

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



*Una Institución Adventista*

**Revisión del análisis y comportamiento del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>  
al incorporar fibra de caucho**

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de  
Bachiller en Ingeniería Civil

Por:  
Mauricio Garem Romayna Santiago  
Leyla Zadith Huaman Tenorio

Asesor:  
Carlos Frank Yoctún Rios

**Lima, noviembre 2020**

# DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ing. Carlos Frank Yoctún Rios, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

## DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: “Revisión del Análisis y Comportamiento del Concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> Al Incorporar Fibra De Caucho” constituye la memoria que presenta los estudiantes Mauricio Garem Romayna Santiago y Leyla Zadith Huaman Tenorio para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Civil, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en lima, 25 de noviembre del 2020



---

Ing. Carlos Frank Yoctún Rios

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a...los...26...día(s) del mes de...Noviembre...del año 2020..siendo las...17:30... horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a): ..... Ing. Fiorella Maira Zapata Antezana....., el (la) secretario(a): ..... Ing. David Diaz Garamendi..... y los demás miembros: ..... Ing. Giuliano Ricardo Moreno Patiño .... y el (la) asesor(a)... Ing. Carlos Frank Yoctún Ríos..... con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: "Revisión del Análisis y Comportamiento del Concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> Al Incorporar Fibra De Caucho". de los (las) egresados (as): ..... a)..... **MAURICIO GAREM ROMAYNA SANTIAGO** ..... b)..... **LEYLA ZADITH HUAMAN TENORIO** ..... conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en:

#### INGENIERÍA CIVIL

(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): ..... **MAURICIO GAREM ROMAYNA SANTIAGO** .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	
APROBADO	16	B	BUENO	MUY BUENO

Candidato/a (b): ..... **LEYLA ZADITH HUAMAN TENORIO** .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	
APROBADO	15	B-	BUENO	MUY BUENO

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó ... al... candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

\_\_\_\_\_  
Presidente  
Ing. Fiorella Maira  
Zapata Antezana

  
\_\_\_\_\_  
Secretario  
Ing. David Diaz  
Garamendi

\_\_\_\_\_  
Asesor  
Ing. Carlos Frank  
Yoctún Ríos

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Miembro  
Ing. Giuliano Ricardo  
Moreno Patiño

\_\_\_\_\_  
Candidato (a)  
Mauricio Garem  
Romayna Santiago

\_\_\_\_\_  
Candidato/a (b)  
Leyla Zadith Huaman  
Tenorio

# **“Revisión del Análisis y Comportamiento del Concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> Al Incorporar Fibra De Caucho”**

Leyla Zadith Huamán Tenorio \*1, Mauricio Garem Romayna Santiago \*2  
*EP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana  
Unión, Perú.*

## **Resumen**

En el sector de la construcción se ve el uso del concreto como material fundamental, pero el uso del agregado genera un impacto negativo. Por otro lado, los neumáticos de caucho en Perú carecen de un mejor control en su proceso. Es por ello que se analizó proyectos que nos habla sobre la implementación de este material donde evaluaron las resistencias a compresión en concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> en la cual uno de los proyectos empleo el uso del aditivo plastificante para equilibrar el cambio de resistencia, en otro se empleó al caucho como un aditivo dentro del diseño y por último se empleó al caucho como un porcentaje de agregado fino. Los proyectos fueron ensayados a los 7, 14 y 28 días y con porcentajes de caucho de 3%, 5%, 7%, 10% y 15%, donde el porcentaje más óptimo evaluado fue el uso del 5%. Finalmente se concluye que la resistencia a la compresión varía dependiendo la forma que se usa el caucho y el porcentaje que se empleara en el diseño, donde el uso más óptimo de este material es al 5%, así mismo este nuevo diseño serviría para la construcción de zapatas, cimentaciones y estructuras de albañilería.

**Palabras clave:** Caucho; concreto; agregado fino; aditivo plastificante.

## **Abstract**

In the construction sector, the use of concrete is seen as a fundamental material, but the use of aggregate generates a negative impact. On the other hand, rubber tires in Peru lack better control in their process. That is why projects that tell us about the implementation of this material were analyzed where they evaluated the resistance to compression in concrete of 210 kg / cm<sup>2</sup> in which one of the projects used the use of the plasticizer additive to balance the resistance change, in another used rubber as an additive within the design and lastly rubber was used as a percentage of fine aggregate. The projects were tested at 7, 14 and 28 days and with rubber percentages of 3%, 5%, 7%, 10% and 15%, where the most optimal percentage evaluated was the use of 5%. Finally, it is concluded that the resistance to compression varies depending on the way the rubber is used and the percentage used in the design, where the most optimal use of this material is 5%, likewise this new design would serve for construction of footings, foundations and masonry structures.

**Key words:** Rubber; concrete; fine aggregate; plasticizer additive.

*\*Correspondencia de autor: Mauricio Romayna Santiago, Leyla Huaman Tenorio  
Km. 19 Carretera Central, Ñaña, Lima.  
E-mail: [mauricioromayna@upeu.edu.pe](mailto:mauricioromayna@upeu.edu.pe)*

## INTRODUCCION

El despojo de neumáticos luego de su vida útil, genera un daño permanente en el medioambiente, ya que no es un material que se degrade fácilmente son depositados en vertederos que no tienen un control de almacenaje y también en lugares públicos clandestinos. En el Perú el problema ambiental radica debido a la inconsistencia social que tenemos por la falta de cultura e investigaciones sobre el reciclaje de este material.

Bajo este contexto la elaboración de la mezcla de concreto con fibra de caucho reciclado permitiendo cambios y reducción de recursos durante el proceso. Por lo tanto, esta investigación evalúa cuan viable es usar este material para la elaboración del concreto analizando distintos proyectos de investigación.

Sabiendo que el caucho es un material que se recicla de los neumáticos, siendo este un material popular se realizaron muchas investigaciones:

Así tenemos, Issa y Salem (2013)<sup>1</sup>, quienes utilizaron caucho molido como agregado fino en hormigón, lograron determinar resultados positivos de resistencia a compresión cuando el contenido de caucho es inferior al 25%, así también obtuvieron mejoras en la ductilidad. Así mismo, Chauhan y Sood (2017)<sup>2</sup> concluyen que adicionando partículas de caucho de neumáticos le da características dúctiles al hormigón, además, desarrolla la capacidad de soportar la carga incluso después de que se alcanza la formación de grietas y la carga máxima. Otra sustancia en la mezcla de concreto es el aditivo plastificante o súper-plastificante, es una sustancia que ayuda a mantener o mejorar la resistencia a la compresión de la mezcla. (J. Mayta)<sup>3</sup>.

## MÉTODO

La idea de agregar caucho al concreto surge el querer contribuir con el desarrollo de sus propiedades para su mejoramiento, es por ello que se analizó bibliografías con respecto al tema investigado. Y así poder analizar y comparar sus métodos de aplicación y los resultados que fueron obtenidos.

Según M. Farfan<sup>4</sup> realizo para su proyecto un diseño de mezcla de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>. Se elaboraron 5 tipos de mezclas de concreto simple las cuales son: sin aditivo, con aditivo plastificante, más 5% en volumen de caucho reciclado, más 10% en volumen de caucho reciclado y más 15% en volumen de caucho reciclado. A los diseños de mezcla se realizaron pruebas de asentamiento y resistencia a la compresión en cilindros de 150 mm de diámetro y 300 mm de alto para edades de 7, 14 y 28 días, donde se elaboró 45 probetas de concreto. Y los resultados del ensayo a la compresión fueron procesados usando el análisis de varianza para diferenciar la resistencia de las probetas. El porcentaje óptimo de caucho empleado para lograr una resistencia máxima a la compresión del concreto sería del 5%. De otro lado M. Soto<sup>5</sup> realizo para su proyecto ensayos de compresión al concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, elaborando 15 probetas de 15 cm de diámetro por 30 cm de alto con diferentes porcentajes de caucho al 0%, 3%, 5%, 7% y 10% a edades de 7, 14 y 28 días. En las cuales el valor de 5% de caucho empleado alcanza una resistencia optima ya que dio el mejor resultado en cuanto a la reducción de su peso. Así mismo J. Flores<sup>6</sup> empleo para el uso de un muro de albañilería estructural el uso de un diseño de mezcla de 210 kg/cm<sup>2</sup>, elaborando 36 probetas de 20 cm de altura y 10 cm de diámetro para un concreto simple y concreto con adicionamiento de caucho (5%, 10% y 15%) tanto para sustituir al agregado fino y grueso a 14 y 28 días. Según J. Flores<sup>6</sup> el caucho no incrementa la resistencia en bajo porcentaje para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> para estructura de albañilería confinada, al ser remplazado el agregado fino por el caucho cumple con el porcentaje mínimo (5%), con respecto al reemplazo del agregado grueso para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> con un 5% y 10% de caucho no cumple con los estándares de la resistencia a la compresión.

Al terminar dichos análisis se evalúa si este compuesto optimizará los parámetros requeridos para la implementación en el proceso constructivo.

## DESARROLLO Y DISCUSIÓN

### Material Y Métodos

Para concretar con los objetivos mencionados se realizó un análisis minucioso de cada proyecto que mencionaremos:

M. Farfan<sup>4</sup> realizó en su proyecto un diseño de mezcla por el método del ACI para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> en las cuales se elaboró 45 probetas de 150 mm de diámetro y 300 mm de alto. Para este diseño de mezcla se usaron los parámetros de las Normas Técnicas Peruana (NTP). Realizando las pruebas de análisis granulométrico, peso específico y absorción, peso unitario y contenido de humedad. Se usó un cemento Pacasmayo Tipo1 y se empleó un aditivo sika@cem súper plastificante reductor de agua. También se usó neumático de caucho triturado y reciclado con un diámetro de 0.5 cm. Para este diseño de mezcla se realizó las pruebas de asentamiento donde para un concreto simple salió 4” y para un concreto con aditivo salió 5.5”, para la utilización del caucho para el ensayo se empleó en porcentajes de 5%, 10% y 15% del volumen del concreto con plastificante. Los resultados obtenidos a la comprensión fueron procesados por el análisis de varianza para determinar las diferencias en las resistencias obtenidas, que luego utilizando la prueba de comparaciones múltiples (TUKEY) para identificar cuáles de los pares de grupos son significativamente entre sí, a un nivel de significancia de 5%.

Así también en Colombia se realizó un proyecto de investigación por M. Soto<sup>5</sup>, con diseño una mezcla de 210 kg/cm<sup>2</sup> empleando el cemento Argos Tipo 1. Los agregados finos y gruesos fueron analizados según las normas colombianas siguiendo los siguientes ensayos: granulometría, densidad específica, determinación de la resistencia al desgaste de los agregados gruesos por medio de la maquina los ángeles. Se elaboraron 15 probetas de 15 cm de diámetro y 30 cm de alto con diferentes porcentajes de caucho triturado don un tamaño de 3/4” que se empleó para cada diseño fue de 0%, 3%, 5%, 7% y 10% para los 7, 14 y 28 días. Con un tamaño de 1/2” para el agregado y la relación de agua y cemento de a/c de 0.49.

Por último, se analizó el trabajo de J. Flores<sup>6</sup> donde también evaluó un diseño de mezcla de 210 kg/cm<sup>2</sup> utilizando el cemento Sol Tipo 1, y de agregado se utilizó la arena gruesa como agregado fino y la piedra chancada como agregado grueso. Se evaluó los siguientes ensayos para determinar las propiedades de los agregados según las normas técnicas peruanas: contenido de humedad, peso unitario de los agregados, análisis granulométricos de los agregados y del caucho, ensayo normalizado para peso específico y absorción de los agregados. Se realizó el diseño de mezcla por el método de BOLOMEY, se redujo al agregado fino en un porcentaje de caucho de 5%, 10% y 15%, y 5%, 10% para el agregado grueso. Elaboraron 36 muestras cilíndricas de 20 cm de altura y 10 cm de ancho.

## Resultados

Continuando con esta investigación presentaremos los resultados que obtuvieron cada proyecto descrito anteriormente.

- En el proyecto de M. Farfan<sup>4</sup> se obtuvieron los siguientes resultados.

### DISEÑO DE MEZCLA

Tabla 1 Diseño de mezcla de concreto simple para 210 kg/cm<sup>2</sup> con relación a/c de 0.6

<i>Material</i>	<i>Proporción en peso</i>	<i>Peso (Kg)</i>	% de Mezcla
CEMENTO	1.00	386	15.72%
AGUA	0.60	232	9.45%
GRAVA	2.25	869	35.38%
ARENA	2.51	969	39.45%
Total para 1 m		2456	100.00%

Tabla 2 Diseño de mezcla de concreto simple para 210 kg/cm<sup>2</sup> con aditivo plastificante y relación a/c de 0.48

<i>Material</i>	<i>Proporción en peso</i>	<i>Peso (Kg)</i>	% de Mezcla
CEMENTO	1.00	386	15.98%
AGUA	0.48	186	7.70%
GRAVA	2.25	869	35.98%
ARENA	2.51	969	40.12%
PLASTIFICANTE ANTE	0.014	5.44	0.225%
Total para 1 m		2415.44	100.00%

### ASENTAMIENTO DE CONCRETO

Tabla 3 Asentamiento

<i>Mezclas</i>	<i>Relación a/c</i>	<i>Slump máximo (pulg)</i>	% Variación
CS*	0.6	4	0%
CSAP**	0.48	5.5	38%
CSAP5CR**	0.48	5.5	38%
CSAP10CR**	0.48	5.7	43%
<b>CSAP15CR**</b>	0.48	5.8	45%

\*relación a/c=0.60

\*\*relación a/c=0.48

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 4 Resistencia a la Compresión

Mezcla s	Resistencia a la compresión 210kg/cm <sup>2</sup>						Deformación máxima (mm/1000)
	7 días	% alc.	14 días	% alc.	28 días	% alc.	
CS*	164.3	78%	197.95	94%	219.6	104%	4571.72
CSAP**	209.96	100%	251.37	120%	295.73	141%	6395.5
CSAP5CR**	152.916	73%	176.946	84%	218.452	104%	6808.53
CSAP10CR**	152.882	73%	180.486	86%	212.337	101%	6934.77
CSAP15CR**	149.156	71%	169.43	81%	198.875	95%	7451.99

\*relación a/c=0.60

\*\*relación a/c=0.48

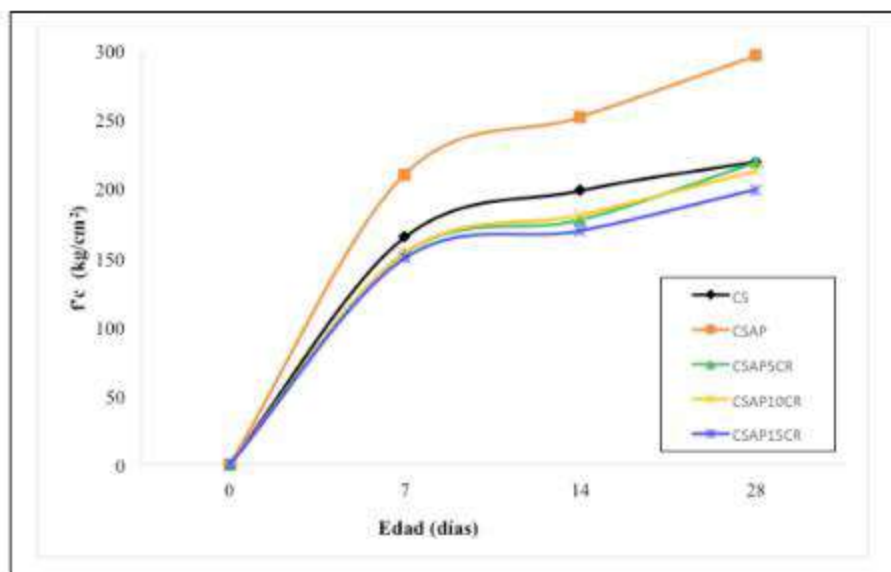


Figura 1 Resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido según tiempo de curado.

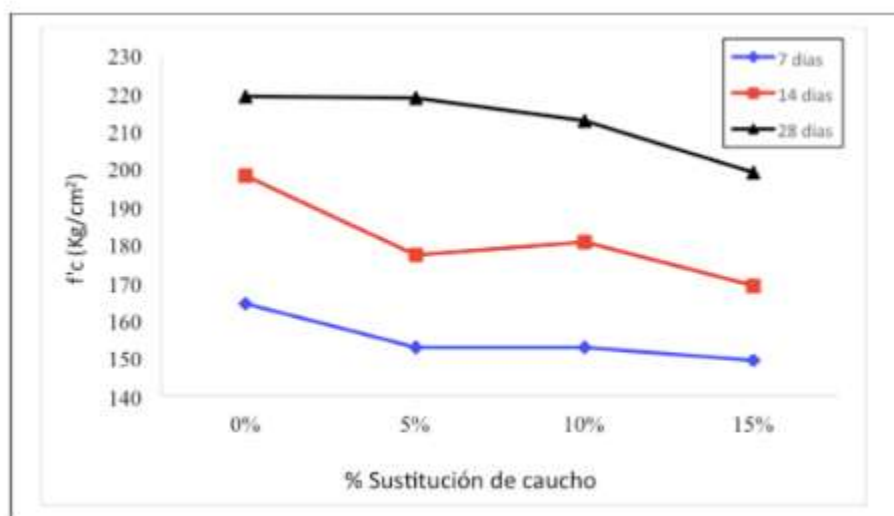


Figura 2 Resistencia a la compresión según porcentaje de caucho reciclado.



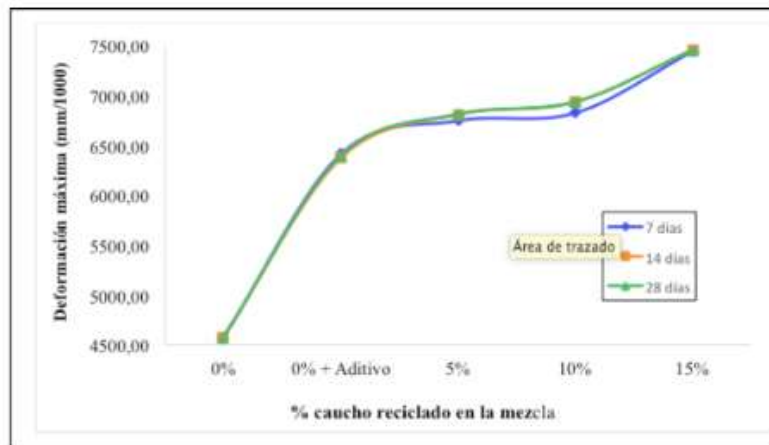


Figura 3 Deformación máxima según porcentaje de caucho reciclado.

- Siguiendo con lo investigado el proyecto de J. Soto<sup>5</sup> se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 5 Relación del Concreto**

<b>Material</b>	Proporción
AGUA	0.49
AIRE	0
CEMENTO	1
AG. GRUESO	2.08
<b>AG. FINO</b>	<b>1.38</b>

**PESO DEL CONCRETO M3**

**Tabla 6 Peso del Concreto m3**

<b>Material</b>	Peso (kg)
AGUA	210.00
AIRE	0.00
CEMENTO	428.57
AG. GRUESO	889.61
AG. FINO	593.07
Peso concreto por m3	2121.25

**CANTIDAD DE CAUCHO**

**Tabla 7 Proporción del Caucho**

<b>CANTIDAD DE CAUCHO</b>		
<b>% Caucho en cilindro</b>	<b>Cantidad de caucho(kg) Caucho</b>	<b>Caucho por ensayo(kg)</b>
0%	0	0
3%	0.3374	1
5%	0.562	1.7
7%	0.7872	2.4
10%	1.1246	3.4
		8.4 kg

**CANTIDAD DE AGREGADO****Tabla 8 Proporción del Agregado**

<b>CANTIDAD DE AGREGADOS POR PROBETA (Kg)</b>		<b>Total 15 probetas</b>
CEMENTO	2.3	34.08
FINOS	3.1	47.16
GRUESOS	4.7	70.74
AGUA	1.1	16.7

**PESOS DE CILINDROS****Tabla 9 Peso de cilindros a los 7 días**

<b>Peso de cilindros a los 7 días</b>	
<b>% DE CAUCHO</b>	<b>PESOS DE CILINDROS ( 7 DÍAS)</b>
0%	13.13
3%	13.1
5%	12.33
7%	13.13
<b>10%</b>	<b>13.27</b>

**Tabla 10 Peso de cilindros a los 14 días**

<b>Peso de cilindros a los 14 días</b>	
<b>% DE CAUCHO</b>	<b>PESOS DE CILINDROS ( 14 DÍAS)</b>
0%	13.63
3%	13.27
5%	12.63
7%	13.15
<b>10%</b>	<b>13.16</b>

**Tabla 11 Peso de cilindros a los 28 días**

<b>Peso de cilindros a los 28 días</b>	
<b>% DE CAUCHO</b>	<b>PESOS DE CILINDROS ( 28 DÍAS)</b>
0%	13.6
3%	13.24
5%	12.74
7%	13.13
<b>10%</b>	<b>13.27</b>

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 12 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

%	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )		
	7 días	14 días	28 días
0%	160.3	220.9	244.5
3%	120.4	178	231.2
5%	171.6	178.1	231
7%	122	143.6	227.7
10%	152.4	169.7	225.6

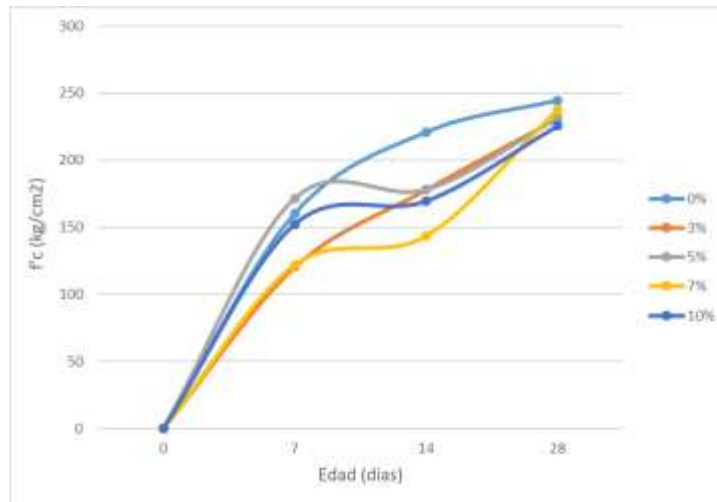


Figura 4 Curva Resistencia a la Compresión

- También se analizó el proyecto de J. Flores<sup>6</sup> del cual obtuvieron los siguientes resultados.

### DISEÑO DE MEZCLA f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> POR 1 m<sup>3</sup> PARA EL AGREGADO FINO

Tabla 13 Diseño de Mezcla f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> por 1 m<sup>3</sup> para el Agregado Fino

	<i>peso kg</i>			
	0%	5%	10%	15%
CEMENTO	475	475	475	475
ARENA	818	777	736	695
PIERDA	856	856	856	856
AGUA (lt)	242	242	242	242
<b>CAUCHO</b>	0	40.9	82	123

### RESULTADO DE DISEÑO MEZCLA PARA AGREGADO FINO PARA 6 PROBETAS DE 10 x 20 cm

Tabla 14 Dosificación para el Concreto para 0% de Caucho

<i>Dosificación para el Concreto para 0% de Caucho</i>		
MATERIAL	6 especímenes	
CEMENTO	7.22	kg
ARENA	12.7	kg
PIEDRA	13.05	kg
AGUA	3.63	lt
AIRE	1.50	

**Tabla 15 Dosificación para el Concreto para 5% de Caucho**

<b>Dosificación para el Concreto para 5% de Caucho</b>		
<b>MATERIAL</b>	<b>6 especímenes</b>	
CEMENTO	7.22	kg
ARENA	12.065	kg
PIEDRA	13.05	kg
AGUA	13.05	lt
CAUCHO	0.635	
AIRE	1.50	

**Tabla 16 Dosificación para el Concreto para 10% de Caucho**

<b>Dosificación para el Concreto para 10% de Caucho</b>		
<b>MATERIAL</b>	<b>6 especímenes</b>	
CEMENTO	<b>7.22</b>	kg
ARENA	<b>10.795</b>	kg
PIEDRA	<b>13.05</b>	kg
AGUA	<b>3.63</b>	lt
CAUCHO	<b>1.27</b>	
AIRE	1.50	

**Tabla 17 Dosificación para el Concreto para 15% de Caucho**

<b>Dosificación para el Concreto para 15% de Caucho</b>		
<b>MATERIAL</b>	<b>6 especímenes</b>	
CEMENTO	7.22	kg
ARENA	10.16	kg
PIEDRA	13.05	kg
AGUA	3.63	lt
CAUCHO	1.905	
AIRE	1.50	

## ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

**Tabla 18 Asentamiento del Concreto**

<b>Mezcla</b>	<b>Asentamiento</b>	
concreto 0%		3
A-5%	caucho AF	3
A-10%	caucho AF	3.7
<b>A-15%</b>	caucho AF	4.2

Nota. Resultados del asentamiento del concreto con sustitución del agregado fino por caucho.

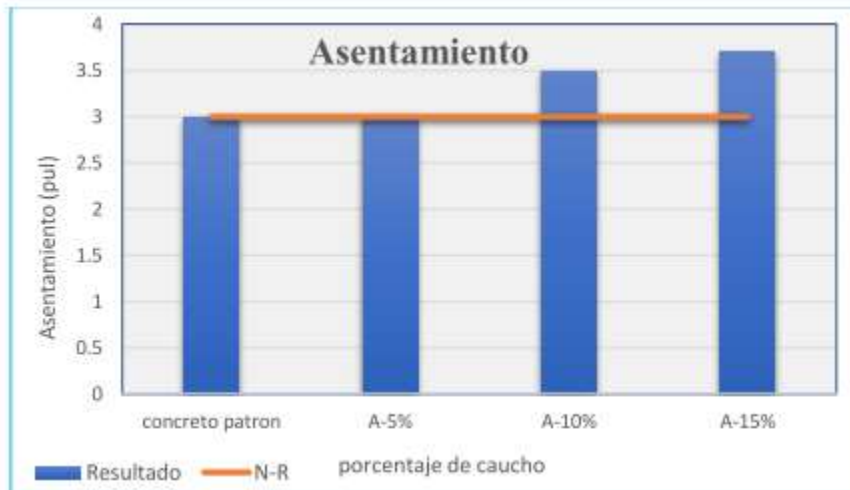


Figura 5 Asentamiento del Concreto

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 19 Resistencia a la Compresión del Concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM <sup>2</sup>								
caucho por agregado fino								
EDAD(días)	0%		A-5% A-F		A-10% A-F		A-15% A-F	
14	239		225		135		138	
	248	240	218	220	167	153	117	134
	234		216		156		147	
28	276		244		202		178	
	275	276	232	236	211	207	177	181
	277		232		209		189	
Des. Estándar 14	7.09		4.73		16.26		15..39	
coe.Variacion 14(%)	2.95		2.15		10.65		11.49	
Des. Estándar 28	1		6.93		4.73		6.66	
Coe.Variacion 28(%)	0.36		2.94		2.28		3.67	
Disminuye a 14(%)	100		8.6		36.48		44.24	
Disminuye a 28 (%)	100		14.49		24.88		34.3	

Tabla 20 Resistencia a la Compresión del Concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM <sup>2</sup>				
caucho por agregado fino				
EDAD(días)	0%	A-5% A-F	A-10% A-F	A-15% A-F
14	240	220	153	134
28	276	236	207	181

## GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

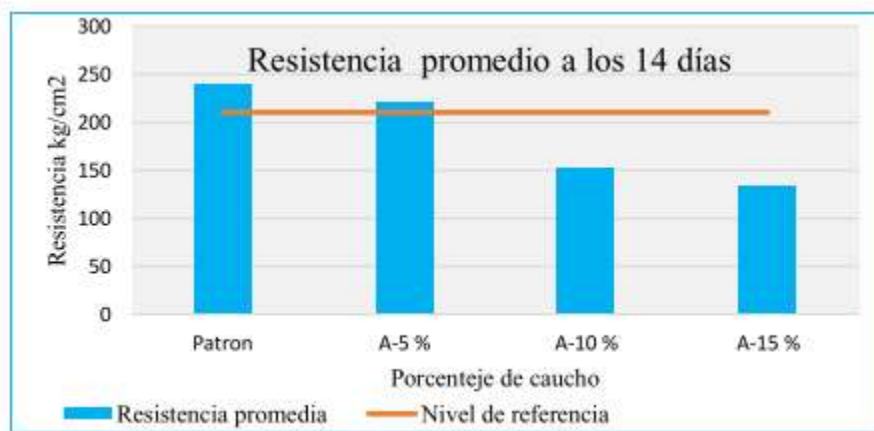


Figura 6 Resistencia a la Compresión del Concreto a los 14 Días

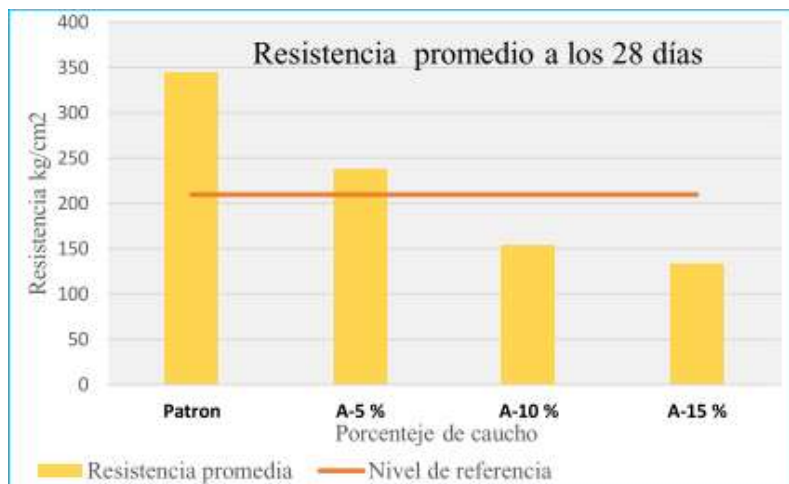


Figura 7 Resistencia a la Compresión del Concreto a los 28 Días

## CONCLUSIONES

Como se puede observar en el trabajo de M. Farfan(2018)<sup>4</sup> evalúa que para poder llegar a una óptima resistencia a la compresión se tiene que usar un 5% de caucho como maximo ya que a dicho porcentaje se obtuvo un resultado de 218.452 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Pero para obtener dicha resistencia se empleó el uso del aditivo plastificante para que equilibre la reducción que el 5% de caucho, ya que con los otros porcentajes no llega al estado óptimo requerido para su uso.

Con respecto a lo que nos menciona J. Soto(2019)<sup>5</sup> se evaluó que usando al caucho como aditivo logra superar la resistencia requerida en todos los porcentajes, pero se vio que al usar el 5% de caucho se logra tener la resistencia óptima para su uso alcanzando una resistencia de 231 kg/cm<sup>2</sup>.

Los datos obtenidos del trabajo de J. Flores(2014)<sup>6</sup> nos concluye que si al diseño de mezcla solo se reemplaza el agregado fino por un porcentaje de caucho generaría una reducción de la resistencia cumpliendo con porcentajes mínimos de diseño usando el 5% de agregado de caucho.

Finalmente se puede concluir según los proyectos mencionados que el caucho reduce a la resistencia del concreto si es adicionado como agregado en porcentajes altos, pero si se usa al 5% como máximo si se obtiene un buen resultado; también si al caucho lo empleas como un aditivo cumpliría la resistencia requerida. Por lo tanto, este nuevo diseño de mezcla serviría para la construcción de zapatas y cimentaciones. Y a su vez ayuda a aligerar elementos estructurales, como también se emplearía en el uso de estructuras de albañilería.

## REFERENCIAS

1. Issa CA, Salem G. Utilization of recycled crumb rubber as fine aggregates in concrete mix design. *Constr Build Mater.* 2013;42:48-52. doi:10.1016/j.conbuildmat.2012.12.054
2. Chauhan M, Sood H, Engineering C. Rubber Modified Concrete- A Green Approach For Sustainable Infrastructural Development. *Int Res J Eng Technol.* 2017;4(6):973-978. <https://irjet.net/archives/V4/i6/IRJET-V4I6181.pdf>.
3. Mayta J. Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo. 2014:282. <https://es.scribd.com/document/252093067/influencia-del-aditivo-superplastificante-en-el-tiempo-de-fraguado-trabajabilidad-y-resistencia-del-concreto>.
4. Farfán M, Leonardo E. Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante. *Rev Ing construcción.* 2018;33(3):241-250. doi:10.4067/s0718-50732018000300241
5. Mateo Soto Londoño JPMR. Análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales. 2019:1-71.
6. Flores JC, Aguila W. Facultad de Ingeniería Facultad de Ingeniería. 2014:0-1. <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/handle/10757/592724>.