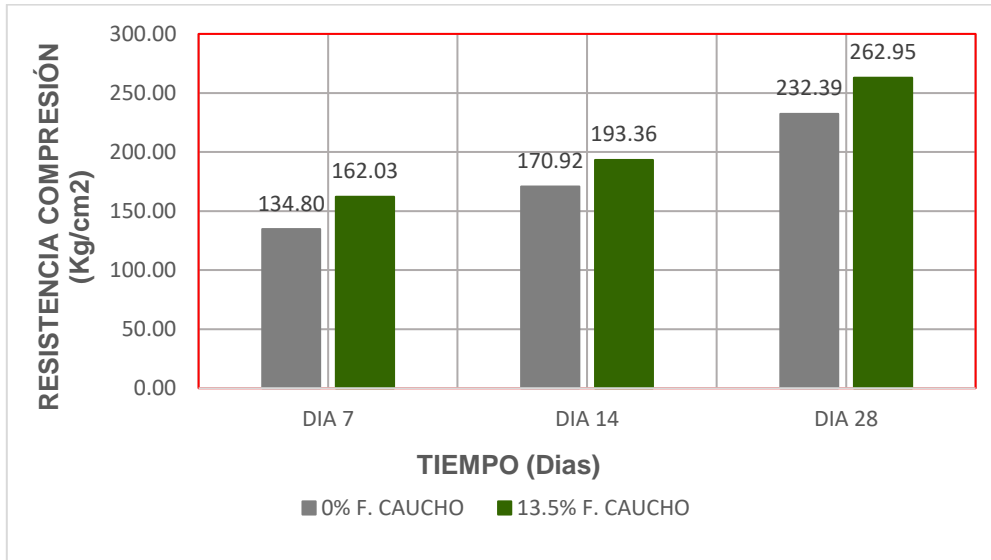
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 164.13 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 121.76% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 21.76%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 196.24 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 114.81% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 14.81%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es

de 267.55 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 115.13% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 15.13%.

**Concreto normal – Concreto con 13.5% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + Piedra 1/2").**

**Gráfico 37**

*Efecto progresivo del 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 1/2") en la resistencia a compresión*



*Nota.* Elaboración propia

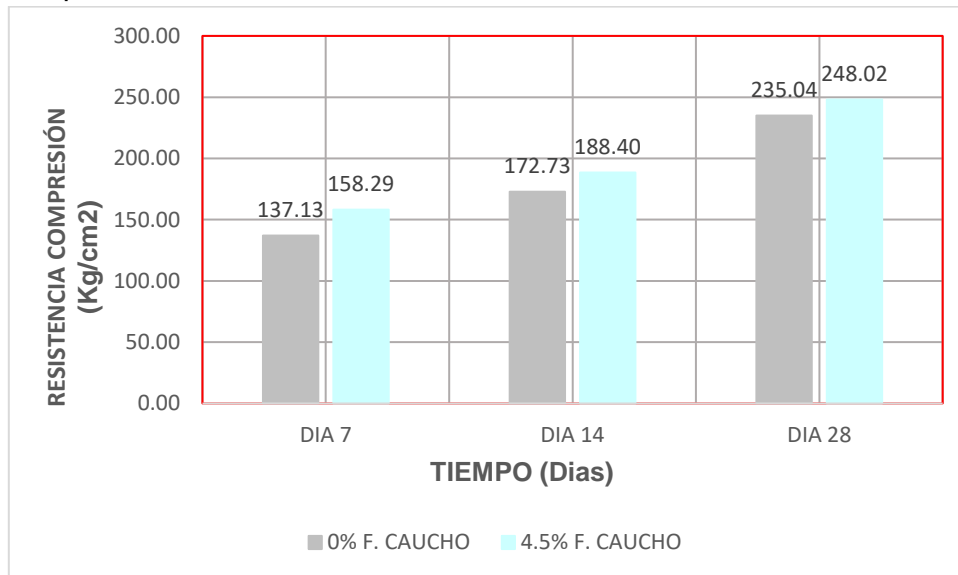
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 162.03 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 120.20% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 20.20%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 193.36 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 113.13% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 13.13%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO

es de 262.95 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 113.15% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 13.15%.

**Concreto normal – Concreto con 4.5% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 3/4").**

**Gráfico 38**

*Efecto progresivo del 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 3/4") en la resistencia a compresión*



*Nota.* Elaboración propia

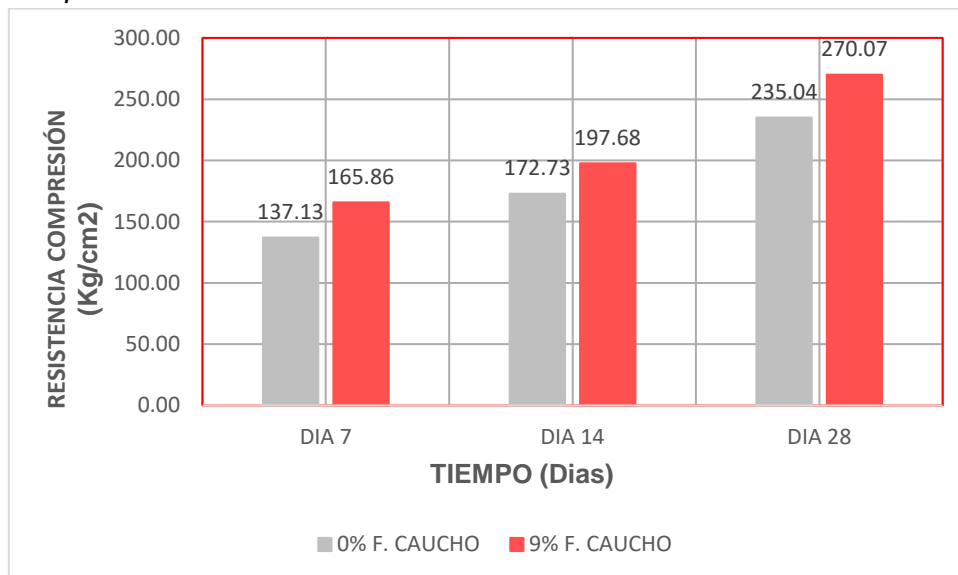
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 158.29 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 115.43% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 15.43%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 188.40 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 109.07% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 9.07%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es

de 248.02 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 105.52% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 5.52%.

### Concreto normal – Concreto con 9% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 3/4").

#### Gráfico 39

*Efecto progresivo del 9% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 3/4") en la resistencia a compresión*



Nota. Elaboración propia

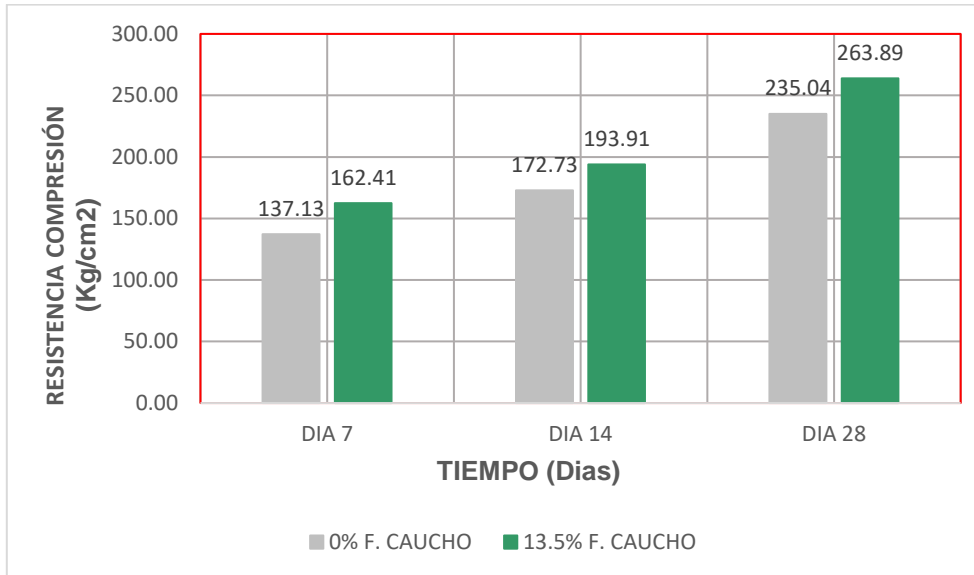
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 165.86 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 120.95% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 20.95%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 197.68 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 114.44% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 14.44%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es

de 270.07 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 114.90% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 14.90%.

**Concreto normal – Concreto con 13.5% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + Piedra 3/4").**

**Gráfico 40**

*Efecto progresivo del 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (I + piedra 3/4") en la resistencia a compresión*



*Nota.* Elaboración propia

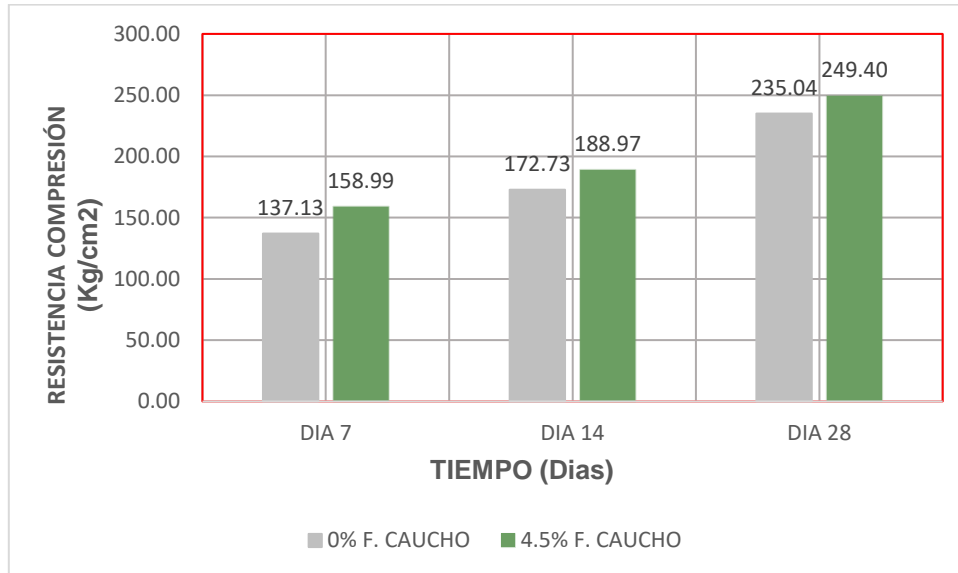
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 162.41 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 118.44% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 18.44%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 193.91 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 112.26% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 12.26%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO

es de 263.89 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 112.27% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 12.27%.

**Concreto normal – Concreto con 4.5% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + Piedra 3/4").**

**Gráfico 41**

*Efecto progresivo del 4.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 3/4") en la resistencia a compresión*



*Nota.* Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 158.99 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 115.94% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 15.94%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es de 188.97 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 109.40% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 9.40%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 4.5% de fibra de CAUCHO es

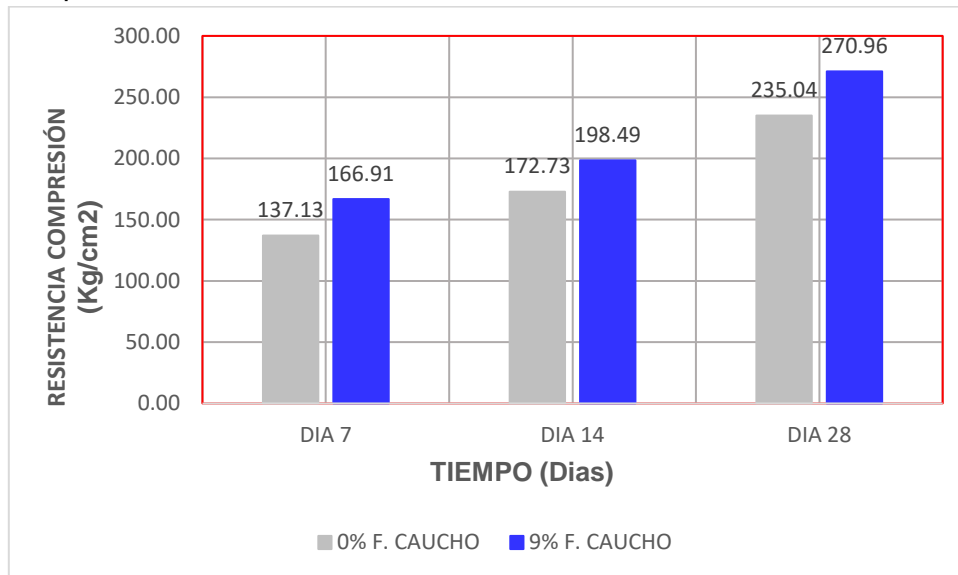


de 249.40 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 106.11% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 6.11%.

**Concreto normal – Concreto con 9% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + Piedra 3/4").**

**Gráfico 42**

*Efecto progresivo del 9% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 3/4") en la resistencia a compresión*



*Nota.* Elaboración propia

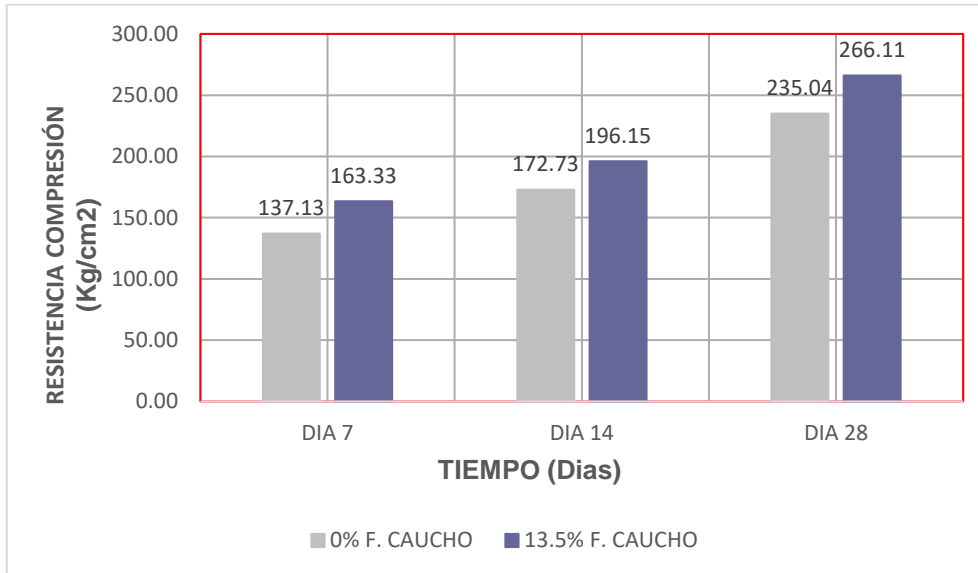
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 166.91 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 121.72% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 21.72%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es de 198.49 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 114.91% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 14.91%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 9% de fibra de CAUCHO es

de 270.96 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 115.28% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 15.28%.

**Concreto normal – Concreto con 13.5% (% respecto al volumen del espécimen) de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + Piedra 3/4").**

**Gráfico 43**

*Efecto progresivo del 13.5% de fibra CAUCHO TAMAÑO (II + piedra 3/4") en la resistencia a compresión*



*Nota.* Elaboración propia

- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 7 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 163.33 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 119.11% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 19.11%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 14 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO es de 196.15 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 113.56% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 13.56%.
- ✓ Podemos mencionar que la Resistencia a la compresión (F'c) promedio a los 28 días de curado del concreto adicionado con 13.5% de fibra de CAUCHO

es de 266.11 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa 113.22% respecto al concreto patrón, por lo tanto nos muestra un aumento de 13.22%.

## CONCLUSIONES

- ✓ La resistencia a flexión del concreto adicionado con 4.5% de fibra de caucho reciclado empleando el TAMAÑO I (1x2cm) representa el 110.92% respecto al concreto patrón  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  con 0% de fibra de caucho reciclado a los 28 días, es decir aumenta su valor en 10.92%.
- ✓ La resistencia a flexión del concreto adicionado con 4.5% de fibra de caucho reciclado empleando el TAMAÑO II(1x4cm) representa el 112.54% respecto al concreto patrón  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  con 0% de fibra de caucho reciclado a los 28 días, es decir aumenta su valor en 12.54%.
- ✓ Por lo tanto se concluye que se logra un mayor incremento de la resistencia a flexión usando fibras de caucho reciclado del TAMAÑO II que usando fibras de caucho reciclado del TAMAÑO I.
- ✓ La resistencia a flexión del concreto patrón con 0% de fibra de caucho reciclado y con piedra chancada de 1/2" es de 35.33 kg/cm<sup>2</sup> y la del concreto adicionado con 4.5% de fibra de caucho reciclado empleando el TAMAÑO I y con piedra chancada de 1/2" es de 39.10 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, por lo tanto siendo este aumento del 10.67%.
- ✓ La resistencia a flexión del concreto patrón con 0% de fibra de caucho reciclado y con piedra chancada de 1/2" es de 35.33 kg/cm<sup>2</sup> y la del concreto adicionado con 4.5% de fibra de caucho reciclado empleando el TAMAÑO II y con piedra chancada de 1/2" es de 39.23 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, por lo tanto siendo este aumento del 11.04%.
- ✓ La resistencia a flexión del concreto patrón con 0% de fibra de caucho reciclado y con piedra chancada de 3/4" es de 37.09 kg/cm<sup>2</sup> y la del concreto adicionado con 4.5% de fibra de caucho reciclado empleando el TAMAÑO I y con piedra chancada

de 3/4" es de 41.14 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, por lo tanto siendo este aumento del 10.92%.

- ✓ La resistencia a flexión del concreto patrón con 0% de fibra de caucho reciclado y con piedra chancada de 3/4" es de 37.09 kg/cm<sup>2</sup> y la del concreto adicionado con 4.5% de fibra de caucho reciclado empleando el TAMAÑO II y con piedra chancada de 3/4" es de 41.74 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, por lo tanto siendo este aumento del 12.54%.
- ✓ Por lo tanto se concluye sí aumentan en más del 10% la resistencia a la flexión para los dos tamaños de fibras de caucho y para los dos tamaños de piedra chancada.
- ✓ La resistencia a compresión del concreto patrón con 0% de fibra de caucho reciclado y con piedra chancada de 1/2" es de 232.39 kg/cm<sup>2</sup> y la del concreto adicionado con 4.5% de fibra de caucho reciclado empleando el TAMAÑO I y con piedra chancada de 1/2" es de 245.93 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, por lo tanto, siendo este aumento del 5.83%.
- ✓ La resistencia a compresión del concreto patrón con 0% de fibra de caucho reciclado y con piedra chancada de 1/2" es de 232.39 kg/cm<sup>2</sup> y la del concreto adicionado con 4.5% de fibra de caucho reciclado empleando el TAMAÑO II y con piedra chancada de 1/2" es de 246.54 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, por lo tanto, siendo este aumento del 6.09%.
- ✓ La resistencia a compresión del concreto patrón con 0% de fibra de caucho reciclado y con piedra chancada de 3/4" es de 235.04 kg/cm<sup>2</sup> y la del concreto adicionado con 4.5% de fibra de caucho reciclado empleando el TAMAÑO I y con piedra chancada de 3/4" es de 248.02 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, por lo tanto, siendo este aumento del 5.52%.
- ✓ La resistencia a compresión del concreto patrón con 0% de fibra de caucho reciclado y con piedra chancada de 3/4" es de 235.04 kg/cm<sup>2</sup> y la del concreto adicionado

con 4.5% de fibra de caucho reciclado empleando el TAMAÑO II y con piedra chancada de 3/4" es de 249.40 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, por lo tanto, siendo este aumento del 6.11%.

- ✓ Por lo tanto, se concluye que si aumenta la resistencia a la compresión incluso para los dos tamaños de fibras de caucho y para los dos tamaños de piedra chancada.
- ✓ El asentamiento del concreto aumenta a medida que se incrementa los porcentajes de fibra de caucho reciclado, mejora su trabajabilidad.
- ✓ El agregado grueso o piedra chancada de 3/4" produce mayores incrementos de resistencia que la piedra chancada de 1/2" respecto a la resistencia de flexión y compresión del concreto.
- ✓ Finalmente podemos concluir que los distintos porcentajes de fibras de caucho reciclado (4.5%, 9%, 13.5%) empleados en la investigación producen efectos favorables y actúan de forma eficaz (aumenta) frente a las resistencias de flexión y compresión para el concreto.

**RECOMENDACIONES**

- ✓ Se recomienda seguir y tener en cuenta todas las especificaciones de las normativas que requieren para esta investigación, nacionales y/o americanas.
- ✓ Se recomienda usar las fibras de caucho reciclado en las proporciones o porcentajes (4.5%, 9%, 13.5%) y en los tamaños mencionados en el concreto y emplear en los pavimentos rígidos de nuestra ciudad y/o a nivel nacional, ya que éstas aumentan sus resistencias a la flexión y compresión.
- ✓ Se recomienda en las posteriores investigaciones usar otros materiales que mayormente desechamos a diario, con la finalidad de contribuir con el medio ambiente, promover el reciclaje de éstos y poder aprovechar en la ingeniería civil.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Abanto Castillo, F. (2017). *Tecnología de Concreto*. Lima - Perú.
- ✓ Almeida, N. G. (2011). *Utilización de Fibras de Caucho de Neumáticos Reciclados en la Elaboración de Bloques de Mampostería para Mitigar el Impacto Ambiental en el Cantón Ambato*. Ambato - Ecuador.
- ✓ Chavarri Cueva, L., & Falen Solis, J. (2020). *Propuesta de concreto eco-sostenible con la adición de caucho reciclado para la construcción de pavimentos urbanos en la ciudad de Lima*. Lima - Perú.
- ✓ Chinchano Poma, E. (2020). *Estudio Experimental de la Resistencia Mecánica a la Compresión del Concreto Adicionado con Residuos de Llantas De Caucho, Huánuco 2019*. Huánuco - Perú.
- ✓ Condorchoa, C. (2019). *Factor clima y su relación con el deterioro de pavimentos rígidos en Ica año 2019*. Ica - Perú.
- ✓ Dirven , B. B., Pérez, R., Cáceres, R. J., Tito, A. T., Gómez , R. K., & Ticona, A. (2018). *El desarrollo rural establecido en las áreas Vulnerables*. Lima: Colección Racso.
- ✓ Flores Campo, E. V. (2020). *Determinar la resistencia a la flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de plástico pet reciclado en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huánuco - 2019*. Huánuco - Perú.
- ✓ Gerardo, A., & Rivera, L. (2015). *Concreto Simple*. Lima - Perú.
- ✓ *Guía AASHTO*. (1993).
- ✓ Gutierrez, S. (2019). *Análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales*. Colombia.
- ✓ *NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.037 2002 AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)*. (2002). Lima - Perú: 2da Edición.
- ✓ Quispe, Y. (2019). *Incorporación de Fibras de Caucho Neumático Reciclado Influyen en el Comportamiento Del Concreto Estructural en la Ciudad de Abancay, 2018*. Apurímac - Perú.
- ✓ Real Pla, J. (2017). *Deterioros en pavimentos rígidos, soluciones y aplicación de un plan estratégico de conservación de la red vial en un sector de calle sacié*. Chile.
- ✓ Tapias Leon, J., & Ramirez Morales, S. (2018). *Evaluación del comportamiento mecánico de un concreto no convencional adicionando caucho reciclado*. Colombia.
- ✓ Tovar, G. L. (1986). *El asentamiento y la segregación de los Blancos y Mestizos*. Bogotá: Cengage.



**ANEXOS**

**ANEXO 01**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023**

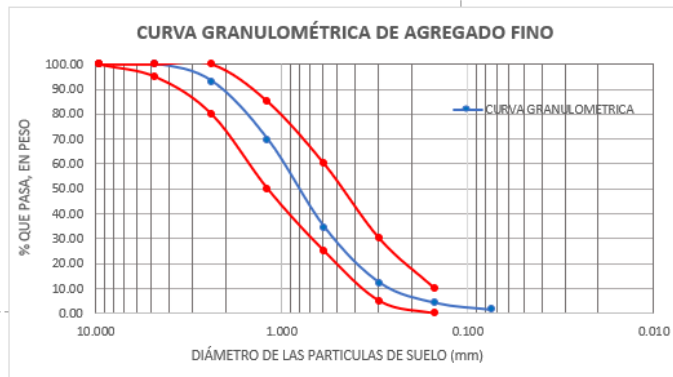
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES
<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>				
¿De qué manera se ve influenciado la resistencia a la flexión en los pavimentos rígidos cuando añadimos fibras de caucho proveniente de llantas recicladas en Pillco Marca, Huánuco - 2023?	Determinar la resistencia a la flexión en los pavimentos rígidos cuando añadimos fibras de caucho proveniente de llantas recicladas en Pillco Marca, Huánuco - 2023.	Las fibras de caucho proveniente de llantas recicladas contribuyen una mejor resistencia a la flexión en los pavimentos rígidos en Pillco Marca, Huánuco - 2023.	<b>INDEPENDIENTE</b> Fibras de caucho.	Son fragmentos de llantas que ya fueron desechadas y obtenidas mediante un proceso de trituración mecánica o manual, estas tienen un buen comportamiento al ser dosificadas con una cantidad óptima en la elaboración del concreto, que también depende del tamaño de fibra de caucho que se va a considerar.	- Tamaño de fibra de caucho - Cantidad
<b>ESPECIFICOS</b>	<b>ESPECIFICOS</b>	<b>ESPECIFICOS</b>			
1- ¿Qué tamaño de fibra de caucho aumenta más la resistencia a la flexión del concreto, en los pavimentos rígidos en Pillco Marca, Huánuco - 2023?	1. Determinar la resistencia a la flexión del concreto para dos tamaños de fibra de caucho reciclado, en los pavimentos rígidos en Pillco Marca, Huánuco – 2023.	1. El tamaño II de fibra de caucho reciclado aumenta más que el tamaño I de fibra de caucho reciclado en la resistencia a la flexión del concreto, en los pavimentos rígidos en Pillco Marca, Huánuco – 2023.	<b>DEPENDIENTE</b> Resistencia a la flexión del concreto para pavimentos Rígidos.	Llamado también módulo de rotura, es la medida del esfuerzo en la fibra extrema que se desarrolla al someter una viga a la flexión, se sabe que su valor es cerca del 10% al 15% de la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ dependiendo del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso que se va utilizar, Para obtenerlo realizaremos ensayos en donde se usan probetas prismáticas con cargas en el tercio central.	- Resistencia a la compresión del concreto $f'c$
2. ¿Qué cantidad aumenta en la resistencia a la flexión del concreto cuando se adiciona 4.75% de fibras de caucho reciclado en los pavimentos rígidos en Pillco Marca, Huánuco - 2023?	2. Determinar la resistencia a la flexión del concreto cuando se adiciona 4.5% de fibras de caucho reciclado, en los pavimentos rígidos en Pillco Marca, Huánuco – 2023.	2.-La resistencia a la flexión del concreto aumenta en más del 10% cuando se adiciona 4.5% de fibras de caucho reciclado, en los pavimentos rígidos en Pillco Marca, Huánuco – 2023.			
3- ¿Cuál es el impacto en la resistencia a la compresión del concreto, cuando se adiciona fibras de caucho reciclado, en Pillco Marca, Huánuco - 2023?	3. Determinar la resistencia a la compresión del concreto con la adición de fibras de caucho reciclado en Pillco Marca, Huánuco – 2023.	3. La resistencia a la compresión del concreto aumenta al adicionar fibras de caucho reciclado al concreto en Pillco Marca, Huánuco – 2023.			

**ANEXO 02**  
**INSTRUMENTOS**



**PROYECTO** : TESIS "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023"  
**SOLICITA** : TESISTA Bach. MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO  
**CANTERA** : ANDABAMBA - HUANUCO  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2023  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA NATURAL)

TAMIZ N°	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00
No 4	4.760	0.0	0.00	0.00	100.00
No 8	2.380	351.0	6.91	6.91	93.09
No 16	1.190	1188.0	23.38	30.29	69.71
No 30	0.590	1789.0	35.21	65.50	34.50
No 50	0.297	1131.0	22.26	87.76	12.24
No 100	0.149	407.0	8.01	95.77	4.23
No 200	0.074	139.0	2.74	98.50	1.50
F	0.000	76.0	1.50	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>5081.0</b>	<b>100.00</b>		



GEO ESTRUCTURAS SAC  
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 Ing. *[Firma]* Salvador Salazar  
 CIP. N° 182400  
 JEFE DE LABORATORIO



**PROYECTO** : TESIS "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023"  
**SOLICITA** : TESISISTA Bach. MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO  
**CANTERA** : ANDABAMBA - HUANUCO  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2023  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO 1/2"

TAMIZ N°	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	3537.0	67.86	67.86	32.14
3/8"	9.525	1400.0	26.86	94.72	5.28
No 4	4.760	252.0	4.83	99.56	0.44
No 8	2.380	2.0	0.04	99.60	0.40
No 16	1.190	2.0	0.04	99.64	0.36
No 50	0.297	2.0	0.04	99.67	0.33
No 100	0.149	2.0	0.04	99.71	0.29
F	0.000	15.0	0.29	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>5212.0</b>	<b>100.00</b>		



GEO ESTRUCTURAS SAC.  
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ASFALTOS  
 Ing. Omar E. L. Salazar  
 CIP. N° 162400  
 JEFE DE LABORATORIO



**PROYECTO** : TESIS "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023"  
**SOLICITA** : TESISTA Bach. MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO  
**CANERA** : ANDABAMBA - HUANUCO  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2023  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO 3/4"

TAMIZ N°	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	4061.0	77.92	77.92	22.08
3/8"	9.525	1133.0	21.74	99.65	0.35
No 4	4.760	2.0	0.04	99.69	0.31
No 8	2.380	2.0	0.04	99.73	0.27
No 16	1.190	2.0	0.04	99.77	0.23
No 50	0.297	2.0	0.04	99.81	0.19
No 100	0.149	2.0	0.04	99.85	0.15
F	0.000	8.0	0.15	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>5212.0</b>	<b>100.00</b>		



GEO ESTRUCTURAS SAC,  
 LABORATORIO DE TÉCNICA DE CONCRETO Y ASFALTOS  
 Ing. Ovidio Salazar  
 CIP. N° 162400  
 JEFE DE LABORATORIO



**PROYECTO** : TESIS "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023"  
**SOLICITA** : TESISISTA Bach. MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO  
**CANTERA** : ANDABAMBA - HUANUCO  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2023  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO 1/2" Y 3/4"

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD**
**AGREGADO FINO**

N TARA	M - 1	M - 2	M - 3
W. Tara	0		
W. Tara + M.H.	0		
W.M.H.	488	480	487
W. Tara + M. Seca			
W. Muestra Seca	477	470	478
W. Agua	13	10	8
Cont. Humedad	2.73	2.13	1.67
<b>C.H. Promedio</b>	<b>2.18</b>		

**AGREGADO GRUESO DE 1/2"**

N TARA	M - 1	M - 2	M - 3
W. Tara	0		
W. Tara + M.H.	0		
W.M.H.	577	679	556
W. Tara + M. Seca			
W. Muestra Seca	573	675	552
W. Agua	4	3	6
Cont. Humedad	0.70	0.44	1.09
<b>C.H. Promedio</b>	<b>0.74</b>		

**AGREGADO GRUESO DE 3/4"**

N TARA	M - 1	M - 2	M - 3
W. Tara	0		
W. Tara + M.H.	0		
W.M.H.	577	679	556
W. Tara + M. Seca			
W. Muestra Seca	573	675	552
W. Agua	4	3	6
Cont. Humedad	0.70	0.44	1.09
<b>C.H. Promedio</b>	<b>0.74</b>		

GEO ESTRUCTURAS SAC.  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO CONCRETO Y ASFALTADO

  
 Ing. Ovidio Salvador Salazar  
 CIP. N° 162400  
 JEFE DE LABORATORIO  
 JEFE DE LABORATORIO



**PROYECTO** : TESIS "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023"  
**SOLICITA** : TESISISTA Bach. MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO  
**CANTERA** : ANDABAMBA - HUÁNUCO  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2023  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO 1/2" Y 3/4"

#### ENSAYO DE PESO UNITARIO

##### PESO UNITARIO AGREGADO FINO

N DE MUESTRA	M -1	M -2	M -3
DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	15.1	15.1	15.1
ALTURA DEL MOLDE (cm)	15.3	15.3	15.3
PESO DEL MOLDE (gr)	1781	1781	1781
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2739.91	2739.91	2739.91
W. MOLDE + MASA SUELTA (gr)	5955	5820	6020
W. MOLDE + MASA COMP. (gr)	6555	6500	6640
W. PROMEDIO SUELTO (gr)		5931.67	
W. PROMEDIO COMPAC. (gr)		6565.00	
PU. SUELTO (gr/cm <sup>3</sup> )		2.16	
P.U. COMPACT (gr/cm <sup>3</sup> )		2.40	

##### PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO 1/2"

N DE MUESTRA	M -1	M -2	M -3
DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	25.1	25.1	25.1
ALTURA DEL MOLDE (cm)	27.8	27.8	27.8
PESO DEL MOLDE (gr)	5831	5831	5831
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	13755.71	13755.71	13755.71
W. MOLDE + MASA SUELTA (gr)	25035	25370	25610
W. MOLDE + MASA COMP. (gr)	26485	26290	26500
W. PROMEDIO SUELTO (gr)		25338.33	
W. PROMEDIO COMPAC. (gr)		26425.00	
PU. SUELTO (gr/cm <sup>3</sup> )		1.84	
P.U. COMPACT (gr/cm <sup>3</sup> )		1.92	

##### PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO 3/4"

N DE MUESTRA	M -1	M -2	M -3
DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	25.1	25.1	25.1
ALTURA DEL MOLDE (cm)	27.8	27.8	27.8
PESO DEL MOLDE (gr)	5831	5831	5831
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	13755.71	13755.71	13755.71
W. MOLDE + MASA SUELTA (gr)	25225	25810	26310
W. MOLDE + MASA COMP. (gr)	26955	26770	27220
W. PROMEDIO SUELTO (gr)		25781.67	
W. PROMEDIO COMPAC. (gr)		26981.67	
PU. SUELTO (gr/cm <sup>3</sup> )		1.87	
P.U. COMPACT (gr/cm <sup>3</sup> )		1.96	

GEO ESTRUCTURAS SAC.  
 LABORATORIO GEOTECNICO CONCRETO Y ASFALTADO  
  
 Ing. Owner is Salvador Salazar  
 CIP. N° 162400  
 JEFE DE LABORATORIO  
 JEFE DE LABORATORIO





**GEO ESTRUCTURAS SAC**

GEOTECNIA, GEOLOGIA, GEOFISICA, CONCRETO, PAVIMENTOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS  
CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023"  
SOLICITA : TESIS TA Bach. MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO  
CANTERA : ANDABAMBA - HUANUCO  
FECHA : OCTUBRE DEL 2023  
MATERIAL : AGREGADO FINO

**ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO AGREGANO FINO (ARENA FINA)**

**DATOS DE LABORATORIO**

	MUESTRA
Wfiola + agua (B)	648.30
Wsss (S)	330.00
Wfiola + agua + arena (C)	846.40
Ws (A)	325.00

P.E. Aparente  gr/cm<sup>3</sup>

P.E. Aparente (S.S.S)  gr/cm<sup>3</sup>

P.E. Nominal  gr/cm<sup>3</sup>

Absorción  %

GEO ESTRUCTURAS SAC.  
LABORATORIO GEOTÉCNICO CONCRETO Y ASFALTADO  
  
Ing. Osmar H. Salvador Salazar  
CIP. N° 162400  
JEFE DE LABORATORIO  
JEFE DE LABORATORIO



## GEO ESTRUCTURAS SAC

GEOTECNIA, GEOLOGÍA, GEOFÍSICA, CONCRETO, PAVIMENTOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

**PROYECTO** : TESIS "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS  
 CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023"  
**SOLICITA** : TESIS TA Bach. MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO  
**CANTERA** : ANDABAMBA - HUANUCO  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2023  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO 1/2"

### ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

#### DATOS DE LABORATORIO

	MUESTRA
W <sub>sss</sub> (gr) (B)	1018.60
W <sub>sumerg</sub> + W <sub>canastilla</sub> (gr) (C)	638.80
W <sub>canastilla</sub> (gr)	143.80
W <sub>s</sub> (A)	1007.80
W <sub>b</sub>	494.8

P.E. Aparente  gr/cm<sup>3</sup>

P.E. Aparente (S.S.S)  gr/cm<sup>3</sup>

P.E. Nominal  gr/cm<sup>3</sup>

Absorción  %

GEO ESTRUCTURAS SAC.  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO CONCRETO Y ASFALTADO  
  
 Ing. Ovidio H. Salvador Salazar  
 CIP. N° 162400  
 JEFE DE LABORATORIO  
 JEFE DE LABORATORIO



**GEO ESTRUCTURAS SAC**  
 GEOTECNIA, GEOLOGIA, GEOFISICA, CONCRETO, PAVIMENTOS  
 Y ENSAYO DE MATERIALES

**PROYECTO** : TESIS "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS  
 CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023"  
**SOLICITA** : TESISISTA Bach. MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO  
**CANtera** : ANDABAMBA - HUANUCO  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2023  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO 3/4"

**ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO AGREGANO GRUESO (PIEDRA CHANCADA DE 3/4")**

DATOS DE LABORATORIO

	MUESTRA
W <sub>ss</sub> (gr) (B)	1015.40
W sumerg + W canastilla (gr) (C)	629.70
W canastilla (gr)	143.70
W <sub>s</sub> (A)	995.54
W <sub>b</sub>	485.7

P.E. Aparente  gr/cm<sup>3</sup>

P.E. Aparente (S.S.S)  gr/cm<sup>3</sup>

P.E. Nominal  gr/cm<sup>3</sup>

Absorción  %

GEO ESTRUCTURAS SAC.  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO DE CONCRETO Y ASFALTADO  
  
 -----  
 Ing. Ovidio W. Salvador Salazar  
 CIP. N° 162400  
 JEFE DE LABORATORIO  
 JEFE DE LABORATORIO



**PROYECTO** : TESIS "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023"  
**SOLICITA** : TESISTA Bach. MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO  
**CANTERA** : ANDABAMBA - HUANUCO  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2023  
**MATERIAL** : ESTADO FRESCO

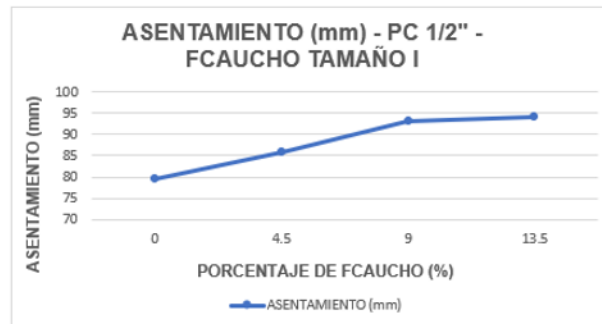
### 1. FIBRA CAUCHO - TAMAÑO I

#### ASENTAMIENTO (mm) - FCAUCHO TAMAÑO I

TAMAÑO DE AGREGADO	0% FCAUCHO	4.5% FCAUCHO	9% FCAUCHO	13.5% FCAUCHO
1/2"	79.4	85.85	93	94.2
3/4"	78.8	84.3	92.4	93.1

#### TAMAÑO I - 1/2"

PORCENTAJE DE FCAUCHO (%)	ASENTAMIENTO (mm)
0	79.4
4.5	85.85
9	93
13.5	94.2



GEO ESTRUCTURAS SAC.  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO CONCRETO Y ASFALTADO  
 Ing. *Salvador Salazar*  
 CIP. N° 162400  
 JEFE DE LABORATORIO  
 JEFE DE LABORATORIO



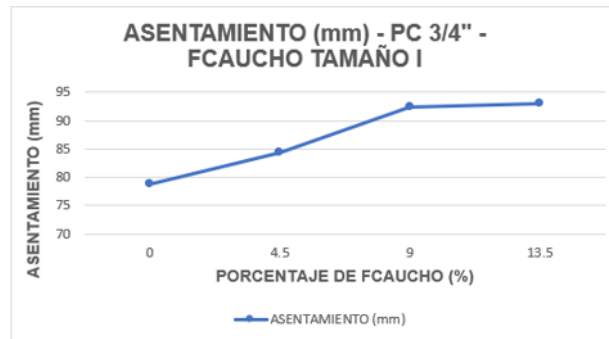
**PROYECTO** : TESIS "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023"  
**SOLICITA** : TESISTA Bach. MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO  
**CANTERA** : ANDABAMBA - HUANUCO  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2023  
**MATERIAL** : ESTADO FRESCO

### 1. FIBRA CAUCHO - TAMAÑO I

#### ASENTAMIENTO (mm) - FCAUCHO TAMAÑO I

TAMAÑO DE AGREGADO	0% FCAUCHO	4.5% FCAUCHO	9% FCAUCHO	13.5% FCAUCHO
1/2"	79.4	85.85	93	94.2
3/4"	78.8	84.3	92.4	93.1

TAMAÑO I - 3/4"	
PORCENTAJE DE FCAUCHO (%)	ASENTAMIENTO (mm)
0	78.8
4.5	84.3
9	92.4
13.5	93.1



GEO ESTRUCTURAS SAC.  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO CONCRETO Y ASFALTADO  
 Ing. *Salvador Salazar*  
 CIP. N° 162400  
 JEFE DE LABORATORIO  
 JEFE DE LABORATORIO



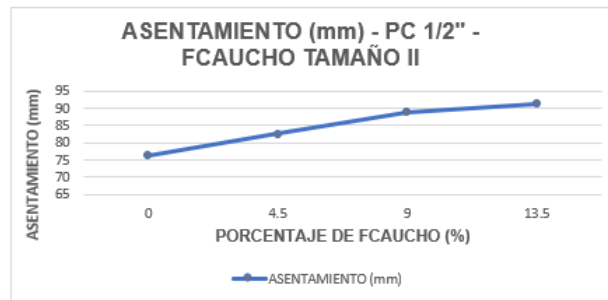
**PROYECTO** : TESIS "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023"  
**SOLICITA** : TESISTA Bach. MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO  
**CANTERA** : ANDABAMBA - HUANUCO  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2023  
**MATERIAL** : ESTADO FRESCO

**ASENTAMIENTO (mm) - FCAUCHO TAMANO II**

TAMAÑO DE AGREGADO	0% FCAUCHO	4.5% FCAUCHO	9% FCAUCHO	13.5% FCAUCHO
1/2"	76.2	82.55	88.9	91.44
3/4"	74	81.28	87.63	90.17

**TAMANO II - 1/2"**

PORCENTA JE DE FCAUCHO (%)	ASENTAMIENTO (mm)
0	76.2
4.5	82.55
9	88.9
13.5	91.44



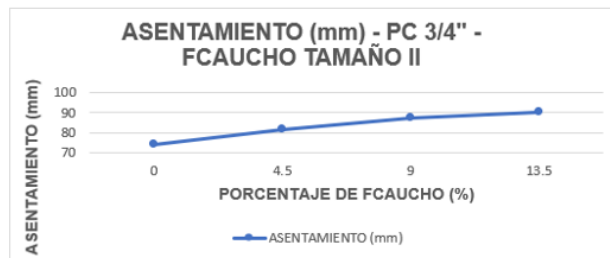
GEO ESTRUCTURAS SAC.  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO CONCRETO Y ASFALTADO  
 Ing. *Salvador Salazar*  
 CIP. N° 162400  
 JEFE DE LABORATORIO  
 JEFE DE LABORATORIO



**PROYECTO** : TESIS "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023"  
**SOLICITA** : TESISTA Bach. MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO  
**CANTERA** : ANDABAMBA - HUANUCO  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2023  
**MATERIAL** : ESTADO FRESCO

ASENTAMIENTO (mm) - FCAUCHO TAMAÑO II				
TAMAÑO DE AGREGADO	0% FCAUCHO	4.5% FCAUCHO	9% FCAUCHO	13.5% FCAUCHO
1/2"	76.2	82.55	88.9	91.44
3/4"	74	81.28	87.63	90.17

TAMAÑO II - 3/4"	
PORCENTAJE DE FCAUCHO (%)	ASENTAMIENTO (mm)
0	74
4.5	81.28
9	87.63
13.5	90.17



**GEO ESTRUCTURAS SAC.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO CONCRETO Y ASFALTADO  
  
 Ing. Owner U. Salvador Salazar  
 CIP. N° 162400  
 JEFE DE LABORATORIO  
 JEFE DE LABORATORIO

PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS  
 CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023"  
 SOLICITA : TESISISTA Bach. MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO  
 CANTERA : ANDABAMBA - HUÁNUCO  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2023  
 TIPO DE ENSAYO : RESISTENCIA A FLEXION DE VIGAS PRISMATICAS - PIEDRA CHANCADA 1/2"

$$MR = \frac{Q \times L}{b \times h^2}$$

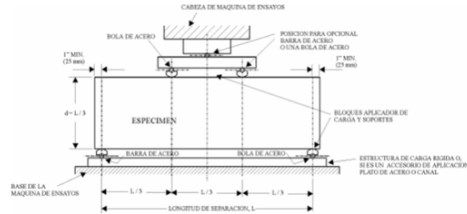
MR= MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm2)

Q= CARGA MÁXIMA APLICADA INDICADA POR LA MÁQUINA DE ENSAYO (Kgf)

L= LUZ DE SEPARACIÓN ENTRE APOYOS (cm)

b= ANCHO PROMEDIO DEL ESPÉCIMEN EN LA FRACTURA (cm)

h= ALTURA PROMEDIO DEL ESPÉCIMEN EN EL LUGAR DE LA FRACTURA (cm)



MUESTRA PATRON - PIEDRA CHANCADA 1/2"  
 EDAD: 7, 14 Y 28 DIAS

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	45.03	15.1	15.1	2130	27.86	27.71
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	45.04	15.2	15.2	2133	27.36	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	45.02	15.1	15.1	2135	27.92	

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	45.02	15	15.3	2350	30.13	30.38
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	45.03	15.1	15.1	2355	30.80	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	45.01	15.2	15.2	2358	30.22	

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	45.04	15.1	15.1	2725	35.65	35.33
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	45.01	15.1	15.1	2730	35.69	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	45.02	15.2	15.3	2738	34.64	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 1/2" - FIBRA CAUCHO RECICLADO TAMAÑO I  
 EDAD: 7 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45.02	15	15	2570	34.28	33.57
2	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45	15.1	15.3	2580	32.85	
3	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45.01	15	15.2	2585	33.57	

9.0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45.01	15.1	15.3	2800	35.65	36.25
2	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45.03	15.15	15.1	2805	36.57	
3	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45.03	15	15.2	2812	36.54	



13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45.03	15.1	15.2	2750	35.50	35.94
2	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45.03	15.1	15.1	2765	36.16	
3	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	45.01	15	15.2	2784	36.16	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 1/2" - FIBRA CAUCHO RECICLADO TAMAÑO I  
EDAD: 14 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.02	15.1	15	2780	36.84	36.39
2	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15.3	15	2785	36.41	
3	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.03	15.1	15.2	2784	35.93	

9.0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15.1	15	3000	39.74	39.44
2	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15.3	15	3005	39.29	
3	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.02	15.3	15	3003	39.27	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15.1	15.2	2980	38.45	38.79
2	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.02	15.1	15.1	2985	39.03	
3	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	45.03	15	15.2	2994	38.90	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 1/2" - FIBRA CAUCHO RECICLADO TAMAÑO I  
EDAD: 28 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45	15.1	15	2990	39.60	39.10
2	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45.01	15.2	15.1	2995	38.90	
3	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45	15	15.2	2989	38.81	

9.0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45.01	15.1	15	3200	42.39	42.56
2	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45.01	15.1	15	3205	42.46	
3	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45.02	15	15	3211	42.63	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45	15	15.1	3035	39.93	39.55
2	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45.02	15.1	15.1	3015	39.42	
3	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	45	15	15.2	3027	39.30	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 1/2" - TAMAÑO II  
EDAD: 7 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%	X		1/2"	08/10/2023	15/10/2023	44.9	15	15.1	2585	33.94	33.72
2	4.5%	X		1/2"	08/10/2023	15/10/2023	45.02	15.1	15.1	2588	33.84	
3	4.5%	X		1/2"	08/10/2023	15/10/2023	45.02	15.1	15.2	2586	33.37	

9% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%	X		1/2"	08/10/2023	15/10/2023	44.9	15.2	15.1	2820	36.53	36.79
2	9.0%	X		1/2"	08/10/2023	15/10/2023	45	15.1	15.1	2823	36.90	
3	9.0%	X		1/2"	08/10/2023	15/10/2023	45	15.1	15.1	2826	36.94	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%	X		1/2"	08/10/2023	15/10/2023	44.9	15	15.1	2762	36.26	
2	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	45.02	15.1	15.1	2760	36.09	36.01
3	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	45.02	15.1	15.2	2765	35.68	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 1/2" - TAMAÑO II  
EDAD: 14 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	44.9	15	15.1	2815	37.04	
2	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	45.01	15.2	15.1	2816	36.57	36.66
3	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	45.02	15.1	15.2	2819	36.38	

9% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	44.9	15.2	15.1	3029	39.24	
2	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	45	15.1	15.1	3035	39.67	39.54
3	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	45	15.1	15.1	3038	39.71	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	44.9	15	15.1	2993	39.29	
2	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	45.02	15.1	15.1	2992	39.12	39.01
3	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	45.02	15.1	15.2	2992	38.61	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 1/2" - TAMAÑO II  
EDAD: 28 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	45.03	15.1	15.3	3056	38.93	
2	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.2	3050	39.36	39.23
3	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.2	3053	39.40	

9% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	45	15.2	15.1	3278	42.56	
2	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	45	15.1	15.1	3272	42.77	42.69
3	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	45	15.1	15.1	3270	42.74	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA	DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO	
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	44.9	15	15.1	3071	40.32	
2	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.1	3068	40.12	40.01
3	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.2	3069	39.60	

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.  
LABORATORIO GEOTÉCNICO CONCRETO Y ASFALTO  
Ing. Osmel E. Salazar Salazar  
CIP. N.º 162400  
JEFE DE LABORATORIO  
JEFE DE LABORATORIO

PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS  
 CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023"  
 SOLICITA : TESISISTA Bach. MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO  
 CANTERA : ANDABAMBA - HUÁNUCO  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2023  
 TIPO DE ENSAYO : RESISTENCIA A FLEXIÓN DE VIGAS PRISMÁTICAS - PIEDRA CHANCADA 3/4"

$$MR = \frac{Q \times L}{b \times h^2}$$

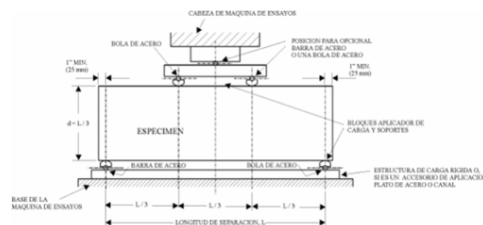
MR= MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm<sup>2</sup>)

Q= CARGA MÁXIMA APLICADA INDICADA POR LA MÁQUINA DE ENSAYO (Kgf)

L= LUZ DE SEPARACIÓN ENTRE APOYOS (cm)

b= ANCHO PROMEDIO DEL ESPÉCIMEN EN LA FRACTURA (cm)

h= ALTURA PROMEDIO DEL ESPÉCIMEN EN EL LUGAR DE LA FRACTURA (cm)



MUESTRA PATRON - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
 EDAD: 7, 14 Y 28 DIAS

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	45	15.2	15.1	2223	28.86	29.01
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	45.02	15.1	15.1	2225	29.09	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	45.01	15.1	15.1	2224	29.07	

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	45.01	15	15.3	2430	31.15	31.45
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	45.03	15.2	15.1	2432	31.60	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	45.01	15.2	15.1	2434	31.61	

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	45	15.1	15.1	2862	37.41	37.09
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	45.01	15.1	15.1	2865	37.45	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	45	15.1	15.3	2861	36.42	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 3/4" - FIBRA CAUCHO RECICLADO TAMAÑO I  
 EDAD: 7 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45.02	15	15	2740	36.55	35.80
2	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45	15	15.3	2745	35.18	
3	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45	15	15.2	2748	35.68	

9.0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45.01	15.1	15.3	2900	36.93	37.86
2	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45.01	15.15	15.1	2905	37.85	
3	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45.03	15	15	2908	38.80	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45.01	15.1	15.2	2813.6	36.30	36.47
2	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45.02	15.2	15.1	2815	36.57	
3	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	45.02	15	15.2	2812	36.53	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 3/4" - FIBRA CAUCHO RECICLADO TAMAÑO I

EDAD: 14 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45	15.1	15	2967	39.30	39.39
2	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15	15	2965	39.54	
3	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45.03	15.1	15	2968	39.34	

9.0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15.1	15	3200	42.39	42.13
2	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15.2	15.02	3205	42.07	
3	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15.3	15	3207	41.93	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45.01	15.1	15.2	3185.64	41.10	41.39
2	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45	15	15.1	3178	41.81	
3	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	45.03	15	15.2	3176	41.27	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 3/4" - FIBRA CAUCHO RECICLADO TAMAÑO I

EDAD: 28 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45.02	15.1	15.1	3150	41.19	41.14
2	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45.01	15.1	15.1	3155	41.25	
3	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45	15	15.2	3157	40.99	

9.0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45.02	15.02	15	3315	44.16	44.09
2	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45.01	15.1	15	3318	43.96	
3	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45.02	15	15.02	3319	44.16	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45.01	15.2	15.1	3265	42.40	42.63
2	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45.02	15.1	15.1	3260	42.63	
3	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	45	15	15.1	3258	42.87	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 3/4" - TAMAÑO II  
 EDAD: 7 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS													
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA			DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
		I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)		PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)			
1	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	44.9	15	15.15	2765	36.06	36.03	
2	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	45.02	15.15	15.1	2778	36.21		
3	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	45.02	15.1	15.2	2775	35.81		

9% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS													
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA			DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
		I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)		PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)			
1	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	45	15.2	15	2899	38.14	38.03	
2	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	45	15	15.1	2894	38.08		
3	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	45	15.1	15.1	2898	37.88		

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS													
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA			DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
		I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)		PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)			
1	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	44.9	15	15.1	2824	37.07	37.01	
2	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	45.02	15	15	2821	37.63		
3	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	44.9	15.1	15.2	2823	36.33		

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 3/4" - TAMAÑO II  
 EDAD: 14 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS													
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA			DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
		I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)		PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)			
1	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	44.9	15	15	3025	40.24	39.77	
2	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	45.01	15.2	15	3030	39.88		
3	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	45.02	15.1	15.2	3038	39.20		

9% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS													
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA			DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
		I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)		PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)			
1	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	44.9	15	15.1	3255	42.73	42.66	
2	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	44.9	15.1	15	3248	42.92		
3	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	44.9	15.1	15.1	3245	42.32		

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS													
VIGUETA PRISMÁTICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA			DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
		I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)		PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)			
1	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	45	15	15.1	3209	42.22	42.03	
2	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	45	15.1	15.1	3208	41.93		
3	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	45.01	15.1	15.1	3207	41.93		

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 3/4" - TAMAÑO II  
 EDAD: 28 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMATICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.15	3228	41.93	41.74
2	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.2	3225	41.62	
3	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.2	3230	41.68	

9% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMATICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45.01	15.2	15.1	3446	44.74	44.57
2	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45.01	15.3	15.2	3458	44.03	
3	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45	15.1	15.1	3438	44.94	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
VIGUETA PRISMATICA	% FCAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	Mr	Mr PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	L (cm)	b (cm)	h (cm)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45.01	15.3	15.1	3335	43.03	43.23
2	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.1	3339	43.66	
3	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	45.02	15.1	15.2	3332	43.00	

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.  
 LABORATORIO GEOTECNICO DE PAVIMENTOS  
 Ing. Omar A. Salvador Salazar  
 CIP. N° 162400  
 JEFE DE LABORATORIO



PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS  
CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023"  
SOLICITA : TESISTA Bach. MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO  
CANTERA : ANDABAMBA - HUÁNUCO  
FECHA : OCTUBRE DEL 2023  
TIPO DE ENSAYO : RESISTENCIA A COMPRESIÓN - PIEDRA CHANCADA 1/2"

MUESTRA PATRON - PIEDRA CHANCADA 1/2"  
EDAD: 7, 14 Y 28 DIAS

3.141556

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	15.01	30	176.94822	23855	134.81	134.80
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	15.02	30.01	177.18407	23852	134.62	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	13/10/2023	15	30.02	176.71253	23850	134.96	

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	15	30.01	176.71253	30200	170.90	170.92
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	15.03	30	177.42008	30250	170.50	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	20/10/2023	15.01	30	176.94822	30320	171.35	

0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	15	30	176.71253	41080	232.47	232.39
2	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	15	30	176.71253	41085	232.50	
3	0%	N.P	N.P	1/2"	06/10/2023	03/11/2023	15.01	30.02	176.94822	41088	232.20	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 1/2" - FIBRA CAUCHO RECICLADO TAMAÑO I  
EDAD: 7 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15.01	30.01	176.94822	27555	155.72	155.69
2	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15.03	30	177.42008	27570	155.39	
3	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15	30	176.71253	27560	155.96	

9.0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15.01	30	176.94822	28950	163.61	163.83
2	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15	30	176.71253	28970	163.94	
3	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15	30	176.71253	28969	163.93	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15	30	176.71253	28337	160.36	159.98
2	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15.03	30	177.42008	28335	159.71	
3	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	18/10/2023	15.02	30.02	177.18407	28330	159.89	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 1/2" - FIBRA CAUCHO RECICLADO TAMAÑO I  
 EDAD: 14 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15	30	176.71253	33025	186.89	185.58
2	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15.02	30	177.18407	32754	184.86	
3	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15	30.01	176.71253	32689	184.98	

9.0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15	30	176.71253	34678	196.24	195.29
2	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15	30	176.71253	34525	195.37	
3	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15	30	176.71253	34325	194.24	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15.03	30.01	177.42008	33709	190.00	190.47
2	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15	30.02	176.71253	33700	190.71	
3	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	25/10/2023	15	30.03	176.71253	33702	190.72	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 1/2" - FIBRA CAUCHO RECICLADO TAMAÑO I  
 EDAD: 28 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15	30	176.71253	43480	246.05	245.93
2	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15.02	30.02	177.18407	43500	245.51	
3	4.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15	30.01	176.71253	43510	246.22	

9.0% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15	30.01	176.71253	47238	267.32	266.86
2	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15.01	30.01	176.94822	47129	266.34	
3	9.0%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15.03	30	177.42008	47355	266.91	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15	30	176.71253	45945	260.00	259.98
2	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15	30	176.71253	45942	259.98	
3	13.5%	X		1/2"	11/10/2023	08/11/2023	15	30	176.71253	45940	259.97	



MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 1/2" - TAMAÑO II  
 EDAD: 7 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15	30	176.71253	27640	156.41	156.33
2	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15	30	176.71253	27635	156.38	
3	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15.01	30	176.94822	27638	156.19	

9% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15	30	176.71253	29035	164.31	164.13
2	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15.02	30	177.18407	29050	163.95	
3	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15.01	30.02	176.94822	29040	164.12	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15	30	176.71253	28630	162.01	162.03
2	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15	30	176.71253	28633	162.03	
3	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	15/10/2023	15	30	176.71253	28635	162.04	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 1/2" - TAMAÑO II  
 EDAD: 14 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15.01	30	176.94822	33080	186.95	186.81
2	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15.01	30	176.94822	33085	186.98	
3	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15.03	30.03	177.42008	33090	186.51	

9% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15	30	176.71253	34730	196.53	196.24
2	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15	30	176.71253	34735	196.56	
3	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15.03	30	177.42008	34710	195.64	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15.01	30.02	176.94822	34242	193.51	193.36
2	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15.01	30.03	176.94822	34245	193.53	
3	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	22/10/2023	15.03	30.01	177.42008	34250	193.04	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 1/2" - TAMAÑO II  
 EDAD: 28 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F'c	F'c PROMEDIO
		I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)		PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)			
1	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15	30	176.71253	43555	246.47	246.54
2	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15	30.02	176.71253	43567	246.54	
3	4.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15	30.01	176.71253	43580	246.62	

9% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F'c	F'c PROMEDIO
		I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)		PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)			
1	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15	30.03	176.71253	47350	267.95	267.55
2	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15	30.03	176.71253	47320	267.78	
3	9.0%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15.03	30.02	177.42008	47359	266.93	

13.5% F.CAUCHO - 1/2" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F'c	F'c PROMEDIO
		I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)		PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)			
1	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15	30	176.71253	46528	263.30	262.95
2	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15.02	30.01	177.18407	46524	262.57	
3	13.5%		X	1/2"	08/10/2023	05/11/2023	15.01	30.02	176.94822	46533	262.98	

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.  
 LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES  
 Ing. *[Firma]* Salvador Salazar  
 C.P. N° 162400  
 JEFE DE LABORATORIO  
 JEFE DE LABORATORIO



PROYECTO : TESIS "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS  
CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023"  
SOLICITA : TESISTA Bach. MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO  
CANTERA : ANDABAMBA - HUÁNUCO  
FECHA : OCTUBRE DEL 2023  
TIPO DE ENSAYO : RESISTENCIA A COMPRESIÓN - PIEDRA CHANCADA 3/4"

MUESTRA PATRON - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
EDAD: 7, 14 Y 28 DIAS

3.141556

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	15	30	176.71253	24250	137.23	137.13
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	15.02	30	177.18407	24245	136.84	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	13/10/2023	15.01	30.02	176.94822	24300	137.33	

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	15.02	30.01	177.18407	30625	172.84	172.73
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	15.03	30.01	177.42008	30615	172.56	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	20/10/2023	15.02	30	177.18407	30617	172.80	

0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	15.01	30.03	176.94822	41590	235.04	235.04
2	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	15.01	30	176.94822	41585	235.01	
3	0%	N.P	N.P	3/4"	06/10/2023	03/11/2023	15.01	30.02	176.94822	41597	235.08	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 3/4" - FIBRA CAUCHO RECICLADO TAMAÑO I  
EDAD: 7 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15	30.01	176.71253	27965	158.25	158.29
2	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15	30	176.71253	27970	158.28	
3	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15	30.03	176.71253	27978	158.32	

9.0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15	30.01	176.71253	29305	165.83	165.86
2	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15	30.01	176.71253	29310	165.86	
3	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15	30	176.71253	29315	165.89	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILÍNDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15.03	30.02	177.42008	28813	162.40	162.41
2	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15.03	30	177.42008	28815	162.41	
3	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	18/10/2023	15.03	30.02	177.42008	28817	162.42	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 3/4" - FIBRA CAUCHO RECICLADO TAMAÑO I  
 EDAD: 14 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F'c	F'c PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15.03	30.01	177.42008	33387	188.18	188.40
2	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15.02	30.01	177.18407	33380	188.39	
3	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15.01	30.01	176.94822	33379	188.64	

9.0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F'c	F'c PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15.01	30.01	176.94822	35020	197.91	197.68
2	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15.02	30.01	177.18407	35030	197.70	
3	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15.03	30	177.42008	35028	197.43	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F'c	F'c PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15.03	30.01	177.42008	34330	193.50	193.91
2	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15	30.02	176.71253	34325	194.24	
3	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	25/10/2023	15.01	30.01	176.94822	34328	194.00	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 3/4" - FIBRA CAUCHO RECICLADO TAMAÑO I  
 EDAD: 28 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F'c	F'c PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15	30.02	176.71253	43820	247.97	248.02
2	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15	30.02	176.71253	43835	248.06	
3	4.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15	30.01	176.71253	43828	248.02	

9.0% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F'c	F'c PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15.03	30.01	177.42008	47880	269.87	270.07
2	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15.01	30.01	176.94822	47875	270.56	
3	9.0%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15.03	30.03	177.42008	47865	269.78	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F'c	F'c PROMEDIO
Nº	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm2)	kgf.	kg/cm2	kg/cm2
1	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15.01	30	176.94822	46693	263.88	263.89
2	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15	30.01	176.71253	46695	264.24	
3	13.5%	X		3/4"	11/10/2023	08/11/2023	15.02	30	177.18407	46698	263.56	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 3/4" - TAMAÑO II  
EDAD: 7 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15.02	30	177.18407	28120	158.71	158.99
2	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15	30.02	176.71253	28115	159.10	
3	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15	30	176.71253	28128	159.17	

9% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15	30	176.71253	29540	167.16	166.91
2	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15.02	30	177.18407	29535	166.69	
3	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15.01	30.02	176.94822	29528	166.87	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 7 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15	30.01	176.71253	28915	163.63	163.33
2	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15.01	30	176.94822	28910	163.38	
3	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	15/10/2023	15.03	30	177.42008	28917	162.99	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 3/4" - TAMAÑO II  
EDAD: 14 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15.01	30.01	176.94822	33453	189.06	188.97
2	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15.01	30.02	176.94822	33440	188.98	
3	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15.02	30.03	177.18407	33465	188.87	

9% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15.01	30	176.94822	35135	198.56	198.49
2	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15	30	176.71253	35138	198.84	
3	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15.03	30	177.42008	35140	198.06	

13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 14 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
N°	%	I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)	PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	kgf.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15.03	30.02	177.42008	34774	196.00	196.15
2	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15.01	30	176.94822	34770	196.50	
3	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	22/10/2023	15.03	30.01	177.42008	34765	195.95	

MUESTRA EXPERIMENTAL - PIEDRA CHANCADA 3/4" - TAMAÑO II  
 EDAD: 28 DIAS

4.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
		I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)		PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)			
1	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15.02	30	177.18407	44136	249.09	249.40
2	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15.02	30.02	177.18407	44150	249.18	
3	4.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15	30.03	176.71253	44165	249.93	

9% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
		I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)		PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)			
1	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15.01	30	176.94822	47970	271.10	270.96
2	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15	30	176.71253	47965	271.43	
3	9.0%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15.03	30	177.42008	47964	270.34	




13.5% F.CAUCHO - 3/4" - EDAD= 28 DIAS												
PROBETA CILINDRICA	% F.CAUCHO	TAMAÑO DE FIBRA		PIEDRA CHANCADA	FECHA		DIMENSIONES			CARGA	F <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> PROMEDIO
		I (1 x 2cm)	II (1 x 4cm)		PULG.	MOLDEO	ENSAYO	D (cm)	h (cm)			
1	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15.01	30.03	176.94822	47109	266.23	266.11
2	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15.02	30.01	177.18407	47108	265.87	
3	13.5%		X	3/4"	08/10/2023	05/11/2023	15.01	30.02	176.94822	47110	266.24	

CEO ESTRUCTURAS S.A.C.  
 LABORATORIO GEOTECNICO DE PAVIMENTOS Y ASFALTADOS  
 Ing. Ovidio E. Villalobos Salazar  
 CIP. N° 162400  
 JEFE DE LABORATORIO

**ANEXO 03.**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y D.J. DEL TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN**



 <b>UNHEVAL</b> UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN	<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN</b>		
---	--	---------------------------------------	---	---

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

### 1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

<b>Pregrado</b>	X	<b>Segunda Especialidad</b>		<b>Posgrado:</b>	Maestría		Doctorado
-----------------	---	-----------------------------	--	------------------	----------	--	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

<b>Facultad</b>	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
<b>Escuela Profesional</b>	INGENIERIA CIVIL
<b>Carrera Profesional</b>	INGENIERIA CIVIL
<b>Grado que otorga</b>	-----
<b>Título que otorga</b>	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

<b>Facultad</b>	-----
<b>Nombre del programa</b>	-----
<b>Título que Otorga</b>	-----

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

<b>Nombre del Programa de estudio</b>	-----
<b>Grado que otorga</b>	-----

### 2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

<b>Apellidos y Nombres:</b>	MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO						
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	X	Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b> 936725185
<b>Nro. de Documento:</b>	72131568				<b>Correo Electrónico:</b> kilderkenio@gmail.com		

<b>Apellidos y Nombres:</b>	-----						
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI		Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b> -----
<b>Nro. de Documento:</b>	-----				<b>Correo Electrónico:</b> -----		

<b>Apellidos y Nombres:</b>	-----						
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI		Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b> -----
<b>Nro. de Documento:</b>	-----				<b>Correo Electrónico:</b> -----		

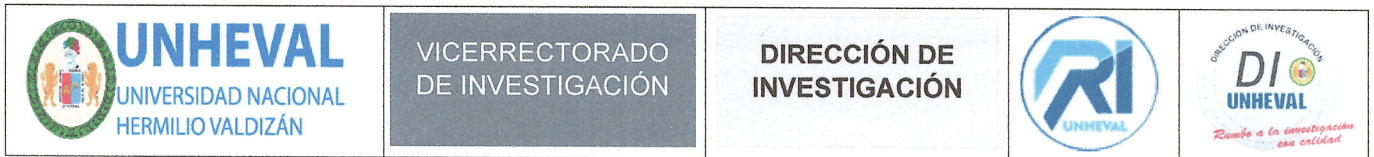
### 3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

<b>¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?:</b> (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO				
<b>Apellidos y Nombres:</b>	ALCEDO DIAZ CHARLES JIAMMY			<b>ORCID ID:</b>	https://orcid.org/ 0000- 0002-1973-5424		
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	X	Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de documento:</b> 40033614

### 4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

<b>Presidente:</b>	VILLAVICENCIO GUARDIA JOSE LUIS
<b>Secretario:</b>	NARRO JARA LUIS FERNANDO
<b>Vocal:</b>	MACHUCA GUARDIA RISSEL
<b>Vocal:</b>	
<b>Vocal:</b>	
<b>Accesitario</b>	





**5. Declaración Jurada:** (Ingrese todos los **datos** requeridos completos)

<b>a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado:</b> (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)	
ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023	
<b>b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de:</b> (tal y como está registrado en SUNEDU)	
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL	
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.	
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.	
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.	
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.	
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.	
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.	

**6. Datos del Documento Digital a Publicar:** (Ingrese todos los **datos** requeridos completos)

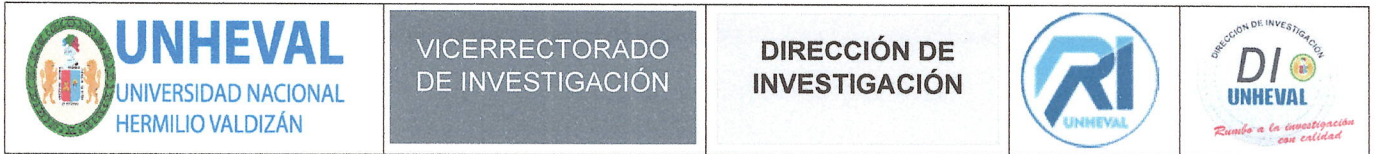
Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2023
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	X	Tesis Formato Artículo
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional
	Trabajo Académico		Otros (especifique modalidad)

<b>Palabras Clave:</b> (solo se requieren 3 palabras)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	FIBRA DE CAUCHO RECICLADO
--	--------------------------	-----------------------------	---------------------------

Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	X	Condición Cerrada (*)
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo:



¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):	SI	NO	X
Información de la Agencia Patrocinadora:	-----		

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.



### 7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma:			
<b>Apellidos y Nombres:</b>	MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO		<b>Huella Digital</b>
<b>DNI:</b>	72131568		
Firma:		-----	-----
<b>Apellidos y Nombres:</b>	-----		<b>Huella Digital</b>
<b>DNI:</b>	-----		
Firma:		-----	-----
<b>Apellidos y Nombres:</b>	-----		<b>Huella Digital</b>
<b>DNI:</b>	-----		
Fecha: 09/01/2024			

### Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.

**ANEXO 04.**  
**ACTA DE DEFENSA DE TESIS**





"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"  
**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**DECANATO**



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

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 28 días del mes de diciembre de 2023, siendo las 18.30 pm, se dará cumplimiento a la Resolución de Decano N°1197-2022-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución de Decano N°1218-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 27.DIC.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los miembros del jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público de tesis titulada: **ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO – 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil el Bachiller **KILDER KENIO MALLQUI AGUILAR**, reuniéndose en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, el jurado examinador integrado por los docentes: Dr. Ing. José Luis Villavicencio Guardia PRESIDENTE – Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, SECRETARIO – Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia, VOCAL y el bachiller mencionados, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **Título Profesional de Ingeniero Civil** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

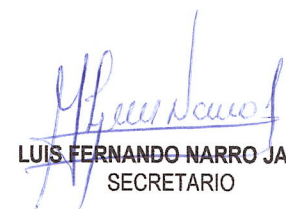
Concluido el acto de defensa, los miembros de jurado procedieron a la evaluación del aspirante al Título Profesional de Ingeniero Civil, obteniendo luego el resultado siguiente:

APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
<b>MALLQUI AGUILAR KILDER KENIO</b>	APROBADO	15	BUENO

Calificación que se realizó de acuerdo a la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL - Título VII – Capítulo VI Art.78 Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Dándose por finalizado dicho acto a las...20.45pm...del mismo día 28/12/2023 con lo que se dio por concluido y en fe de lo cual firmamos.

  
**JOSÉ LUIS VILLAVICENCIO GUARDIA**  
 PRESIDENTE

  
**LUIS FERNANDO NARRO JARA**  
 SECRETARIO

  
**RISSEL MACHUCA GUARDIA**  
 VOCAL

**ANEXO 05.**  
**RESOLUCIÓN FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**



## **RESOLUCIÓN DE DECANO N°1218-2023-UNHEVAL-FICA-D**

Cayhuayna, 27 diciembre 2023

**VISTO:** la solicitud enviada al correo, de fecha 26.DIC.2023, solicita el Bachiller en Ingeniería Civil **KILDER KENIO MALLQUI AGUILAR**, fecha y hora para sustentación de tesis;

### **CONSIDERANDO:**

Que, con solicitud enviada al correo, de fecha 26.DIC.2023, solicita el Bachiller en Ingeniería Civil **KILDER KENIO MALLQUI AGUILAR**, fecha y hora para sustentación de tesis titulada: ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO – 2023;

Que, con Resolución Decanato N°1197-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 21.DIC.2023, se designo el Jurado Revisor y aprobación del Proyecto de Tesis a los docentes PRESIDENTE: Dr. Ing. José Luis Villavicencio Guardia, SECRETARIO Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera, Vocal Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, ACCESITARIO Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia de la Tesis Titulado ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO – 2023, del Bachiller en Ingeniería Civil **KILDER KENIO MALLQUI AGUILAR**;

Que, con CARTA N°0144-Dr ING./FICA /JLVG-2023, del Dr. Ing. José Luis Villavicencio Guardia, CARTA N° 142–2023/Mg.LFNJ del Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, INFORME N° 045-2023- EAPIC-UNHEVAL/RMG del Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia, dan la conformidad a la tesis titulado: ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO – 2023, del Bachiller en Ingeniería Civil **KILDER KENIO MALLQUI AGUILAR**;

Que, mediante Resolución Consejo Universitario N° 3412 – 2022 – UNHEVAL, de fecha 24 de octubre del 2022 en el Capitulo IV – Título III – Tesis – Art. 44° Una vez que los miembros de Jurado de Tesis informen al Decano acerca de la suficiencia del trabajo de tesis para su sustentación, el interesado presentará una solicitud dirigida al Decano pidiendo se fije lugar, fecha y hora para el acto de sustentación...;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano por Ley Universitaria N° 30220 y por el Estatuto de la UNHEVAL;

### **SE RESUELVE:**

1° **SEÑALAR** Fecha y hora para la sustentación Presencial de la tesis titulada ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO – 2023, del Bachiller en Ingeniería Civil **KILDER KENIO MALLQUI AGUILAR**, para el día **jueves 28 diciembre 2023 a horas 18.30 pm**, en modalidad Presencial, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura por los considerandos anotados.

Regístrese, comuníquese y archívese.

  
**DECANO**  
 Víctor Manuel Goicochea Vargas  
**DECANO**

**ANEXO 06.**  
**REPORTE DE SIMILITUD**



NOMBRE DEL TRABAJO

**“ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023**

AUTOR

**Kilder Kenio MALLQUI AGUILAR**

RECUENTO DE PALABRAS

**53943 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**240216 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**202 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**4.3MB**

FECHA DE ENTREGA

**Dec 19, 2023 8:43 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Dec 19, 2023 8:46 PM GMT-5**

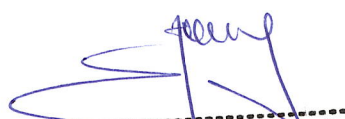
● **20% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 19% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
DOCENTE DE LA FICA



## ● 20% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 19% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Internet	11%
2	<b>repositorio.utea.edu.pe</b> Internet	3%
3	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Internet	1%
4	<b>hdl.handle.net</b> Internet	<1%
5	<b>Universidad Andina del Cusco on 2018-11-20</b> Submitted works	<1%
6	<b>download948.mediafire.com</b> Internet	<1%
7	<b>Universidad Nacional Autonoma de Chota on 2021-03-17</b> Submitted works	<1%
8	<b>repositorio.uss.edu.pe</b> Internet	<1%

  
 Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia  
 DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
 DOCENTE DE LA FICA

Descripción general de fuentes

9	<b>idoc.pub</b> Internet	<b>&lt;1%</b>
10	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Internet	<b>&lt;1%</b>
11	<b>tesis.ucsm.edu.pe</b> Internet	<b>&lt;1%</b>
12	<b>Universidad Andina del Cusco on 2017-05-12</b> Submitted works	<b>&lt;1%</b>
13	<b>Universidad Tecnologica de los Andes on 2020-01-23</b> Submitted works	<b>&lt;1%</b>
14	<b>Universidad Nacional Autonoma de Chota on 2020-12-27</b> Submitted works	<b>&lt;1%</b>
15	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2017-03-23</b> Submitted works	<b>&lt;1%</b>
16	<b>Pontificia Universidad Catolica del Peru on 2022-03-26</b> Submitted works	<b>&lt;1%</b>
17	<b>Universidad Andina del Cusco on 2017-05-12</b> Submitted works	<b>&lt;1%</b>
18	<b>Universidad Andina del Cusco on 2017-12-13</b> Submitted works	<b>&lt;1%</b>
19	<b>Universidad Alas Peruanas on 2018-12-05</b> Submitted works	<b>&lt;1%</b>
20	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2016-07-26</b> Submitted works	<b>&lt;1%</b>

  
 Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia  
 DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
 DOCENTE DE LA FICA

21	<b>Universidad Andina del Cusco on 2018-05-02</b>	<1%
	Submitted works	
22	<b>pt.scribd.com</b>	<1%
	Internet	
23	<b>repositorio.unfv.edu.pe</b>	<1%
	Internet	
24	<b>Escuela Nacional Superior de Folklore José María Arguedas on 2023-0...</b>	<1%
	Submitted works	
25	<b>Fernandez Blas, Karen Elida. "Representaciones sociales que se hacen ..."</b>	<1%
	Publication	
26	<b>Universidad Andina del Cusco on 2020-12-28</b>	<1%
	Submitted works	
27	<b>Universidad Andina del Cusco on 2023-06-23</b>	<1%
	Submitted works	

  
Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
DOCENTE DE LA FIGA

**ANEXO 07.**  
**CONSTANCIA DE SIMILITUD**



**CONSTANCIA DE SIMILITUD N° 160-2023**  
**SOFTWARE ANTIPLAGIO TURNITIN-FICA-UNHEVAL.**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, emite la presente constancia de Antiplagio, aplicando el Software TURNITIN, la cual reporta un 20%. de similitud general, correspondiente al Bachiller interesado, **MALLQUI AGUILAR, Kilder Kenio**, del Borrador de Tesis "**ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS CON ADICIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO. PILLCO MARCA, HUÁNUCO - 2023**", considerando como asesor al **Mg. Ing. ALCEDO DIAZ, Charles**

**DECLARANDO (APTO)**

Se expide la presente, para los trámites pertinentes

Pillco Marca, 19 de diciembre 2023



.....  
Dr. José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA  
Director de la Unidad de Investigación  
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

D.L.JLVG 2023