



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Evaluación de las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
utilizando polvo de microsílice y hule reciclado de neumático en  
el Distrito de Chorrillos – 2019”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

**AUTORA:**

Cuba Condori, Dania Madelaine (ORCID: 0000-0003-4136-9616)

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2020

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Jorge Cuba y Amalia Condori por brindarme su infinito apoyo, amor incondicional por ser mis mayores ejemplos, por sus consejos e inculcarme valores, los que me han permitido tomar buenas decisiones.

A mi hermano Jorge Luis Cuba por darme su apoyo en todo este tiempo, motivarme para seguir adelante y siempre estar a mi lado.

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expreso mi agradecimiento a Dios por brindarme la fortaleza de seguir de pie antes los obstáculos que he presentado y así lograr mis sueños que me he propuesto.

Asimismo, agradezco a mis papás Jorge Cuba y Amalia Condori, a mi hermano Jorge Luis por el apoyo en cada momento y motivarme a salir adelante.

Agradezco a mis asesores Mg. Carlos Minaya Rosario y Dr. Felimón Córdova Salcedo, por la paciencia, brindarme su apoyo y ayudarme a culminar mis estudios.

Agradezco a todas las personas que estuvieron a mi lado, apoyándome y animándome a seguir adelante.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variables y Operacionalización.....	16
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	18
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Métodos de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN.....	56
VI. CONCLUSIONES.....	62
VII. RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS	
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Recolección de datos en el día 7.....	24
Tabla 2. Tabulación e interpolación de datos en el día 7.....	24
Tabla 3. Resultado de las resistencias en el día 7.....	24
Tabla 4. Recolección de datos en el día 14.....	26
Tabla 5. Tabulación e interpolación de datos en el día 14.....	26
Tabla 6. Resultado de las resistencias en el día 14.....	26
Tabla 7. Recolección de datos en el día 28.....	28
Tabla 8. Tabulación e interpolación de datos en el día 28.....	28
Tabla 9. Resultado de las resistencias en el día 28.....	29
Tabla 10. Recolección de datos en el día 28.....	31
Tabla 11. Tabulación e interpolación de datos en el día 28.....	32
Tabla 12. Resultado de las resistencias en el día 28.....	32
Tabla 13. Diseño de mezcla patrón.....	34
Tabla 14. Diseño de mezcla con 2.5% hule reciclado.....	35
Tabla 15. Diseño de mezcla con 4.5% hule reciclado.....	35
Tabla 16. Diseño de mezcla con 6% hule reciclado.....	35
Tabla 17. APU del concreto patrón de hule reciclado de neumático.....	36
Tabla 18. APU del concreto con 2.5% hule reciclado (MH-2.5%).....	36
Tabla 19. APU del concreto con 4.8% microsílíce (ceniza volante).....	37
Tabla 20. Recolección de datos en el día 7.....	38
Tabla 21. Tabulación e interpolación de datos en el día 7.....	38
Tabla 22. Resultado de las resistencias en el día 7.....	39
Tabla 23. Recolección de datos en el día 14.....	40

Tabla 24. Tabulación e interpolación de datos en el día 14.....	41
Tabla 25. Resultado de las resistencias en el día 14.....	41
Tabla 26. Recolección de datos en el día 28.....	42
Tabla 27. Tabulación e interpolación de datos en el día 28.....	43
Tabla 28. Resultado de las resistencias en el día 28.....	43
Tabla 29. Recolección de datos en el día 28.....	46
Tabla 30. Tabulación e interpolación de datos en el día 28.....	46
Tabla 31. Resultado de las resistencias en el día 28.....	46
Tabla 32. Diseño de mezcla patrón microsílíce.....	48
Tabla 33. Diseño de mezcla patrón microsílíce (ceniza volante).....	48
Tabla 34. Diseño de mezcla con 4.8% polvo de microsílíce.....	49
Tabla 35. Diseño de mezcla con 6% polvo de microsílíce.....	49
Tabla 36. Diseño de mezcla con 7% polvo de microsílíce.....	49
Tabla 37. Diseño de mezcla con 4.8%.....	50
Tabla 38. Diseño de mezcla con 6%.....	50
Tabla 39. Diseño de mezcla con 7%.....	50
Tabla 40. APU del concreto patrón de polvo de microsílíce.....	51
Tabla 41. APU del concreto con 7% microsílíce (MPM-7%).....	51
Tabla 42. APU del concreto con 2.5% hule reciclado (MH-2.5%).....	52
Tabla 43. APU del concreto patrón de polvo de microsílíce (ceniza volante).....	53
Tabla 44. APU del concreto con 4.8% microsílíce (ceniza volante).....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de porcentajes que se realizará en el proyecto.....	18
Figura 2. Ubicación de zona de estudio.....	22
Figura 3. Comparación de las resistencias con respecto al día 7.....	25
Figura 4. Curva de comparación de las resistencias al día 7.....	25
Figura 5. Comparación de las resistencias con respecto al día 14.....	27
Figura 6. Curva de comparación de las resistencias al día 14.....	27
Figura 7. Comparación de las resistencias con respecto al día 28.....	29
Figura 8. Curva de comparación de las resistencias al día 28.....	29
Figura 9. Resistencias a los 7; 14 y 28 días.....	30
Figura 10. Comparación de las resistencias con respecto al día 28.....	32
Figura 11. Curva de comparación de las resistencias al día 28.....	33
Figura 12. Comparación de las resistencias con respecto al día 7.....	39
Figura 13. Curva de comparación de las resistencias al día 7.....	40
Figura 14. Comparación de las resistencias con respecto al día 14.....	41
Figura 15. Curva de comparación de las resistencias al día 14.....	42
Figura 16. Comparación de las resistencias con respecto al día 28.....	43
Figura 17. Curva de comparación de las resistencias al día 28.....	44
Figura 18. Resistencias a los 7; 14 y 28 días.....	44
Figura 19. Comparación de las resistencias con respecto al día 28.....	47
Figura 20. Curva de comparación de las resistencias al día 14.....	48

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal, determinar de qué manera influye la adición del hule reciclado de neumático y polvo de microsílíce en las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ; en los últimos años, el microsílíce brinda mejor resistencia y el hule reciclado ayuda a disminuir la contaminación.

Esta investigación se desarrolló con el fin que se cumpla un buen desempeño en las propiedades del concreto añadiéndole microsílíce y hule reciclado, los resultados fueron obtenidos mediante análisis documental y se consideró como referencia tres tesis.

Dichas investigaciones emplearon metodología experimental desarrollando ensayos de compresión y flexión. Esta investigación empleo 2.5%, 4.5% y 6% de hule, a compresión el patrón obtuvo  $292.5 \text{ kg/cm}^2$ , la dosificación óptima 2.5% obtuvo  $297.58 \text{ kg/cm}^2$ ; para flexión el patrón obtuvo  $41.65 \text{ kg/cm}^2$  y con 2.5% obtuvo  $35.92 \text{ kg/cm}^2$  y el microsílíce se empleó en 4.8%, 6% y 7%, para compresión el patrón obtuvo  $307.28 \text{ kg/cm}^2$ , la dosificación óptima 7% obtuvo  $372.69 \text{ kg/cm}^2$ ; para flexión el patrón obtuvo  $38.34 \text{ kg/cm}^2$  y la dosificación óptima fue 4.8% obtuvo  $40.81 \text{ kg/cm}^2$ .

Finalmente, se observó que es factible el uso de microsílíce y hule reciclado a compresión, en flexión solo es factible el microsílíce (ceniza volante), porque con el hule generó una disminución en la resistencia; hubo un incremento en el costo y se sugirió más estudios con otras proporciones.

**Palabras clave:** concreto, hule reciclado, microsílíce.



## ABSTRACT

The main objective of this research was to determine how the addition of recycled rubber and microsilica dust influences the properties of concrete  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; in recent years, micro-silica provides better resistance and recycled rubber helps reduce contamination.

This research was developed in order to achieve a good performance in the properties of concrete by adding microsilica and recycled rubber, the results were obtained through documentary analysis and three theses were considered as reference.

These investigations used experimental methodology developing compression and flexion tests. This research used 2.5%, 4.5% and 6% rubber, for compression the standard obtained  $292.5 \text{ kg/cm}^2$ , the optimal dosage 2.5% obtained  $297.58 \text{ kg/cm}^2$ ; for flexion the standard obtained  $41.65 \text{ kg/cm}^2$  and with 2.5% it obtained  $35.92 \text{ kg/cm}^2$  and microsilica was used in 4.8%, 6% and 7%, for compression the standard obtained  $307.28 \text{ kg/cm}^2$ , the optimal dosage 7% obtained  $372.69 \text{ kg/cm}^2$ ; for flexion, the standard obtained  $38.34 \text{ kg/cm}^2$  and the optimal dosage was 4.8%, it obtained  $40.81 \text{ kg/cm}^2$ .

Finally, it was observed that the use of microsilica and recycled compression rubber is feasible, in flexion only microsilica (fly ash) is feasible, because with the rubber it generated a decrease in resistance; there was an increase in cost and more studies with other proportions were suggested.

**Keywords:** concrete, recycled rubber, microsilica.

## I. INTRODUCCIÓN

Anteriormente se ha visto que cada vez se realiza más construcciones, pero este mismo aumento genera impacto ambiental en nuestro planeta, por lo que se buscó con el avance de la tecnología nuevos estudios al concreto. Por esa circunstancia hubo presentaciones sobre el concreto y cemento que se busca la manera que las construcciones tengan menor impacto sobre el cambio climático.

“El hormigón tendrá un papel fundamental en construir las ciudades del futuro. Acciones ya tomadas en la industria han hecho que las emisiones de CO<sub>2</sub> hayan bajado un 18% por tonelada de cemento desde 1990 y a través de innovaciones estamos buscando mitigar aún más el impacto”. [1]

A nivel internacional han estudiado al concreto agregando aditivos, fibras o sustancias orgánicas generando que el concreto presente mayor durabilidad, resistencia y se reduzca la cantidad de cemento. Por esa razón países como México, Colombia y EE. UU han visto cómo solucionar que el concreto obtenga mayor soporte ante las cargas utilizando aditivos como microsilíce, ceniza volante y fibras obteniendo un mayor soporte a las resistencias de compresión y flexión comparado con el concreto convencional.

En estos últimos años, el crecimiento demográfico ha generado un crecimiento del sector constructivo tanto formales e informales. Debido a las construcciones informales en el 2017, un estudio que ha sido realizado por una institución peruana informó que el 70% de las viviendas de Lima son informales y vulnerables ante un terremoto. Cada año en Lima se construyen 50 mil viviendas informales y 21 mil viviendas son formales. Esto ha generado un grave problema cuando sucede un terremoto provocando el colapso de aquellas construcciones informales. En comparación con Colombia al año construyen 70 000 viviendas formales.<sup>2</sup>

Ante ese hecho a nivel nacional, nuestro país se ha vuelto vulnerable. Por esa circunstancia, nuestro país para no quedarse atrás, investigadores de los departamentos de Tacna, Huancayo y Cajamarca han realizado estudios al concreto para mejorar su durabilidad, para realizar eso han hechos estudios agregando al concreto microsilíce, superplastificante y fibras donde se generó un

aporte a las propiedades del concreto en cuanto a su durabilidad, resistencias como compresión, flexión y también redujo la cantidad de cemento al utilizar microsílíce. También como una manera de reciclar utilizaron hule reciclado de neumáticos en el concreto donde aportó mayor resistencia a tracción.

EL distrito de Chorrillos, es parte de los distritos más vulnerables ante un sismo por las construcciones informales, donde se observó ciertas viviendas con deterioros en su estructura, dado que ciertas zonas del distrito de Chorrillos presentaron un mayor daño en las estructuras, por esa circunstancia esta investigación realizó estudios.

La presente investigación permitió dar alternativas para beneficiar las singularidades del concreto empleando polvo de microsílíce, este aditivo no se ha usado frecuentemente ya que es un costo adicional, pero ha beneficiado para proporcionar un mejor desempeño, resistencia y el otro material que se agregó en el concreto es el hule reciclado de neumático, se escogió este material por el motivo de una manera reciclar los neumáticos como también de buscar que pese menos el concreto en el distrito de Chorrillos. Con esta investigación se otorgó la oportunidad de mejorar las características físicas del concreto, que cumpla con la resistencia adecuada, para así combatir con la mala calidad del concreto en las construcciones informales en el Distrito de Chorrillos.

Esta investigación planteará la interrogante del problema general: ¿De qué manera influye la adición del hule reciclado de neumático y polvo de microsílíce en las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019?

Los problemas específicos de esta investigación son:

- ✓ ¿Cómo influye la dosificación del polvo de microsílíce en las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019?
- ✓ ¿Cómo contribuye el polvo de microsílíce en el costo de las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019?
- ✓ ¿Cómo influye la dosificación del hule reciclado de neumático en las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019?

- ✓ ¿Cómo contribuye la dosificación óptima del hule reciclado de neumático en el costo de las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019?

La investigación se argumentó en los siguientes aspectos como social, económico metodológico, ambiental y teórico. Porque buscó la manera de beneficiar las propiedades que se requiere en el concreto utilizando polvo de microsílíce y hule reciclado de neumático. Se utiliza estos dos elementos con el fin que se mejore la calidad, resistencia. El propósito fue que el concreto cumplió con las normas requeridas, para así solucionar los problemas en la construcción. También se ha demostrado El propósito fue que el concreto cumplió con las normas requeridas, para así solucionar los problemas en la construcción. Y, por último, como ambiental se reutilizó los neumáticos que ya cumplieron con su vida útil de servicio. Debido a esa razón, se generó un menor impacto en nuestro ambiente.

Se planteó como hipótesis general de esta investigación: La adición del hule reciclado de neumático y polvo de microsílíce influye positivamente en las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019.

Las hipótesis específicas de esta investigación son:

- ✓ La dosificación del polvo microsílíce influye positivamente en las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019.
- ✓ La dosificación óptima del polvo de microsílíce contribuye de manera moderada en el costo de las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019.
- ✓ La dosificación del hule reciclado de neumático influye moderadamente en las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019.
- ✓ La dosificación óptima del hule reciclado de neumático contribuye de manera moderada en el costo de las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019.

Se formula el siguiente objetivo general que es: Determinar de qué manera influye la adición del hule reciclado de neumático y polvo de microsílíce en las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019.

Los objetivos específicos de esta investigación son:

- ✓ Analizar cómo influye la dosificación del polvo de microsilíce en las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019.
- ✓ Evaluar cómo contribuye la dosificación óptima del polvo de microsilíce en el costo de las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019.
- ✓ Analizar cómo influye la dosificación del hule reciclado de neumático en las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019.
- ✓ Evaluar cómo contribuye la dosificación óptima del hule reciclado de neumático en el costo de las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019.

## II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes nacionales de esta investigación son:

Patiño y Venegas (2017), realizó un proyecto investigación titulado *“Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un concreto elaborado con ceniza volante en porcentajes de 10%, 20% y 30% en sustitución parcial del cemento”*, de la Universidad Andina del Cusco. Tuvo como finalidad evaluar el efecto en las propiedades físico-mecánicas que causa la ceniza volante como sustituto del cemento en dosificaciones de 10%, 20% y 30% con agregados provenientes de las regiones de Moquegua y Cusco. Fue de tipo cuantitativa-descriptiva, la población fue concreto  $f'c: 210\text{kg/cm}^2$  reemplazado por ceniza volante el cemento en porcentajes distintos, muestra tuvo 132 probetas de concreto realizadas en laboratorio, muestreo no probabilístico; evaluó su resistencia a compresión y flexión. Los resultados fueron el que más resistió a compresión fue el concreto patrón que obtuvo 273.42% y le siguió el 10% que obtuvo 252.43kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto, a flexión el que más resistió de nuevo fue el patrón que obtuvo 46.2%, de ahí le siguió el 10% que obtuvo 38.61kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que a medida que se aumentó las dosificaciones de ceniza volante generó una menor resistencia.<sup>3</sup>

Achahuanco y Gutiérrez (2019), presentó su proyecto de investigación titulado *“Optimización de concretos estructurales  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , sobre*

*sus propiedades mecánicas con adición de microsílíce en la Ciudad del Cusco, 2017*”, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Como finalidad tuvo determinar la cantidad adecuada de microsílíce en reemplazo de cemento para la obtención de concretos estructurales  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . Fue de tipo cuantitativo, la población fue agregados pétreos, cemento y microsílíce, muestreo no probabilístico; evaluó su resistencia a compresión. Se obtuvo como resultado que al agregar 7% de microsílíce resistió al día 28 fue de  $317.03\text{kg/cm}^2$ , al agregar 10% resistió  $321.10\text{kg/cm}^2$  y al 15% de microsílíce resistió  $339.49\text{kg/cm}^2$ . Su proyecto concluye que la cantidad óptima necesaria de microsílíce es del 7% en peso de la cantidad del cemento.<sup>4</sup>

Guzmán y Guzmán (2015), presento un proyecto de investigación titulado *“Sustitución de los áridos por fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de concreto estructural en Chimbote-2015”*, de la Universidad Nacional del Santa. Como objetivo tuvo estudiar el reemplazo parcialmente de los agregados por fibras del reciclado de neumático en las conductas física y mecánica del concreto. Fue de tipo descriptivo-experimental, la población fue llantas que culminaron con su vida útil del parque automotor de la zona de estudio y agregados de la cantera, de muestra llantas en desuso de vehículos de las vulcanizadoras de la zona de estudio, muestreo no probabilístico; evaluó su soporte a cargas axiales. Como resultado en la resistencia a compresión el que resistió más fue la mezcla patrón que obtuvo  $284.9\text{ kg/cm}^2$ , el caucho a un 5% (reemplazando en los agregados finos) obtuvo  $265.4\text{ kg/cm}^2$ . En cargas axial a tracción el caucho a un 5% (reemplazando en los agregados finos) resistió  $31.3\text{ kg/cm}^2$ . El patrón resistió un  $29.5\text{ kg/cm}^2$ . Como conclusión el reemplazo de los agregados en un C5%- FCR-G y C5%- FCR-F, benefició unas peculiaridades del concreto. En cuanto el C25% y C15%- FCR redujo las peculiaridades del concreto lo que genera que no sea aceptable.<sup>5</sup>

Farfán y Leonardo (2018), presentó un artículo titulado *“Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante”*, de la Universidad César Vallejo. Obtuvo como propósito evaluar el soporte de las cargas axiales para un hormigón de  $210\text{ kg/cm}^2$  con caucho reciclado y plastificante. Fue de carácter experimental, como población fue vigas y

probetas de hormigón, de muestra fueron probetas de 150mm de diámetro x 300mm de alto y vigas de 150mm x 150mm x 500mm para 5 diseños de mezcla, muestreo no probabilístico; evaluó el soporte a carga axial en compresión y flexión. Obtuvo como resultado un porcentaje óptimo que fue 5% de caucho reciclado a resistencia a compresión fue de 218.452 Kg/cm<sup>2</sup> y para su módulo de ruptura fue el porcentaje 10% de caucho obteniendo 81.861 kg/cm<sup>2</sup>. Como conclusión, es factible haber utilizado caucho reciclado en combinación con aditivo plastificante, de ese modo recuperar su resistencia mecánica hasta un 10%.<sup>6</sup>

Los antecedentes internacionales de esta investigación son:

Torres (2014), presentó su proyecto de investigación titulado “*Valorización de propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho*”, de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Tuvo como objetivo la valorización de algunas propiedades de durabilidad y mecánicas de concretos con sustitución parcial de agregado fino, por sobrante de llantas. Fue de tipo experimental, la población fue probetas y vigas de concreto, de muestra según los diseños de mezcla, muestreo no probabilístico; evaluó su soporte a carga axial y módulo de ruptura. Como resultado tuvo como soporte a compresión al día 28 el hormigón patrón obtuvo 20.4Mpa y el que mayor carga resistió de los otros porcentajes fue la mezcla 20% hule obtuvo 16.5Mpa. Para el módulo de ruptura patrón obtuvo 3.32Mpa, el que mayor carga resistió de los otros porcentajes fue la mezcla 20% hule que obtuvo 3.2Mpa. Concluyó que la agregación de fibras del hule reutilizado de neumáticos dentro del concreto causa una disminución en la trabajabilidad y a medida que aumenta su adición en el concreto produce una disminución en las resistencias.<sup>7</sup>

Alfayez (2018), carried out a research Project entitled “*Eco-Efficient Preplaced Recycled Aggregate Concrete Incorporating Recycled Tire Waste Rubber Granules and Steel Wire Fibre Reinforcement*”, The University Western Ontario. The objective of this thesis is to develop concrete of eco-efficient preplaced recycled aggregate concrete incorporating steel wire fibre and recycled tire waste rubber granules with a precise focus on sidewalk construction and sustainable pavement. This research was type experimental, the population was the concrete samples according to mix design, sample specimens and concrete beams, non-probability sampling;

evaluated its compressive strength. As a result, the compression reduced its resistance, had a decrease in a percentage range of 9 and 28 depending on the substitution content of 10%, 15% and 20%. The incorporation of waste from steel cables of 0.5%, 1% and 1.5% decreased due to the fact that it generated greater porosity. He concluded that adding rubber fractions representatively decreased the mechanical peculiarities of concrete. And the fixation of the steel wire improved the tensile and flexural behavior of its modulus of elasticity due to its incorporation of rubber that increased the toughness of the concrete. Esta investigación utilizó porcentajes mayores entre 10% y 20% de caucho tuvo una resistencia menor al concreto patrón generando mayor porosidad, paso lo mismo con cables de acero no cumplió con la resistencia requerida a pesar que utilizó porcentajes mínimos.<sup>8</sup>

Gideon (2012), carried out a research Project entitled "*Properties of concrete with tire derived aggregate and crum rubber as a lightweight substitute for mineral aggregates in the concrete mix*", the University of Texas at Arlington. It aimed to evaluate the characteristics of concrete with derived aggregate and recycled rubber as a substitute for fine aggregates in concrete. It was of an experimental type, the population was the concrete specimens, sample specimens according to mix designs, non-probability sampling; evaluated its compressive strength. As a result, TDA amounts in a category of as a percentage between 7.5 to 10 with a limit size of 2" (50.8 mm) has used it as a substitute for coarse aggregates in concrete resisting compression of up to 4000 psi. In conclusion, there was a moderate increase in workability of concrete in that the rubber attachment was crushed to the concrete mix increased the stress at failure by approximately 33% with negligible loss of compressive strength. En esta tesis considero el hule como sustituto parcial en agregados gruesos, como resultado obtuvo que mejoró moderadamente su trabajabilidad pero que a mayor dosis menor era su soporte a carga axial. A medición que aumentó en cantidad de TDA, el soporte a carga axial disminuyó a un 7.5% del TDA sustitución en agregados gruesos.<sup>9</sup>

Ajibola (2016), carried out a research Project entitled "*High performance recycled aggregate concrete incorporating micro silica and synthetic macro fibre*", the University of Birmingham. Its objective was to determine the properties in the fresh and hardened phase of the concrete, dosages of the amount recycled rubber have



been incorporated in coarse aggregate. This investigation was experimental, the population was concrete samples, sample designs for microsilica mix of 5%, 10%, 15% and 20%, non-probability sampling; evaluated its support for flexion, diametric compression and elasticity support. As a result, an incorporation of a higher fraction of microsilica, significantly improved the mechanical properties of recycled aggregate concrete up to 15% addition. In conclusion, it had that the impact of having incorporated fiber in the concrete mixes was significant in the support to bending, traction and static elasticity respectively. En esta tesis utilizó fibra sintética y microsílíce donde estos elementos obtuvieron un resultado positivo en el concreto porque mejoro las propiedades mecánicas del concreto dando un aumento hasta de un 15%.<sup>10</sup>

Pérez y Arrieta (2017), realizó un proyecto de investigación titulado *“Estudio para caracterizar una mezcla de concreto con caucho reciclado en un 5% en peso comparado con una mezcla de concreto tradicional de 3500 psi”*, de la Universidad Católica de Colombia. Presentó como objetivo examinar los datos que se obtiene de los ensayos y finalizar con dosificación de hule generando que mejore las peculiaridades del concreto a través de método brasilero. Esta investigación fue de tipo experimental, la población fue las probetas de concreto, de muestra probetas de 10 x 20 centímetros según 3 diseños de mezcla, muestreo no probabilístico; evaluó el soporte a cargas axiales. Sus resultados fue que la proporción que tuvo mayor resistencia a carga axial fue de C30%/70% que adquirió el que sustituyo del agregado fino por caucho, obteniendo como producto de 2244 psi, lo que es un 39% menos comparado con el patrón al día 28. Tuvo como conclusión, que a soporte de cargas axiales hubo minoración considerable con respecto al hormigón patrón. En resistencia a tracción indirecto también se vio afectada, pero a los 28 días fue recuperando su resistencia.<sup>11</sup>

Eraso y Ramos (2015), presentó su proyecto de investigación titulado *“Estudio del comportamiento mecánico del concreto, sustituyendo parcialmente el agregado fino por caucho molido recubierto con polvo calcáreo”*, de la Pontificia Universidad Javeriana. Obtuvo como propósito examinar la peculiaridad mecánica del concreto, reemplazando a medida poco a poco el compuesto fino por hule triturado revestido con polvo calcáreo. Esta investigación fue de tipo experimental, la población fue las

probetas de concreto, de muestra fueron las probetas de 4" x 8", muestreo no probabilístico; evaluó su soporte a cargas axiales. Obtuvo como producto que a compresión el que más soportó fue la mezcla patrón (R) de 20.38 MPa, el caucho a un 5% tratado con polvo calcáreo (C5) obtuvo 19.44 MPa y el caucho a un 5% que sustituyó a los agregados finos (A5) fue de 18.95 MPa. Para resistencia a tracción el mayor fue (R) de 1.77 MPa, el (C5) fue de 1.71 MPa y el (A5) obtuvo 1.66 MPa. Concluyó en que a mayor dosis de caucho menor era su resistencia comparado con el concreto patrón.<sup>12</sup>

Malagavelli, Singh and Rao (2016), carried out a research Project entitled *“Thermal Conductivity and Impact Resistance of Concrete Using Partial Replacement of Coarse Aggregate with Rubber”*, the Institute of Technology and Science. Its objective was to evaluate the rectifications it had in the peculiarities of the concrete after the addition of rubber aggregate. This investigation was experimental, the population was concrete cubes, sample were 100mm concrete cubes according to the mix design, non-probability sampling; evaluated its compressive strength and thermal conductivity. As a product, it obtained a decrease in compression of 47.77% and 17.915% for 20% and 10% of the rubber used, and in terms of thermal conductivity, the concrete with rubber is 43% less than normal. In conclusion, the use of rubber particles in the concrete obtained a low impact before the axial load support, but also served as a thermal insulator. En esta investigación realizó una comparación donde dio que al agregar caucho en cuanto a resistencia de compresión redujo como máximo en 47.76% al utilizar 20% de hule, por eso recomendó utilizar menos cantidad de hule<sup>13</sup>

Ghafoori, Batilov and Najimi (2016), carried out a research Project entitled *“Sulfate resistance of nanosilica and microsilica contained mortars”*, the ACI Materials Journal. It aimed to evaluate the comparison of chemical attack of sulfate in mortars with different levels of nanosilica and microsilica replacements. This investigation was experimental, the population was concrete cubes, 50 mm concrete cubes were the sample according to the mix design, non-probability sampling; evaluated the chemical attack of sulfate. As a result, when micro-silica and nanosilica were added to concrete at low levels it is very beneficial for concrete. In conclusion, when microsilica was added to the concrete, it generated greater

durability compared to nanosilica. En esta investigación realiza comparación de concreto patrón y concreto con nanosílice y microsílice, dio como resultado una mayor resistencia a compresión como también en la durabilidad comparado con el concreto convencional.<sup>14</sup>

## **CONCRETO**

Anteriormente se empleaba el concreto con cemento y agregados. Sin embargo, en los últimos 30 años, han generado que sufran de agrietamientos. Como solución se refuerza con acero, para reducir la corrosión.<sup>15</sup> La corrosión se dio debido a la inserción de cloruro causando complicaciones en la durabilidad del concreto.<sup>16</sup> Obteniendo ventajas a cargas axiales, tiene buen soporte al fuego que al acero. Durabilidad con bajo costo de mantenimiento si fue bien diseñado y se puede moldear para tomar la forma requerida haciéndolo ampliamente utilizado en los elementos estructurales prefabricados.<sup>17</sup>

Anteriormente solo se reforzaba el concreto con acero para reducir la corrosión. Por esa circunstancia, se ha buscado que el concreto sea más durable, con el avance de la tecnología se ha podido crear diferentes agregados que mejoren sus características y cumplir con su vida útil.

Las peculiaridades en fase fresco son:

**Plasticidad:** Ha permitido el deforme de la masa del concreto sin perder la calidad.

**Homogeneidad y uniformidad:** La homogeneidad se da cuando los elementos del concreto se distribuyen. Para uniformidad ha dependido de la buena mezcla.

**Manejabilidad:** Define el compactado adecuado del concreto y evitar fallas de segregación o exudación. Se relacionó con la plasticidad, por lo que se moldea.<sup>18</sup>

**Estabilidad:** Fue el flujo o desplazamiento, sin haber medido la aplicación de fuerzas. Esta característica se calculó por medio de la segregación y exudación; el cual no dependen de la excedencia de agua en la mezcla.<sup>19</sup>

Las peculiaridades en fase endurecido son:

**Durabilidad:** Esta propiedad permitió mantenerse en la forma original, conservando sus propiedades de servicio y calidad con el pasar de los años

teniendo en cuenta las condiciones climáticas, ataques químicos u otro proceso que han generado su deterioro.<sup>20</sup>

**Permeabilidad:** Se ha debido a la filtración del agua en un determinado tiempo. El concreto posee gran variedad de poros, donde los agregados han sufrido cambios con el pasado de los años.<sup>21</sup>

**Consistencia:** Se ha tratado sobre la conducta de los variados porcentajes de humedad. Por ejemplo, si la mezcla ha tenido elevada fluidez su consistencia es aguada, si ha sido de fluidez media es de plástica consistencia y si ha sido baja fluidez es de seca consistencia.<sup>22</sup>

**Resistencia:** Esta propiedad permitió conocer la capacidad que se ha soportado ante cargas y esfuerzos, posee comportamientos en compresión, flexión y tracción.

### **Componentes del concreto**

**Cemento:** Este componente se ha formado de arcillas carbonizadas y aleación de caliza que pasaron por un proceso para ser molidos y convertirse en conglomerante. En cuanto el cemento Portland, ha resistido a los ataques químicos como sulfatos y ácidos.<sup>23</sup>

**Agua:** Este elemento ha generado la unión con los otros elementos para la realización del concreto, que formen una pasta.

**Agregado fino:** Ha sido la disgregación de las rocas de forma natural. Ha consistido de arena ya sea natural o manufacturada, que tienen que estar libre de polvos para que no pierda sus propiedades.

**Agregado grueso:** Este elemento ha provenido de la atomización innata o artificial de la roca. Estas porciones han tenido que estar limpias en la elaboración del concreto y no perder sus propiedades.

**Aditivos:** Fue un material diferente a los elementos del concreto, se emplea agregando antes, durante o después del mezclado.<sup>24</sup>

Las proporciones típicas fueron: el volumen del cemento es 7% al 15%, agregados 60% al 75%, agua 15% al 22% y el aire 1% al 3%.<sup>25</sup>

## **MICROSÍLICE**

El microsíllice ha sido un subproducto de las industrias de fundición de silicio y ferrosilicio. Por lo cual, fue un relleno con partículas muy finas, reduciendo la porosidad del concreto.<sup>26</sup> El microsíllice cuando ha estado en contacto con el agua y cemento ocasionó una reacción puzolánica. Produjo la formación de un gel que se distribuyó por toda la estructura, que otorgó mayor resistencia del concreto.<sup>27</sup> El microsíllice forma parte de las adiciones minerales, estas adiciones lo han aplicado como sustituto de cemento. Hay dos tipos: naturales (puzolanas naturales) o artificiales (ceniza volante, escoria de alto horno, metacaolín, microsíllice).<sup>28</sup>

**Producción:** Se produjo de un cuarzo que fue sometido a una reducción a alta temperatura en hornos eléctricos y obteniendo el silicio. El cual se calentó a 2000C junto con carbón o madera. Cuando el cuarzo fue reducido, generó humos que paso por el proceso de condensación obteniendo microesferas de sílice amorfa. Se condensó en esferas diámetro promedio de 0.1um.<sup>29</sup>

**Aplicación:** Se ha utilizado para reemplazar el cemento con el fin de aumentar la fortaleza en el concreto y se redujo las dosis de cemento. Anteriormente su aplicación a este aditivo ha aumentado a nivel global en las construcciones.<sup>30</sup> Las aplicaciones principales del microsíllice fueron: Concretos de altas resistencias, densidad, resistencia química, plataformas para puentes, estructuras para estacionamiento y ambientes marinos.<sup>31</sup>

Las propiedades físicas del microsíllice han sido: Su color ha cambiado debido a que al incoloro elemento de SiO<sub>2</sub> esto se debió cuando se añadió al cemento con agua provocando lechada de negro; su peso unitario no densificado, fue entre rango de los 130 a 430 kg/m<sup>3</sup>, es aceptado si ha estado en el promedio de 300 kg/m<sup>3</sup>; depende de la marca su valor de densidad, si en caso contiene mayor carbono su densidad fue más baja, la densidad del microsíllice pudo ser de 2.2 g/cm<sup>3</sup>.<sup>32</sup>

Las propiedades químicas del microsíllice han sido: El microsíllice presentó límites de cloruro soluble de 0.1- 0.3 en masa. Para que sea un cloruro soluble en ácido debió ser el 0.20% en masa en la microsíllice; al pasar por difracción de rayos X el microsíllice se demostró que es amorfa; el contenido de humedad máximo que debe

presentar la microsílíce fue 3%; la pérdida por calcinación máximo que debió presentar fue del 6%.<sup>33</sup>

Cuando el concreto está en el estado fresco, el microsílíce debe presentar ciertas propiedades que han sido: trabajabilidad, cohesividad, consistencia y fraguado.

**Efectos del microsílíce en fase endurecido:** A soporte a carga axial, se obtiene un incremento a esas cargas. En cuanto a resistencia en flexión y tracción, el microsílíce en la resistencia a compresión fue proporcional a las resistencias de tensión y flexión.<sup>34</sup> Como efecto si hubo una disminución de trabajabilidad se recomendó compensar con mínima dosis de superplastificante.<sup>35</sup> Cuando se comparó el concreto convencional y concretos con microsílíce. Dio como resultado que con microsílíce fue más resistente, esto se debió a que sus partículas generaron menos porosidad.<sup>36</sup>, hubo efecto cuando se agregó microsílíce disminuyó el coeficiente de difusión efectivo generando disminución del acceso de agentes nocivos.<sup>37</sup>

## **HULE RECICLADO NEUMÁTICO**

El hule para neumáticos consistió en una mezcla de elastómeros, polisopreno, polibutadieno, ácido esteárico, óxido de zinc, aceite extensor entre otros.<sup>38</sup> La ANIP entre los años 2007 y 2009, alrededor de 200 millones de neumáticos se reciclaron en Brasil. Alrededor del 80% se utilizó como combustible alternativo para hormigón convencional.<sup>39</sup> El reciclaje ha generado el aumento de vida del neumático en un 40% y ahorra un 80% de la energía y materia prima para la producción.<sup>40</sup> El hule también se ha utilizado en pavimentos rígidos dando resultados positivos en cuanto al rendimiento de fatiga siendo reemplazo parcial del agregado fino.<sup>41</sup>

Sus propiedades físicas han sido: Cuando se sometió a temperaturas altas se volvió rígido; cuando se calentó a 100°C sufrió alteraciones por lo mismo que se ablandó; su densidad varió si está a 0°C es de 0.950, en cambio si fue 20°C dio 0.934.<sup>42</sup>

En cuanto a sus propiedades químicas han sido: En su solubilidad se tuvo que emplear químicos como oxidante para la disociación el cual no es muy elevada. Los disolventes más usados son nafta y benceno. El hule se hincho poco a poco hasta que fue de consistencia de gel; cuando se elevó en un 260°C su temperatura, sus enlaces se separaron obteniendo formación de anillos.<sup>43</sup>

## **MÉTODO DE RESTAURACIÓN PARA SU RECICLAJE**

Los métodos mediante aplicación de calor fueron: **Termólisis:** Se dio la reacción donde los residuos fueron sometidos a temperaturas elevadas. Por este proceso se destruyó sus enlaces químicos; **Pirolisis:** Se dio la descomposición química de materias excepto los metales y vidrios. Los productos de este proceso fueron GAS que fue similar al propano que fue de uso industrial. **Incineración:** Es donde se produjo combustión de manera completa hasta obtener ceniza llevada a cabo en hornos mediante oxidación química por el exceso de oxígeno. Generando calor que se pudo utilizar como energía.<sup>44</sup>

En cuanto, los métodos físicos son: **Trituración criogénica:** Esta trituración consistió en que las llantas son sometidas a congelación por medio del nitrógeno líquido, hasta ser polvo. **Trituración mecánica:** Para este proceso mecánico, donde no hay agentes químicos. Se pasó por una progresión de triturados donde se consiguió que se redujo su volumen obteniendo de un tamaño muy pequeño.<sup>45</sup>

Los neumáticos han sido procesados mediante el calor para ser utilizados como energía, pero como desventaja provocó un daño al medio ambiente si es que no se incinera. En cuanto a métodos físicos son criogénica y mecánica

### **Aplicación de hule reciclado de neumático en el concreto**

Se recomendó usar hule reciclado con el aditivo plastificante para beneficiar las propiedades mecánicas hasta un 10%, que ha obtenido disminuir sus negativos efectos que generó el hule en el medio ambiente.<sup>46</sup> Ya se contó con el uso de hule como agregado a concreto en algunos países donde el reciclaje se ha implementado como una ley. Para esto debe pasar por un proceso de trituración, por medio de una máquina.<sup>47</sup>

La reducción de la resistencia de los hormigones de goma condujo a un prejuicio de este tipo de hormigón. Sin embargo, al haber utilizado menor peso unitario con mayor aislamiento tanto térmico y acústico, obtuvo mayor resistencia al impacto y dureza aumentadas son las ventajas. Pudo mejorarse aumentando interacciones electrostáticas y/o facilitación de enlaces químicos.<sup>48</sup> En el concreto fresco, el aumento del hule contribuyó a la reducción de la densidad y aumentó su consistencia como también un moderado porcentaje de aire.<sup>49</sup>

Los comportamientos que se han presentado en las propiedades mecánicas en los compuestos donde han sido reemplazado por el hule en las partículas de agregado fino y grueso. Eso se ha debido a que el hule ha actuado como poros dentro que la mezcla que se ha realizado, lo que generó que no se llegue a las resistencias mecánicas del concreto.<sup>50</sup> En cuanto a la resistencia de tracción se dio un mejor rendimiento por sus partículas de goma, sin embargo, su funcionamiento genero vacíos debido a la diferencia de rigidez en los componentes del concreto.<sup>51</sup>

Los neumáticos de goma usados en Singapur se enviaron a la incineración de plantas para desecho y quema. La tasa de reciclaje en el año 2008, 2 de 1 producción total de desechos de llantas de desecho fue de  $5.52 \times 10^7$  lb (25,100 toneladas),  $0.66 \times 10^7$  lb (3000 toneladas) fueron eliminados, mientras que  $4.86 \times 10^7$  lb (22,100 toneladas) fueron recicladas.<sup>52</sup> Lo de disipación de llantas es problema para agencias públicas y empresa administradora de desechos sólidos por lo mismo que es un problema ambiental.<sup>53</sup>

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

**Diseño de investigación:** La indagación experimental ha tratado cuando la variable independiente ha sido manipulada por el propio investigador y evidenciar la causa – efecto.<sup>54</sup>

El diseño cuasi-experimental sus variables no se escogió de forma azar, ya se han formado previamente, alcanzó validez al haber demostrado equivalencia en los grupos. De alcance correlacional y explicativo.<sup>55</sup> Es investigación correlacional por lo que se indagó el vínculo de las variables y analizó el comportamiento.<sup>56</sup>

Esta investigación fue diseño experimental, por lo mismo que han sido manipulable las variables independientes (Polvo de microsílíce y hule reciclado de neumático), para ver el efecto en la variable dependiente. Es cuasi-experimento por sus variables independientes no se escogieron al azar, participó más de 2 grupos y es correlacional porque se han relacionado.

**Tipo de investigación:** La investigación aplicada utilizó la experiencia que empleó el investigador mediante estudios en campo o teorías ya establecidas.<sup>57</sup>



Se trató de indagación aplicada porque se determinó por medio del conocimiento, tecnologías.<sup>58</sup>

Para seleccionar una teoría debió exponerse según los rasgos contextuales acorde a la previa situación del problema.<sup>59</sup>

Por ese motivo este proyecto ha sido aplicada por lo mismo que se hizo estudios del concreto a través de conocimientos previos

**Nivel de investigación:** El nivel explicativo buscó las causas de los eventos, porque ocurre un fenómeno y se enfocó porque se relaciona las variables.<sup>60</sup>

Este proyecto fue de nivel explicativo porque se relacionó las variables y se determinó si el polvo de microsilíce y hule reciclado de neumático provocaron un fenómeno en las peculiaridades del hormigón que se ha estudiado.

**Enfoque de investigación:** Se ha encargado de recoger los datos para analizar los grupos que se examinó también se ha estudiado su relación y siguió un proceso establecido.<sup>61</sup>

La metodología cuantitativa se ha tratado de inferencias de una muestra, de esa manera se evaluó su relación entre sus variables o aspectos.<sup>62</sup>

Este proyecto de investigación fue cuantitativo porque se analizó las variables y su relación.

### 3.2 Variables y Operacionalización

**Variables:** Fue la peculiaridad susceptible de observarse u medir. Las variables han representado a las diferentes cualidades, condiciones que los objetos que se ha requerido estudiar, estas variables han sido parte fundamental de la investigación, permitiendo conceptos teóricos.<sup>63</sup> En el estudio la investigación se utilizaron las variables:

**Variable dependiente:** Propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**Variable independiente:** Polvo de microsilíce

**Variable independiente:** Hule reciclado de neumático

#### Operacionalización de variables

Trató de un proceso metodológico donde se proporcionó la definición operacional y nominal también se descompuso sus variables en dimensiones e indicadores. La operacionalización de este proyecto se encuentra en **Anexo 3**.<sup>64</sup>

### 3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

La población se refiere a los sujetos que han sido reclutados para el estudio, en cuanto a la muestra se refirió a la cantidad representativa.<sup>65</sup>

#### ***Unidad de análisis***

Se les denominó también casos o elementos son sucesos de estudio, el cual depende del planteamiento de la investigación y de los alcances del estudio.<sup>66</sup> Con lo explicado anteriormente se pudo determinar la unidad de análisis que se empleó en este proyecto de investigación es el: **Propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$**

***Población:*** La población trata de un grupo o conjunto del cual se ha querido estudiar o conocer la situación en una dicha investigación.<sup>67</sup>

En este proyecto de investigación por medio de sus tres grupos que ha estudiado este proyecto, tuvo como fin de haber evaluado el efecto del hule reciclado y polvo de microsilíce en el concreto.

La población fue: **Todas las probetas en forma cilíndrica y vigas en forma prismática del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el laboratorio donde se ejecuta los ensayos.**

***Muestra:*** Trató sobre un subgrupo de una población en cual debió ser representativa para así recolectar datos.<sup>68</sup>

Hay dos tipos de muestras las cuales fueron: muestra probabilística, sus elementos han sido de selección aleatoria en cuando a la no probabilística, la elección de sus componentes es aleatorio si no ha dependido de las características de su variable dependiente.

Con lo indicado previamente se señala que la muestra de este proyecto será: **63 probetas cilíndricas y 14 vigas prismáticas de concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$**

***Muestreo:*** Esta investigación es de muestreo no probabilístico, porque su elección no ha sido aleatoria, si no ya hubo estudios ya establecidos que han realizado muestra a los días siete, catorce y veintiocho obteniendo el soporte promedio  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  del concreto

Muestreo: **No probabilístico**

Las probetas con adición de hule reciclado de neumático y polvo de microsilíce que se elaboraron fue los siguientes:

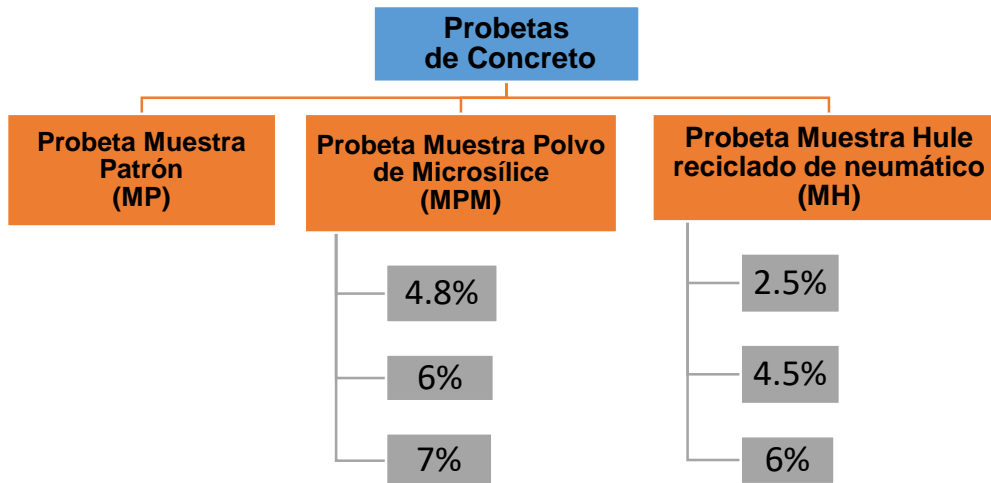


Figura 1. Esquema de porcentajes que se realizará en el proyecto.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

**Técnicas de recolección de datos:** Trató de un proceso que ha sido validado por la práctica dirigido a obtener y modificar la información para el empleo de recolección de datos a través del uso de instrumentos.<sup>69</sup>

**Análisis documental:** Esta técnica fue diferente a otras por lo mismo que necesita de otras fuentes principales, el cual se ha basado en describir y representar esas fuentes.<sup>70</sup>

Esta investigación utilizó la técnica de análisis documental, por lo mismo que se empleó fuentes secundarias y se representó para la recolección de datos, de esa forma se obtuvo los resultados correspondientes para los promedios de resistencia para un concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Instrumentos de recolección de datos:** Los mecanismos para acopiar valores fueron recursos, formatos o dispositivos en cual permiten registrar, obtener o almacenar información.<sup>71</sup>

Esta investigación al haber utilizado el sistema de estudio documental, se empleó para la recaudación de datos de teorías secundarias, el instrumento de ficha de registro de datos, el cual permitió realizar interpolación.

**Validez:** Una validación trató sobre el grado de confianza con el que se ha podido tener medición de un fenómeno que se generó en las variables.<sup>72</sup>

La validez racional trató de la revisión de teorías ya establecidas de la variable que se estudió, al haber revisado se procedió a sustentar el instrumento en modelos previos.<sup>73</sup>

Al haber utilizado fuentes secundarias, tuvo validez por lo mismo que se radico su capacidad que se empleo para la solucionar las cuestiones que se estudió, además al haber empleado esas fuentes se tuvo como ventaja de permitir el análisis en series temporales.<sup>74</sup>

Los formatos que se ha elaborado es a través de validez racional por lo mismo que estuvo realizando un análisis documental, que permitió utilizar fuentes secundarias, estas fuentes han realizado ensayos que han sido elaborados en laboratorios, el cual ha sido validado por un especialista que otorgó certificados y firmados.

**Confiabilidad:** Trató de la consistencia de resultados obtenidos de un instrumento el cual permitió predecir el rango de calificación. Para realizar el cálculo se ha empleado fórmulas como coeficiente alfa de Cronbach, dando coeficientes de confiabilidad que han estado de un rango de cero a uno.<sup>75</sup>

Este proyecto de investigación presentó confiabilidad porque utilizo fuentes secundarias que realizaron sus ensayos correspondientes a la NTP como guía y fueron realizados en un laboratorio confiable por lo mismo que cuentan con certificados y las maquinas que se empleo han estado vigentes y calibradas.

### **3.5 Procedimientos**

Esta investigación procedió a buscar fuentes secundarias permitiendo a la recolección de datos por lo mismo que la investigación utilizó como técnica, análisis documental, esta técnica nos permitió recolectar tesis con las mismas características que requirió esta investigación, las cuales han sido el mismo tipo de diseño de acuerdo a lo que esta indagación ha planteado, los mismos materiales de añadir al hormigón que fueron microsílíce y hule reciclado. Y que cumplieron con los mismos ensayos que se ha querido realizar en esta investigación.

Esta investigación al haber encontrado las fuentes secundarias los cuales permitió obtener un de diseño de acuerdo a lo que esta indagación ha planteado. Con este planteamiento optimo se comenzó a tabular los datos de resistencia a compresión y flexión de las fuentes secundarias correspondientes a los 7, 14 y 28 días. Estos resultados se tabularon para la realización de interpolación, de esa forma se obtuvo resistencias promedias. Finalmente se procedió a realizar una

comparación en cuanto a costos de los tres diseños de mezcla para un 1m<sup>3</sup>. Por lo mismo que el aditivo microsílíce ha reemplazado parcialmente la cantidad de cemento y en cuanto al hule reemplaza parcialmente a los agregados.

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

Se empleó este sistema del estudio de valores cuando se recolectó los datos a utilizar, para analizarlos, para que de ese modo se haya cumplido con validar la hipótesis.<sup>76</sup> El análisis se da con la recolección de datos teniendo en cuentas con la medición de las variables con el fin que compruebe las hipótesis.<sup>77</sup>

La investigación utilizó fuentes secundarias los cuales cumplieron para un diseño de acuerdo a lo que esta indagación ha planteado y con los mismos ensayos que se ha querido realizar en esta investigación los cuales fueron:

**Granulometría de los agregados:** En este ensayo se tamizó los agregados. Dio como resultado los pesos de los agregados según cada tamiz que se comparó con las distinciones de la N.T.P.

**P.U.S y P.U.C:** En este ensayo se calculó el peso de nuestros agregados mediante dos formas: suelto, solo pesaremos los agregados, molde.

Y la otra forma fue compactado, donde se empleó una varilla para compactar cada tercio del molde a 25 golpes. Dio como resultado el peso en ese estado.

**Absorción y peso específico de los agregados:** En este ensayo se utilizó balanza, espátula y horno. Para realizarlo primero se debió limpiar nuestros agregados para eliminar el polvo, después de un día se debió pesar la muestra de superficie seca saturada.

Y de ahí con el horno se obtuvo la absorción. Como resultado se obtuvo el valor del espécimen seco en el aire, valor del espécimen saturada, valor en el agua del espécimen saturada y la proporción de absorción.

**Contenido de humedad:** Se utilizó un recipiente metálico, horno y balanza. Se debió humedecer la muestra para luego llevarlo al horno durante 24 horas, después de eso pesarlo para obtener la cuantía de agua que se evaporó. Dio de resultado el porcentaje de humedad que hay en los agregados para que cuando se realice la mezcla óptima.

**Slump:** Se elaboró cuando el concreto está fresco para determinar el asentamiento. Dio de resultado el asentamiento de la mezcla para verificar si cumple con la norma.

**Ensayo de compresión:** Se utilizó una máquina que ponga carga a compresión. Y se determinó a los 7, 14 y 28 días. Dio de resultado si son resistentes bajo la fuerza a compresión, soporte ante la carga establecida.

**Ensayo de flexión:** Se utilizó una máquina que ponga carga en flexión. Y se determinó a los 28 días. Que da de resultado si son resistentes bajo la fuerza a flexión.

Al haber obtenido los datos de esos ensayos se escogió un diseño de acuerdo a lo que esta investigación ha planteado por eso se empleó para esta investigación y de ahí se procedió a tabular los datos de compresión y flexión para realizar interpolación y extrapolación se obtuvo las resistencias promedias.

### **3.7 Aspectos éticos**

El autor de esta investigación se comprometió de manera respetuosa para que la investigación haya cumplido con la veracidad del contenido, citando se respetó los derechos de autor por medio del ISO 690-2010.<sup>78</sup> De esta manera se citaron en el marco teórico debidamente de los diferentes autores. Los datos han sido veraces porque se realizó análisis documental, el cual se recolectó información de fuentes secundarias que han sido validados con los respectivos certificados de un laboratorio con máquinas calibradas y se sustentó el trabajo con las fichas de registro de datos. Además, este estudio tuvo como propósito beneficiar en la realización de las estructuras del concreto.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Ubicación geográfica

La ubicación de donde la presente investigación estuvo proyectada en el distrito de Chorrillos, provincia Lima, departamento Lima, como se muestra en la figura de ubicación en Google Maps.



Figura 2. Ubicación de zona de estudio

### 4.2. Trabajo de Obtención de datos

Durante el proceso de realizar esta investigación, comenzó un problema de emergencia sanitaria en todo el mundo, que se llevó a cabo a partir del febrero a julio 2020, por el virus COVID 19 ocasionando una pandemia, como un plan para reducir los contagios se decretó la inmovilización domiciliaria, el cual estaba prohibido el transporte interprovincial y local, las construcciones pararon y los laboratorios de concreto y suelos se mantuvieron cerrados. Por el cual la presente investigación optó por la técnica de análisis documental, a través de esta técnica se recolectó información de fuentes secundarias para elaborar el desarrollo del proyecto. Método que dio la oportunidad de obtener teoría de artículos científicos, libros que se encontraban en las páginas web, así como también obtener datos de los ensayos realizados de las tesis presentes en los repositorios de las universidades de la carrera de Ingeniería Civil tanto nacionales e internacionales.

### **4.3. Trabajo de laboratorio**

Las tablas y figuras bases de los ensayos para obtener diseño de mezcla, resistencia a compresión y flexión que se muestran a continuación fueron obtenidos por medio de la técnica análisis documental, los cuales estos ensayos para hule está presente en la tesis de Nieves (2018) en su investigación titulada *“Influencia de partículas de caucho reciclado en las propiedades mecánicas del concreto endurecido Lima 2018”* para obtener el título profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo realizado en la ciudad de Lima.<sup>79</sup> El diseño de mezcla y ensayo de compresión para microsílíce se obtuvo de la tesis de Zúñiga y Condori (2019) en su investigación titulada *“Influencia de adiciones de microsílíce en la resistencia a la compresión del concreto producido con agregados de la cantera de arunta de la ciudad de Tacna”* para obtener el título profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada de Tacna realizado en la ciudad de Tacna.<sup>80</sup> El ensayo de flexión para el microsílíce se tomó el dato de ceniza volante, ya que ambos elementos son de adición mineral, también se consideró su diseño de mezcla, por ello se obtuvo el dato de la tesis de Yapuchura (2019) en su investigación titulada *“Influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  utilizando agregado de la cantera Arunta-Tacna”* para obtener el título profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada de Tacna realizado en la ciudad de Tacna.<sup>81</sup>

### **HULE RECICLADO DE NEUMÁTICO (2.5%, 4.5% y 6%)**

#### **Resistencia a la compresión**

Este ensayo es muy importante para evaluar el concreto, debido que las estructuras hacen uso de dicha capacidad que es resistente a fuerzas axiales. Para obtener la resistencia es por medio de probetas según NTP 339.033 deben ser de 100mm x 20mm o 150mm x 300mm.<sup>82</sup> Para este ensayo se tabulo los datos de fuentes secundarias a los 7; 14 y 28 días de tesis siguiendo la NTP 339.034.<sup>83</sup>

#### **Compresión – Día 7**

Los datos fueron recolectados de una fuente secundaria, luego se procedió a utilizar la fórmula de interpolación para obtener las dosificaciones 2.5%, 4.5% y 6%.



**Tabla 1. Recolección de datos en el día 7**

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	SUSTITUCIÓN (%)	EDAD (día)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DISEÑO (%)	VARIACIÓN CON EL PATRÓN (%)
MP	0	7	210	155.50	74.05	-
M-2%C	2	7	210	124.50	59.29	-19.94
M-5%C	5	7	210	120.00	57.14	-22.83
M-7%C	7	7	210	104.00	49.52	-33.12

Fuente: Nieves, 2018

**Interpolación:** Es un procedimiento que permite considerar los valores que están en función de intervalo, que se conocen sus valores extremos, para aplicarlo en una fórmula.<sup>84</sup> Por ello, introducimos nuestros datos dentro del intervalos de los datos, con el fin de obtener resultado que se asemeja a los % de la presente investigación.

**Tabla 2. Tabulación e interpolación de datos en el día 7**

TABULACIÓN DE DATOS	
% HULE RECICLADO	COMPRESIÓN kg/cm2
0%	155.50
2%	124.50
2.5%	Ya
4.5%	Yb
5%	120.00
6%	Yc
7%	104.00

X	Y
X <sub>0</sub> 2	Y <sub>0</sub> 124.50
X 2.5	Y
X <sub>1</sub> 5	Y <sub>1</sub> 120.00

$$Y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} * (x - x_0)$$

Ya= 123.75

X	Y
X <sub>0</sub> 2	Y <sub>0</sub> 124.50
X 4.5	Y
X <sub>1</sub> 5	Y <sub>1</sub> 120.00

$$Y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} * (x - x_0)$$

Yb= 120.75

X	Y
X <sub>0</sub> 5	Y <sub>0</sub> 120.00
X 6	Y
X <sub>1</sub> 7	Y <sub>1</sub> 104.00

$$Y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} * (x - x_0)$$

Yc= 112.00

Fuente: Elaboración propia

Al interpolar dio como resultado una nueva ficha de registro de datos, en base a los porcentajes de hule que se empleó en esta investigación.

**Tabla 3. Resultado de las resistencias en el día 7**

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	SUSTITUCIÓN (%)	EDAD (día)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DISEÑO (%)	VARIACIÓN CON EL PATRÓN (%)
MP	0	7	210	155.50	74.05	-
MH-2.5%	2.5	7	210	123.75	58.93	-20.42
MH-4.5%	4.5	7	210	120.75	57.50	-22.35
MH-6%	6	7	210	112.00	53.33	-27.97

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la **Tabla 3**, se realizó un gráfico para apreciar la variación de resistencias de acuerdo a los porcentajes de hule. A continuación, la figura 3:

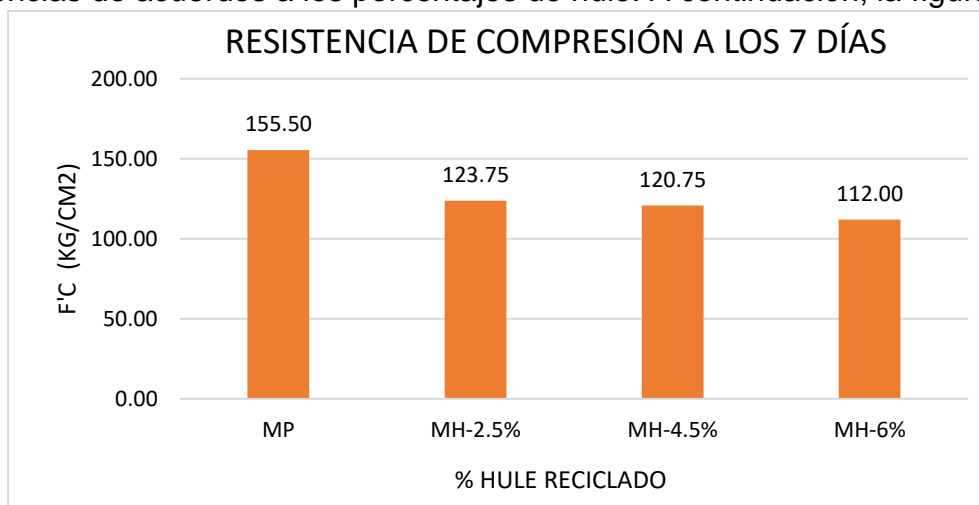


Figura 3. Comparación de las resistencias con respecto al día 7

En la figura 3, se pudo observar a los siete días que, al aumentar los porcentajes de hule, ha tenido como consecuencia disminución de la resistencia a comparación con el diseño patrón de 155.50kg/cm<sup>2</sup>. Al agregar el 2.5% de hule reciclado obtuvo como resistencia 123.75kg/cm<sup>2</sup>, al 4.5% de hule reciclado obtuvo 120.75kg/cm<sup>2</sup> y para el 6% de hule reciclado obtuvo 112.00kg/cm<sup>2</sup>.

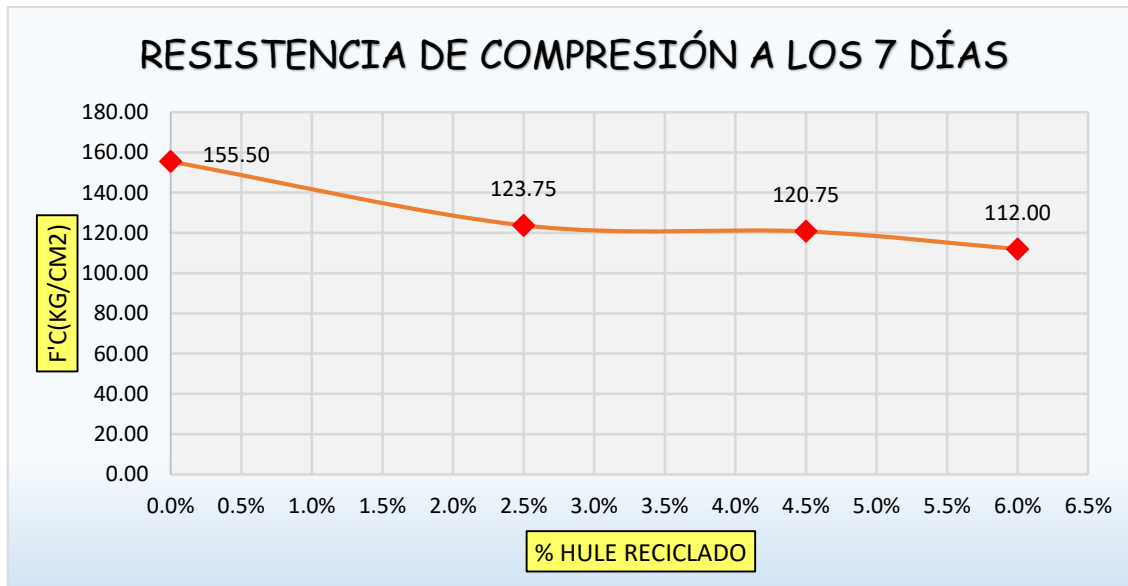


Figura 4. Curva de comparación de las resistencias al día 7

En la figura 4, se demostró que a partir de la dosificación de 2.5% de hule reciclado comenzó a disminuir la resistencia hasta en 20.42%. Por esa razón, el 2.5% tuvo mayor resistencia a comparación del 4.5% que redujo en un 22.35% y al 6% redujo en 27.97% en comparación con el patrón.

## Compresión – Día 14

Los datos fueron recolectados de una fuente secundaria, luego se procedió a utilizar la fórmula de interpolación para obtener las dosificaciones 2.5%, 4.5% y 6%.

**Tabla 4.** *Recolección de datos en el día 14*

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	SUSTITUCIÓN (%)	EDAD (día)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DISEÑO (%)	VARIACIÓN CON EL PATRÓN (%)
MP	0	14	210	225.00	107.14	-
M-2%C	2	14	210	229.78	109.42	2.12
M-5%C	5	14	210	225.30	107.29	0.13
M-7%C	7	14	210	146.80	69.90	-34.76

Fuente: Nieves, 2018

Al obtener la información se procedió a introducir los valores que se quiere hallar dentro del intervalos de los datos, para obtener resultados de la presente tesis.

**Tabla 5.** *Tabulación e interpolación de datos en el día 14*

TABULACIÓN DE DATOS		X	Y		
% HULE REICLADO	COMPRESIÓN kg/cm <sup>2</sup>	X <sub>0</sub>	2	229.78	Y <sub>0</sub>
0%	225.00	X	2.5	Y	
2%	229.78	X <sub>1</sub>	5	225.30	Y <sub>1</sub>
2.5%	Y <sub>a</sub>				Y <sub>a</sub> = 229.03
4.5%	Y <sub>b</sub>				Y <sub>b</sub> = 226.05
5%	225.30				
6%	Y <sub>c</sub>				Y <sub>c</sub> = 162.50
7%	146.80				

$$Y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} * (x - x_0)$$

Fuente: Elaboración propia

Al interpolar dio como resultado una nueva ficha de registro de datos, en base a los porcentajes de hule que se empleó en esta investigación.

**Tabla 6.** *Resultado de las resistencias en el día 14*

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	SUSTITUCIÓN (%)	EDAD (día)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DISEÑO (%)	VARIACIÓN CON EL PATRÓN (%)
MP	0	14	210	225.00	107.14	-
MH-2.5%	2.5	14	210	229.03	109.06	1.79
MH-4.5%	4.5	14	210	226.05	107.64	0.47
MH-6%	6	14	210	162.50	77.38	-27.78

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la **Tabla 6**, se realizó un gráfico para apreciar la variación de resistencia de acuerdos a los porcentajes de hule. A continuación, la figura 5:

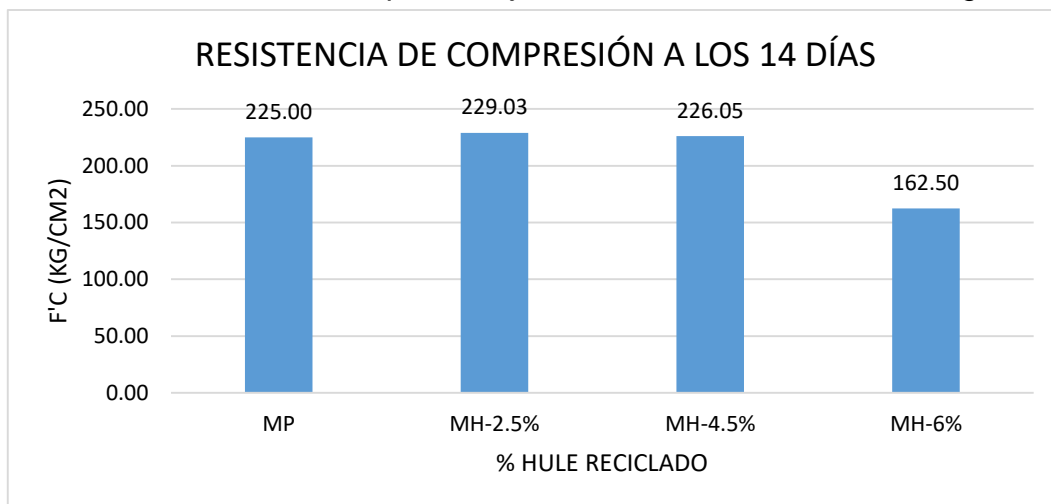


Figura 5. Comparación de las resistencias con respecto al día 14

En la figura 5, se pudo observar a los catorce días que, al aumentar los porcentajes de 2.5% y 4.5% del hule reciclado de neumático, ha tenido como consecuencia un ligero aumento en la resistencia a comparación con el diseño patrón de 225kg/cm2 y el 6%. Al agregar el 2.5% de hule reciclado se obtuvo como resistencia 229.03kg/cm2, al 4.5% de hule reciclado obtuvo 226.05kg/cm2 y para el 6% de hule reciclado obtuvo 162.50kg/cm2.

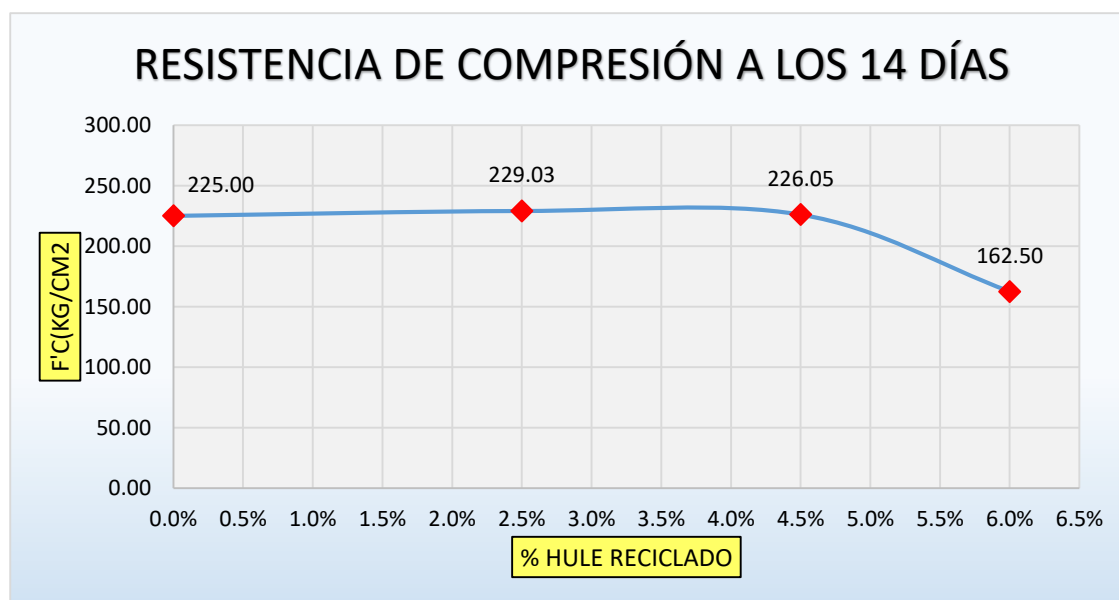


Figura 6. Curva de comparación de las resistencias al día 14

En la figura 6, se demostró que a partir de la dosificación de 2.5% de hule reciclado comenzó a aumentar la resistencia hasta en 1.79%. Por esa razón, el 2.5% tuvo

mayor resistencia a comparación del 4.5% que aumento en un 0.47% y en cuanto al 6% disminuyo en un 27.78% en comparación con el patrón.

### Compresión – Día 28

Los datos fueron recolectados de una fuente secundaria, luego se procedió a utilizar la fórmula de interpolación para obtener las dosificaciones 2.5%, 4.5% y 6%.

**Tabla 7. Recolección de datos en el día 28**

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	SUSTITUCIÓN (%)	EDAD (día)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DISEÑO (%)	VARIACIÓN CON EL PATRÓN (%)
MP	0	28	210	292.50	139.29	-
M-2%C	2	28	210	298.50	142.14	2.05
M-5%C	5	28	210	293.00	139.52	0.17
M-7%C	7	28	210	216.00	102.86	-26.15

Fuente: Nieves, 2018

Al obtener la información se procedió a introducir los valores que se quiere hallar dentro del intervalos de los datos, para obtener resultados de la presente tesis.

**Tabla 8. Tabulación e interpolación de datos en el día 28**

TABULACIÓN DE DATOS	
% HULE RECICLADO	COMPRESIÓN kg/cm2
0%	292.50
2%	298.50
2.5%	Ya
4.5%	Yb
5%	293.00
6%	Yc
7%	216.00

X	Y
X <sub>0</sub> 2	Y <sub>0</sub> 298.50
X 2.5	Y
X <sub>1</sub> 5	Y <sub>1</sub> 293.00

X	Y
X <sub>0</sub> 2	Y <sub>0</sub> 298.50
X 4.5	Y
X <sub>1</sub> 5	Y <sub>1</sub> 293.00

X	Y
X <sub>0</sub> 5	Y <sub>0</sub> 293.00
X 6	Y
X <sub>1</sub> 7	Y <sub>1</sub> 216.00

$$Y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} * (x - x_0)$$

Ya=	297.58
-----	--------

Yb=	293.92
-----	--------

Yc=	254.50
-----	--------

Fuente: Elaboración propia

Al interpolar dio como resultado una nueva ficha de registro de datos, en base a los porcentajes de hule que se empleó en esta investigación.

**Tabla 9. Resultado de las resistencias en el día 28**

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	SUSTITUCIÓN (%)	EDAD (día)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DISEÑO (%)	VARIACIÓN CON EL PATRÓN (%)
MP	0	28	210	292.50	139.29	-
MH-2.5%	2.5	28	210	297.58	141.71	1.74
MH-4.5%	4.5	28	210	293.92	139.96	0.48
MH-6%	6	28	210	254.50	121.19	-12.99

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la **Tabla 9**, se realizó un gráfico para apreciar la variación de resistencia de acuerdo a los porcentajes de hule. A continuación, la figura 7:

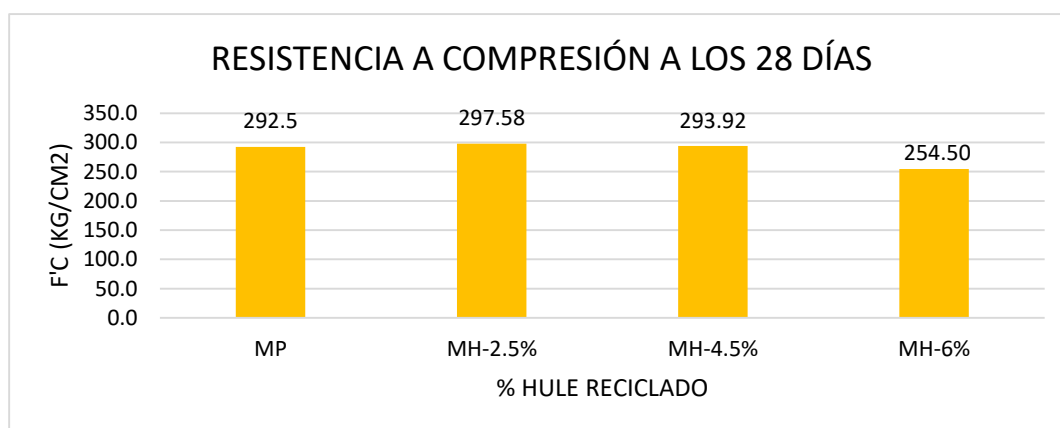


Figura 7. Comparación de las resistencias con respecto al día 28

En la figura 7, se pudo observar a los veintiocho días que a partir del 2.5% de hule ha tenido como consecuencia disminución de la resistencia, sin embargo, el 2.5% y 4.5% son de mayor resistencia que el diseño patrón que obtuvo 292.5kg/cm<sup>2</sup> y el 6% de hule reciclado que obtuvo 254.50kg/cm<sup>2</sup>. Al 2.5% de hule reciclado obtuvo 297.58kg/cm<sup>2</sup>, al 4.5% de hule reciclado obtuvo 293.92kg/cm<sup>2</sup>.

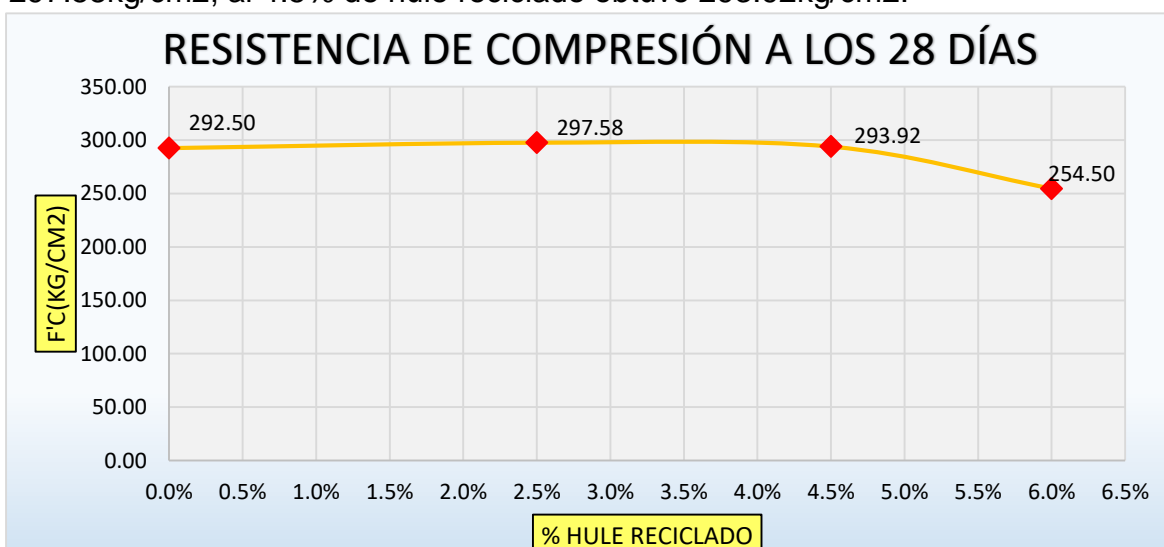


Figura 8. Curva de comparación de las resistencias al día 28

En la figura 8, se demostró que a partir de la dosificación de 4.5% de hule reciclado comenzó a disminuir la resistencia con respecto al patrón, siendo el más resistente el 2.5% que obtuvo un aumento de 1.74%.

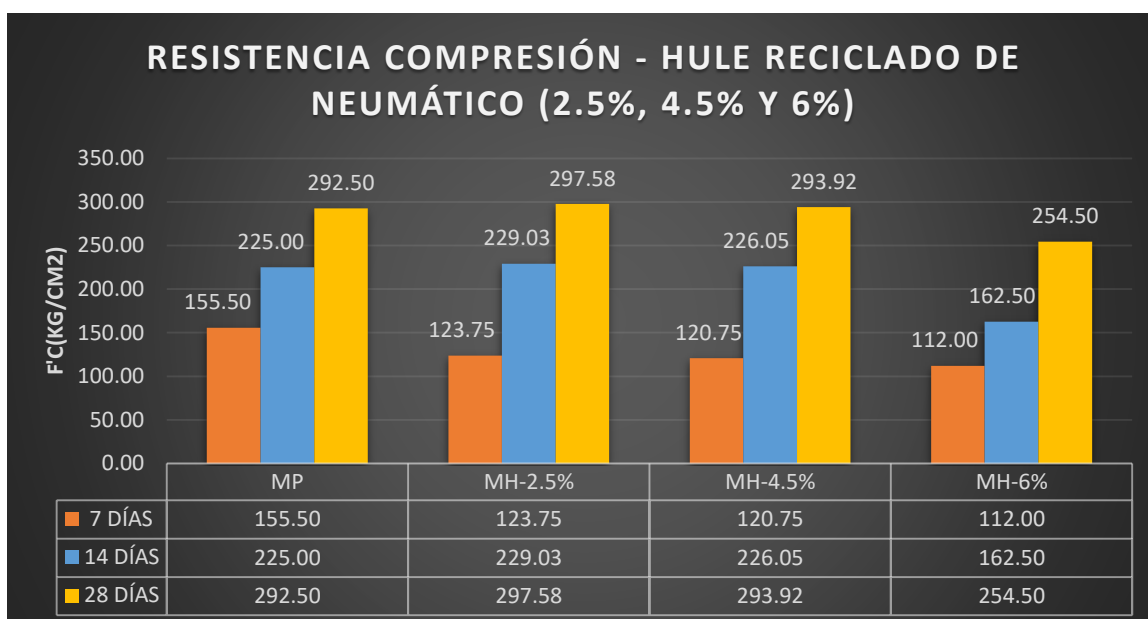


Figura 9. Resistencias a los 7; 14 y 28 días

### Interpretación (Figura 9):

La presente tesis evaluó la resistencia a compresión a los 7; 14 y 28 días. Al concreto patrón se le sustituyó el agregado fino por los porcentajes que se planteó en esta investigación de 2.5%; 4.5% y 6% de hule reciclado y redujo una mínima cantidad de agregado grueso, para analizar si es factible el uso de hule reciclado. Donde se obtuvo que el concreto patrón al día 28 alcanzó una resistencia de 292.50kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el concreto con hule reciclado el que favoreció a compresión fue el de 2.5% obteniendo una resistencia de 297.58kg/cm<sup>2</sup> y el que obtuvo menor resistencia de las dosificaciones que se planteó fue el 6% que obtuvo una resistencia de 254.50kg/cm<sup>2</sup>, este análisis aportó porque da un rango para emplear el hule reciclado de 0.1% a 2.5% para obtener mayor resistencia.

### Resistencia a la flexión

Este ensayo es muy importante para evaluar el concreto, debido que las estructuras hacen uso de dicha capacidad. En este método ha consistido en aplicar una carga en los tercios de la luz de la viga hasta que se genere una falla, lo cual es módulo de rotura. La NTP 339.033, indicó que la longitud de la viga debe cumplir por lo

menos 50mm mayor a tres veces su altura. En cuanto, a la viga normal ha debido considerarse de 150mm x 150mm de sección transversal.<sup>85</sup>

El módulo de ruptura se ha podido calcular en la fuente secundarias por medio de una de estas fórmulas, los cuales son:<sup>86</sup>

Se emplea esta fórmula si la falla ocurre dentro del tercio medio de luz:

$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

Mr: módulo de ruptura

P: es la carga máxima de rotura

L: luz libre entre apoyos

b: ancho promedio de la viga en la sección de la falla.

h: altura promedio de la viga en la sección de la falla.

Se emplea esta fórmula si la falla ocurre fuera del tercio medio de luz:

$$M_r = \frac{3Pa}{bh^2}$$

a: es la distancia promedio entre el cercano apoyo y línea de fisura

### Flexión - Día 28

Los datos fueron recolectados de una fuente secundaria que para obtener el módulo de ruptura considero la fórmula de la falla que ocurre dentro del tercio medio de luz que se mencionó anteriormente, luego se procedió a utilizar la fórmula de interpolación para obtener las dosificaciones 2.5%, 4.5% y 6%.

**Tabla 10.** *Recolección de datos en el día 28*

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	SUSTITUCIÓN (%)	EDAD (día)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	MÓDULO DE RUPTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	VARIACIÓN CON EL PATRÓN (%)
MP	0	28	45.0	41.65	-
M-2%C	2	28	45.0	36.20	-13.09
M-5%C	5	28	45.0	34.50	-17.17
M-7%C	7	28	45.0	32.60	-21.73

Fuente: Nieves, 2018

Al obtener la información se procedió a introducir los valores que se quiere hallar dentro del intervalos de los datos, para obtener resultados de la presente tesis.



**Tabla 11. Tabulación e interpolación de datos en el día 28**

TABULACIÓN DE DATOS	
% HULE RECICLADO	COMPRESIÓN kg/cm2
0%	41.65
2%	36.20
2.5%	Ya
4.5%	Yb
5%	34.50
6%	Yc
7%	32.60

X	Y
X <sub>0</sub>	2
X	2.5
X <sub>1</sub>	5

$$Y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} * (x - x_0)$$

Ya= 35.92

X	Y
X <sub>0</sub>	2
X	4.5
X <sub>1</sub>	5

Yb= 34.78

X	Y
X <sub>0</sub>	5
X	6
X <sub>1</sub>	7

Yc= 33.55

Fuente: Elaboración propia

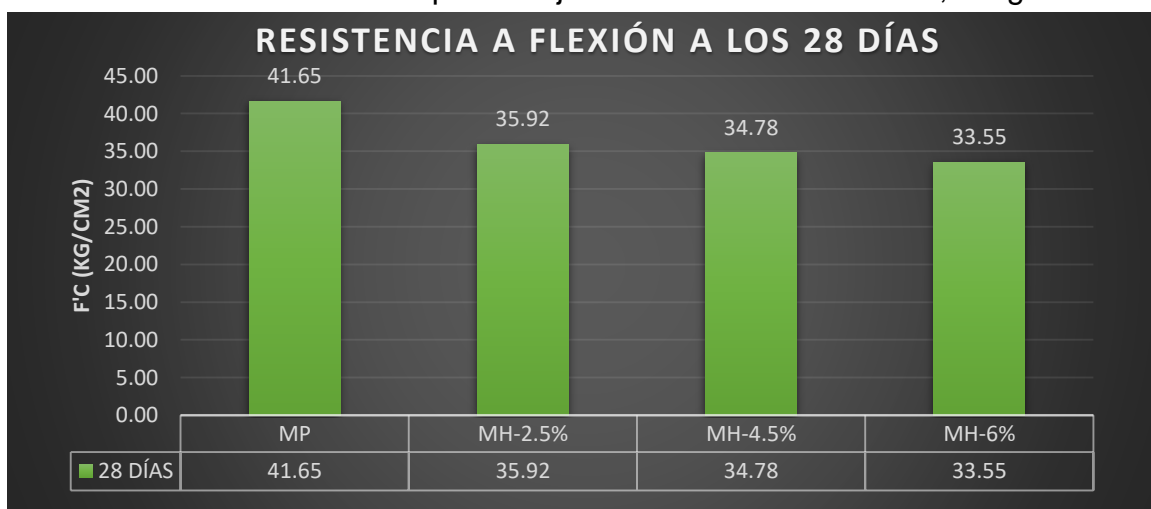
Al interpolar dio como resultado una nueva ficha de registro de datos, en base a los porcentajes de hule que se empleó en esta investigación.

**Tabla 12. Resultado de las resistencias en el día 28**

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	SUSTITUCIÓN (%)	EDAD (día)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	MÓDULO DE RUPTURA (kg/cm2)	VARIACIÓN CON EL PATRÓN (%)
MP	0	28	45.0	41.65	-
MH-2.5%	2.5	28	45.0	35.92	-13.77
MH-4.5%	4.5	28	45.0	34.78	-16.49
MH-6%	6	28	45.0	33.55	-19.45

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la **Tabla 12**, se realizó un gráfico para apreciar la variación de resistencia de acuerdo a los porcentajes de hule. A continuación, la figura 10:



**Figura 10. Comparación de las resistencias con respecto al día 28**

### Interpretación (Figura 10):

La presente tesis evaluó la resistencia a flexión a los 28 días. Al concreto patrón se le sustituyó el agregado fino por los porcentajes que se planteó en esta investigación de 2.5%; 4.5% y 6% de hule reciclado y redujo una mínima cantidad de agregado grueso, para analizar si es factible el uso de hule reciclado como sustituto. Donde se obtuvo que el concreto patrón al día 28 alcanzó un módulo de ruptura de 41.65kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el concreto con hule reciclado a mayor dosis generó una disminución, el que obtuvo un mejor desempeño a flexión a comparación de las otras dosificaciones fue el de 2.5% obteniendo una resistencia de 35.92kg/cm<sup>2</sup> reduciendo en un 13.77% con respecto al patrón, al emplear el 4.5% obtuvo un módulo de ruptura de 34.78kg/cm<sup>2</sup> reduciendo en un 16.49%. Y el que obtuvo menor desempeño al concreto fue el 6% que obtuvo un módulo de ruptura de 33.55kg/cm<sup>2</sup> reduciendo en un 19.45% comparado con el concreto patrón, a partir de estos resultados se demostró que al haber aumentado dosis generó menor resistencia, eso se debió ya que al emplear el hule que es un elemento no componente del concreto ocasionó que resulte menos resistente a flexión. Por ese motivo, este análisis aportó porque determinó que no se debe considerar el hule como sustituto al agregado fino para resistencia a flexión.

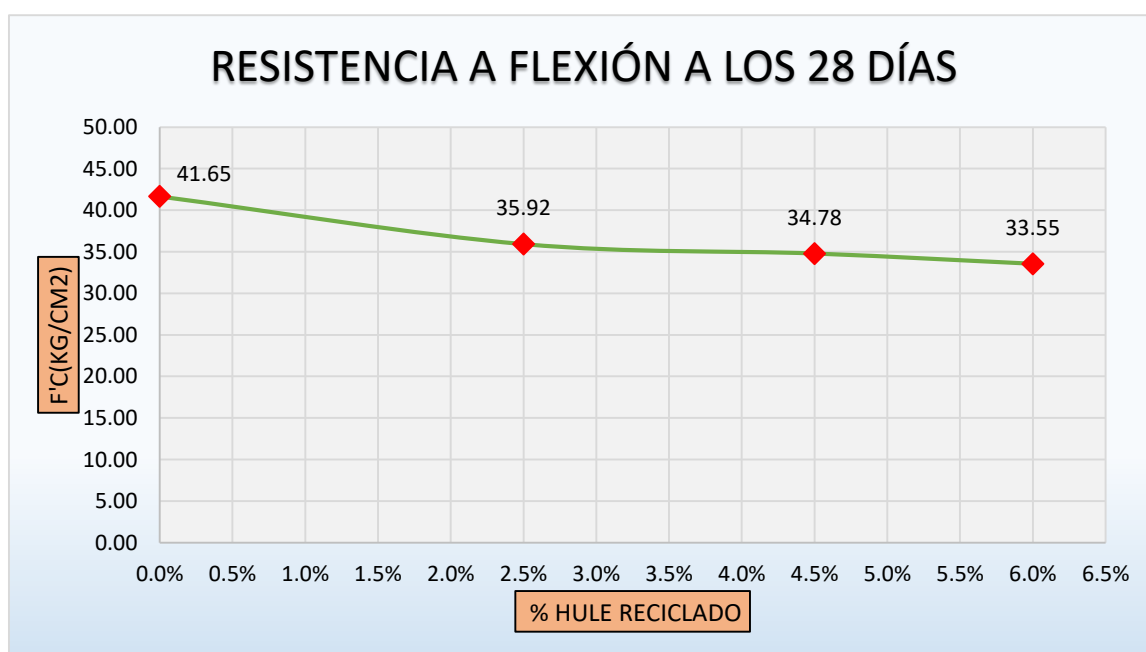


Figura 11. Curva de comparación de las resistencias al día 28

En la figura 11, se demostró que al haber adicionado las dosis de 2.5%, 4.5% y 6%, el que obtuvo mayor resistencia fue el 2.5% de hule que obtuvo 35.92kg/cm<sup>2</sup> a

comparación del patrón que obtuvo 41.65kg/cm<sup>2</sup>. Esta curva permitió reconocer que el hule no se debe emplear para resistencias a flexión por lo mismo que se obtuvo menor resistencia que el concreto patrón.

### Diseño de mezcla

El diseño de mezcla que se consideró en esta tesis es de 210 kg/cm<sup>2</sup>, por esa razón se obtuvo el diseño por medio de una fuente secundaria (**Tabla 13**) que realizó los ensayos correspondientes a los agregados y después de ello hizo el diseño por medio del método ACI 211.1 que luego ha sido corregido por humedad.

**Tabla 13.** *Diseño de mezcla patrón*

DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN		
MATERIALES	CANTIDAD	UND
CEMENTO	346.50	Kg
AGREG. FINO	803.84	Kg
AGREG. GRUESO	1028.95	Kg
AGUA	187.51	Lt

Fuente: Nieves, 2018

### Diseño de mezcla con hule reciclado (1m<sup>3</sup>):

Para el diseño de hule, en la fuente secundaria realizó el ensayo granulométrico obteniendo un tamaño de 1-4mm como un agregado fino, fue empleado en el concreto referente al volumen del agreg. fino, por lo que redujo la cantidad de agregado fino y grueso. Por ejemplo, para el 2% de hule realizaron lo siguiente:

$$\text{Peso hule} = \text{Peso espec. hule (kg/m}^3\text{)} * \text{Volumen abs. agreg. fino(m}^3\text{)} * 2\%$$

En cuanto para calcular el peso de agreg. fino y grueso:

$$\text{Peso}_{\text{agreg.fino seco}} = \text{Peso agregado fino} * (\text{Peso hule}/2)$$

$$\text{Peso}_{\text{agreg. grueso seco}} = \text{Peso agregado grueso} * (\text{Peso hule}/2)$$

**Tabla 14.** *Diseño de mezcla con 2.5% hule reciclado*

DISEÑO DE MEZCLA CON 2.5% DE HULE		
MATERIALES	CANTIDAD	UND
CEMENTO	346.50	Kg
AGREG. FINO	799.42	Kg
HULE RECICLADO	8.65	Kg
AGREG. GRUESO	1024.61	Kg
AGUA	187.55	Lt

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15.** *Diseño de mezcla con 4.5% hule reciclado*

DISEÑO DE MEZCLA CON 4.5% DE HULE		
MATERIALES	CANTIDAD	UND
CEMENTO	346.50	Kg
AGREG. FINO	795.89	Kg
HULE RECICLADO	15.56	Kg
AGREG. GRUESO	1021.13	Kg
AGUA	187.58	Lt

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16.** *Diseño de mezcla con 6% hule reciclado*

DISEÑO DE MEZCLA CON 6% DE HULE		
MATERIALES	CANTIDAD	UND
CEMENTO	346.50	Kg
AGREG. FINO	793.24	Kg
HULE RECICLADO	20.75	Kg
AGREG. GRUESO	1018.53	Kg
AGUA	187.60	Lt

Fuente: Elaboración propia

### **Costo por m<sup>3</sup>**

En esta investigación se consideró realizar un análisis de costos unitarios (ACU) como una forma de evaluar el costo del concreto patrón en 1m<sup>3</sup> y la dosificación óptima de hule reciclado en 1m<sup>3</sup>. Para este análisis se tomó en cuenta los datos de los precios que se obtuvo del boletín de CAPECO para la mano de obra; los materiales y equipos son del mes de mayo 2020. Como una medida de analizar los precios, también se evaluó la comparación entre el producto de hule y un producto químico. Por esa razón, se consideró para comparar el microsílíce.

**Tabla 17. APU del concreto patrón de hule reciclado de neumático**

PARTIDA		CONCRETO F'C= 210KG/CM2 - CONCRETO PATRÓN				
REND.	MO.	EQ.	Jornada (h)	COSTO UNITARIO POR M3		
M3/DIA	20.00	20.00	8			359.40
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE RECURSOS	UNID.	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>100.56</b>
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	25.25	2.02
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	22.96	18.37
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	18.16	14.53
0147010004	PEÓN	hh	10.0000	4.0000	16.41	65.64
<b>MATERIALES</b>						<b>248.34</b>
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		8.1529	22.20	180.99
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4988	40.00	19.95
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.7717	60.00	46.30
0239050000	AGUA	m3		0.1875	5.83	1.09
<b>EQUIPOS</b>						<b>10.50</b>
0337010001	HERRAMIENTA MANUAL	%mo		0.0300	100.56	3.02
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	7.14	2.86
0349100011	MEZCLADORA DE TAMBOR 18HP 11-113 p3	hm	1.0000	0.4000	11.56	4.62

Fuente: Elaboración propia

### Dosificación óptima para resistencia a compresión y flexión – 2.5% de hule

**Tabla 18. APU del concreto con 2.5% hule reciclado (MH-2.5%)**

PARTIDA		CONCRETO F'C= 210KG/CM2 - CONCRETO CON HULE(2.5%)				
REND.	MO.	EQ.	Jornada(h)	COSTO UNITARIO POR M3		
M3/DIA	20.00	20.00	8			366.98
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE RECURSOS	UNID.	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>100.56</b>
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	25.25	2.02
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	22.96	18.37
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	18.16	14.53
0147010004	PEÓN	hh	10.0000	4.0000	16.41	65.64
<b>MATERIALES</b>						<b>265.33</b>
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		8.1529	22.20	180.99
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4961	40.00	19.87
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.7685	60.00	46.15
	HULE RECICLADO	kg		8.6467	2.00	17.29
0239050000	AGUA	m3		0.1875	5.83	1.09
<b>EQUIPOS</b>						<b>10.50</b>
0337010001	HERRAMIENTA MANUAL	%mo		0.0300	100.56	3.02
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	7.14	2.86
0349100011	MEZCLADORA DE TAMBOR 18HP 11-113 p3	hm	1.0000	0.4000	11.56	4.62

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a que se consideró un diseño patrón, se hizo un diseño con hule reciclado y se realizó una comparación de resistencias con hule (2.5%, 4.5% y 6%), siendo la dosificación óptima el 2.5%. Por esa razón se analizó los costos para 1m3

entre el diseño patrón y diseño con 2.5% de hule reciclado. Obteniendo según la **Tabla 17** que el costo para el diseño patrón de una resistencia compresión de 292.5kg/cm<sup>2</sup> es de S/ 359.40 y según la **Tabla 18** el costo para el diseño 2.5% de hule con una resistencia de 297.58kg/cm<sup>2</sup> es de S/ 366.98.

### Dosificación óptima para resistencia a flexión – 4.8% ceniza volante

**Tabla 19.** APU del concreto con 4.8% microsíllice (ceniza volante)

PARTIDA 01. 01. 06 CONCRETO F'C= 210KG/CM2 - CONCRETO CON CENIZA (4.8%)						
REND. M3/DIA	MO. 20.00	EQ. 20.00	Jornada(h) 8	COSTO UNITARIO POR M3		359.09
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE RECURSOS	UNID	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>100.56</b>
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	25.25	2.02
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	22.96	18.37
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	18.16	14.53
0147010004	PEÓN	hh	10.0000	4.0000	16.41	65.64
<b>MATERIALES</b>						<b>248.04</b>
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		7.7421	22.20	171.87
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4577	40.00	18.31
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8943	60.00	53.66
0221000001	CENIZA VOLANTE	bls		0.3918	8.00	3.13
0239050000	AGUA	m3		0.1828	5.83	1.07
<b>EQUIPOS</b>						<b>10.50</b>
0337010001	HERRAMIENTA MANUAL	%mo		0.0300	100.56	3.02
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	7.14	2.86
0349100011	MEZCLADORA DE TAMBOR 18HP 11-113 p3	hm	1.0000	0.4000	11.56	4.62

Fuente: Elaboración propia

Se analizó el costo de 1m<sup>3</sup> entre un producto natural (hule reciclado) y químico (ceniza volante) según sus dosificaciones óptimas en flexión. En cuanto en cantidades de materiales, el 4.8% de ceniza volante uso 7.74 bolsas de cemento, en cambio el 2.5% hule uso 8.15 bolsas; en arena gruesa el que empleo más fue el hule uso 0.50m<sup>3</sup> en cambio la ceniza volante uso 0.46m<sup>3</sup>, en piedra chancada la ceniza volante uso 0.89m<sup>3</sup> en cambio el hule uso 0.769m<sup>3</sup> y para el agua el que uso más fue el hule ya que empleo 0.198 litros sin embargo la ceniza volante uso 0.183 litros como se ve en la **Tabla 18** y **Tabla 19**. Por último, se comparó los precios entre el 4.8% de ceniza volante que costo S/ 359.09 para una resistencia de 40.81kg/cm<sup>2</sup> y el 2.5% de hule que costo S/366.98 para una resistencia de 35.92kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo una diferencia de S/7.89 siendo el producto químico más económico y resistente. Ya que el hule obtuvo menor resistencia que el patrón, por lo que, se debe no se debe considerar para resistencia a flexión.

## POLVO DE MICROSÍLICE (4.8%, 6% y 7%)

### Resistencia a la compresión

Este ensayo es muy importante para evaluar el concreto, debido que las estructuras hacen uso de dicha capacidad que es resistente a fuerzas axiales. Para obtener la resistencia es por medio de probetas según NTP 339.033 deben ser de 100mm x 20mm o 150mm x 300mm. Para este ensayo se tabulo los datos de fuentes secundarias a los 7; 14 y 28 días de tesis siguiendo la NTP 339.034.

### Compresión – Día 7

Los datos fueron recolectados de una fuente secundaria, luego se procedió a utilizar la fórmula de interpolación para obtener las dosificaciones 4.8%, 6% y 7%.

**Tabla 20.** *Recolección de datos en el día 7*

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	SUSTITUCIÓN (%)	EDAD (día)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DISEÑO (%)	VARIACIÓN CON EL PATRÓN (%)
MP	0	7	210	201.19	95.80	-
MMS-4	4	7	210	205.68	97.94	2.23
MMS-8	8	7	210	257.59	122.66	28.03

Fuente: Zúñiga y Condori, 2019

Al obtener la información se procedió a introducir los valores que se quiere hallar dentro del intervalos de los datos, para obtener resultados de la presente tesis.

**Tabla 21.** *Tabulación e interpolación de datos en el día 7*

TABULACIÓN DE DATOS		X	Y	
% POLVO DE MICROSÍLICE	COMPRESIÓN kg/cm2			
0%	201.19	X <sub>0</sub>	4	Y <sub>0</sub>
4%	205.68	X	4.8	Y
4.8%	Y <sub>a</sub>	X <sub>1</sub>	8	Y <sub>1</sub>
6.0%	Y <sub>b</sub>			
7.0%	Y <sub>c</sub>			
8%	257.59			

$$Y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} * (x - x_0)$$

Y <sub>a</sub> =	216.06
------------------	--------

Y <sub>b</sub> =	231.64
------------------	--------

Y <sub>c</sub> =	244.61
------------------	--------

Fuente: Elaboración propia

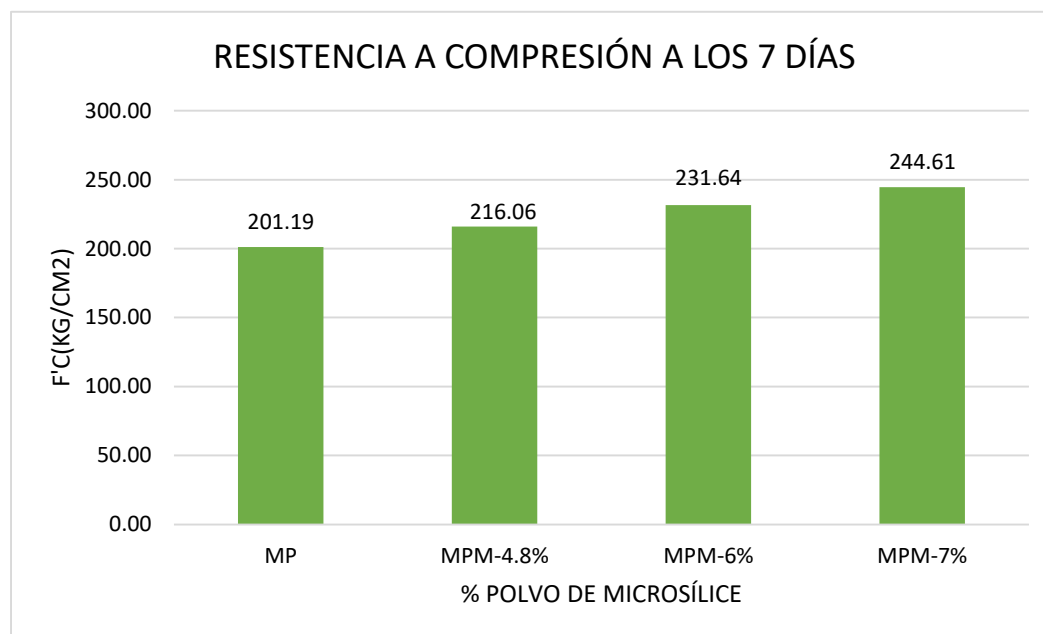
Al interpolar dio como resultado una nueva ficha de registro de datos, en base a los porcentajes de microsílíce que se empleó en esta investigación.

**Tabla 22.** Resultado de las resistencias en el día 7

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	SUSTITUCIÓN (%)	EDAD (día)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DISEÑO (%)	VARIACIÓN CON EL PATRÓN (%)
MP	0	7	210	201.19	95.80	-
MPM-4.8%	4.8	7	210	216.06	102.89	7.39
MPM-6%	6	7	210	231.64	110.30	15.13
MPM-7%	7	7	210	244.61	116.48	21.58

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la **Tabla 22**, se realizó un gráfico para apreciar la variación de resistencia de acuerdo a los porcentajes de microsílíce. A continuación, la figura 12:



*Figura 12.* Comparación de las resistencias con respecto al día 7

En la figura 12, se pudo observar a los siete días que, al aumentar los porcentajes de polvo de microsílíce, ha tenido como consecuencia un aumento en la resistencia a comparación con el diseño patrón que obtuvo 201.19kg/cm<sup>2</sup>. Al agregar el 4.8% de microsílíce se obtuvo como resistencia 216.06kg/cm<sup>2</sup> que generó un aumento de 7.39% comparado con el patrón. En cuanto al 6% de microsílíce obtuvo 231.64kg/cm<sup>2</sup> con un aumento de 15.13% y para el 7% de microsílíce obtuvo 244.61kg/cm<sup>2</sup> con un aumento de 21.58% comparados con el concreto patrón.



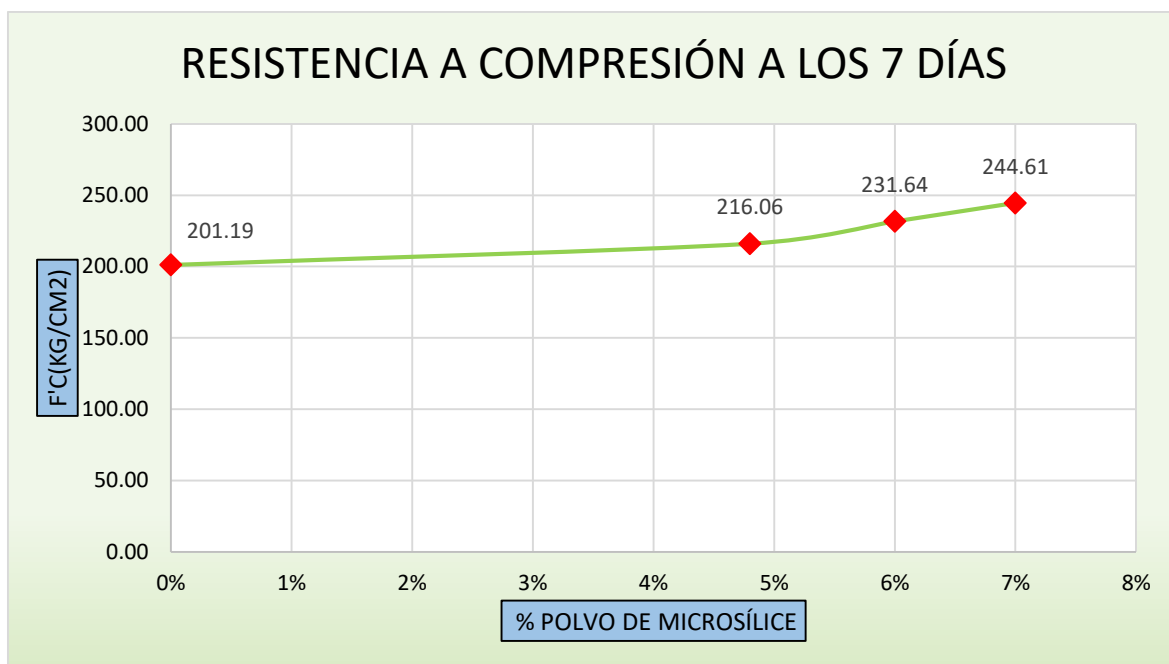


Figura 13. Curva de comparación de las resistencias al día 7

En la figura 13, se demostró que a partir de los 7 días ya comienza a obtener un efecto de aumento en la resistencia, el concreto patrón obtuvo 201.19kg/cm<sup>2</sup>, en cuanto que generó menor resistencia a comparación de las otras dosificaciones fue el 4.8% de polvo de microsilice obtuvo un aumento de resistencia a un 7.39% y el que obtuvo mayor resistencia fue el 7% que obtuvo un aumento de 21.58%.

### Compresión – Día 14

Los datos fueron recolectados de una fuente secundaria, luego se procedió a utilizar la fórmula de interpolación para obtener las dosificaciones 4.8%, 6% y 7%.

Tabla 23. Recolección de datos en el día 14

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	SUSTITUCIÓN (%)	EDAD (día)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DISEÑO (%)	VARIACIÓN CON EL PATRÓN (%)
MP	0	14	210	234.38	111.61	-
MMS-4	4	14	210	256.57	122.18	9.47
MMS-8	8	14	210	312.49	148.80	33.33

Fuente: Zúñiga y Condori, 2019

Al obtener la información se procedió a introducir los valores que se quiere hallar dentro del intervalos de los datos, para obtener resultados de la presente tesis.

**Tabla 24.** Tabulación e interpolación de datos en el día 14

TABULACIÓN DE DATOS	
% POLVO DE MICROSÍLICE	COMPRESIÓN kg/cm2
0%	234.38
4%	256.57
4.8%	Ya
6.0%	Yb
7.0%	Yc
8%	312.49

X	Y
X <sub>0</sub>	4
X	4.8
X <sub>1</sub>	8

X	Y
X <sub>0</sub>	4
X	6
X <sub>1</sub>	8

X	Y
X <sub>0</sub>	4
X	7
X <sub>1</sub>	8

$$Y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} * (x - x_0)$$

Y<sub>a</sub>= 267.75

Y<sub>b</sub>= 284.53

Y<sub>c</sub>= 298.51

Fuente: Elaboración propia

Al interpolar dio como resultado una nueva ficha de registro de datos, en base a los porcentajes de microsilíce que se empleó en esta investigación.

**Tabla 25.** Resultado de las resistencias en el día 14

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	SUSTITUCIÓN (%)	EDAD (día)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DISEÑO (%)	VARIACIÓN CON EL PATRÓN (%)
MP	0	14	210	234.38	111.61	-
MPM-4.8%	4.8	14	210	267.75	127.50	14.24
MPM-6%	6	14	210	284.53	135.49	21.40
MPM-7%	7	14	210	298.51	142.15	27.36

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la **Tabla 25**, se realizó la figura 14:

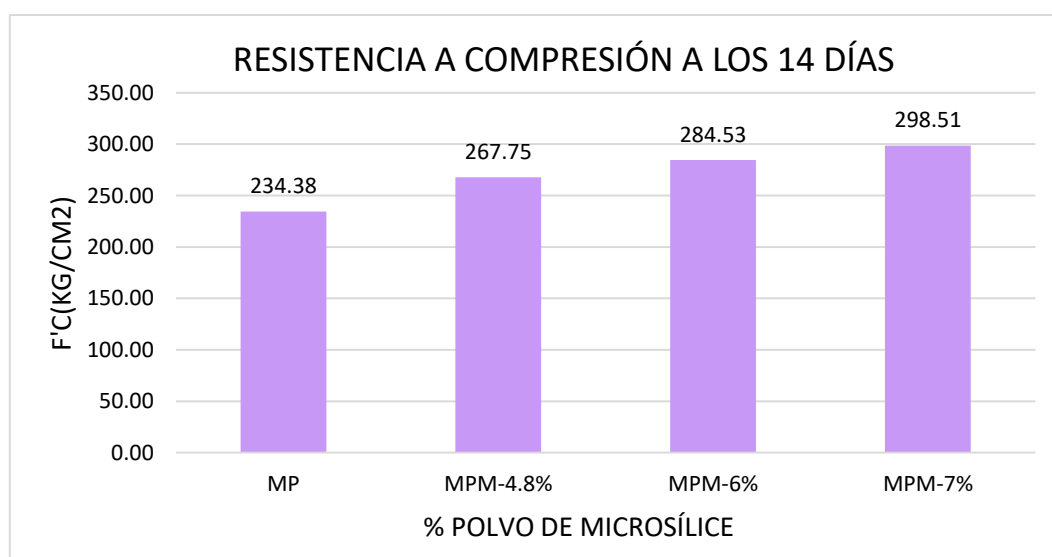


Figura 14. Comparación de las resistencias con respecto al día 14

En la figura 14, se pudo observar a los catorce días que al aumentar los porcentajes de polvo de microsílíce, ha tenido como consecuencia un aumento en la resistencia a comparación con el diseño patrón que obtuvo 234.38kg/cm<sup>2</sup>. Al agregar el 4.8% de microsílíce se obtuvo como resistencia 267.75kg/cm<sup>2</sup>, al 6% de microsílíce obtuvo 284.53kg/cm<sup>2</sup> y para el 7% de microsílíce obtuvo 298.51kg/cm<sup>2</sup>.

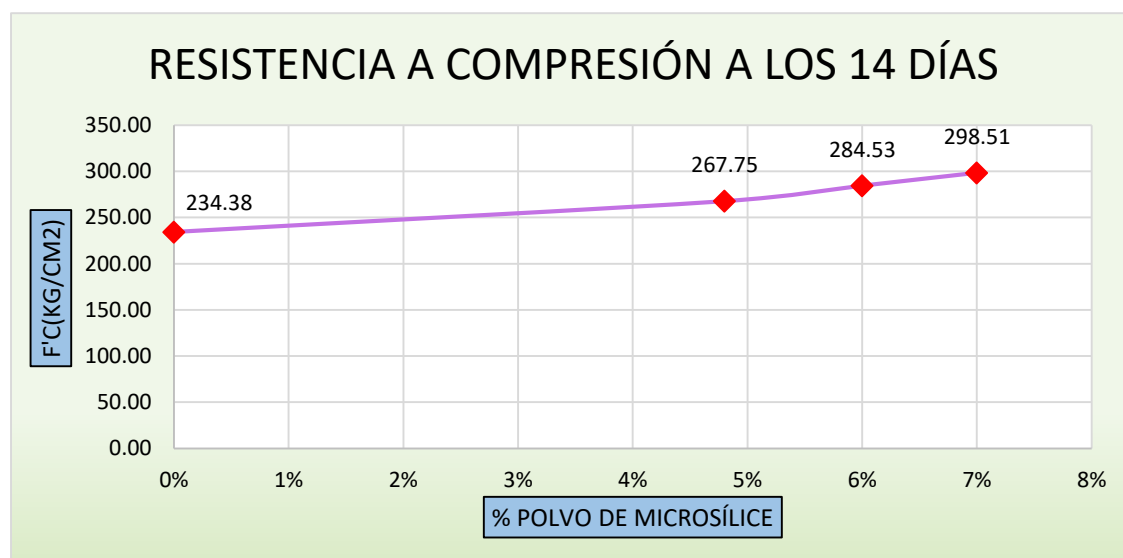


Figura 15. Curva de comparación de las resistencias al día 14

En la figura 15, se demostró que a partir de haber empleado polvo de microsílíce comenzó a aumentar la resistencia. Por lo que al haber empleado 4.8% de microsílíce aumento en 14.24%, al 6% se obtuvo un aumento de 21.40% y con 7% se obtuvo un aumento de 27.36% comparado con el diseño patrón.

### Compresión – Día 28

Los datos fueron recolectados de una fuente secundaria, luego se procedió a utilizar la fórmula de interpolación para obtener las dosificaciones 4.8%, 6% y 7%.

Tabla 26. Recolección de datos en el día 28

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	SUSTITUCIÓN (%)	EDAD (día)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DISEÑO (%)	VARIACIÓN CON EL PATRÓN (%)
MP	0	28	210	307.28	146.32	-
MMS-4	4	28	210	328.12	156.25	6.78
MMS-8	8	28	210	387.54	184.54	26.12

Fuente: Zúñiga y Condori, 2019

Al obtener la información se procedió a introducir los valores que se quiere hallar dentro del intervalos de los datos, para obtener resultados de la presente tesis.

**Tabla 27. Tabulación e interpolación de datos en el día 28**

TABULACIÓN DE DATOS	
% POLVO DE MICROSÍLICE	COMPRESIÓN kg/cm2
0%	307.28
4%	328.12
4.8%	Ya
6.0%	Yb
7.0%	Yc
8%	387.54

X	Y
X <sub>0</sub> 4	Y <sub>0</sub> 328.12
X	Y
X <sub>1</sub> 8	Y <sub>1</sub> 387.54

X	Y
X <sub>0</sub> 4	Y <sub>0</sub> 328.12
X 6	Y
X <sub>1</sub> 8	Y <sub>1</sub> 387.54

X	Y
X <sub>0</sub> 4	Y <sub>0</sub> 328.12
X 7	Y
X <sub>1</sub> 8	Y <sub>1</sub> 387.54

$$y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} * (x - x_0)$$

Ya=	340.00
-----	--------

Yb=	357.83
-----	--------

Yc=	375.69
-----	--------

Fuente: Elaboración propia

Al interpolar dio como resultado una nueva ficha de registro de datos, en base a los porcentajes de microsilíce que se empleó en esta investigación.

**Tabla 28. Resultado de las resistencias en el día 28**

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	SUSTITUCIÓN (%)	EDAD (día)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DISEÑO (%)	VARIACIÓN CON EL PATRÓN (%)
MP	0	28	210	307.28	146.32	-
MPM-4.8%	4.8	28	210	340.00	161.91	10.65
MPM-6%	6	28	210	357.83	170.40	16.45
MPM-7%	7	28	210	372.69	177.47	21.29

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la **Tabla 28**, se realizó la figura 16 para apreciar la variación de resistencia de acuerdo a los porcentajes de microsilíce.

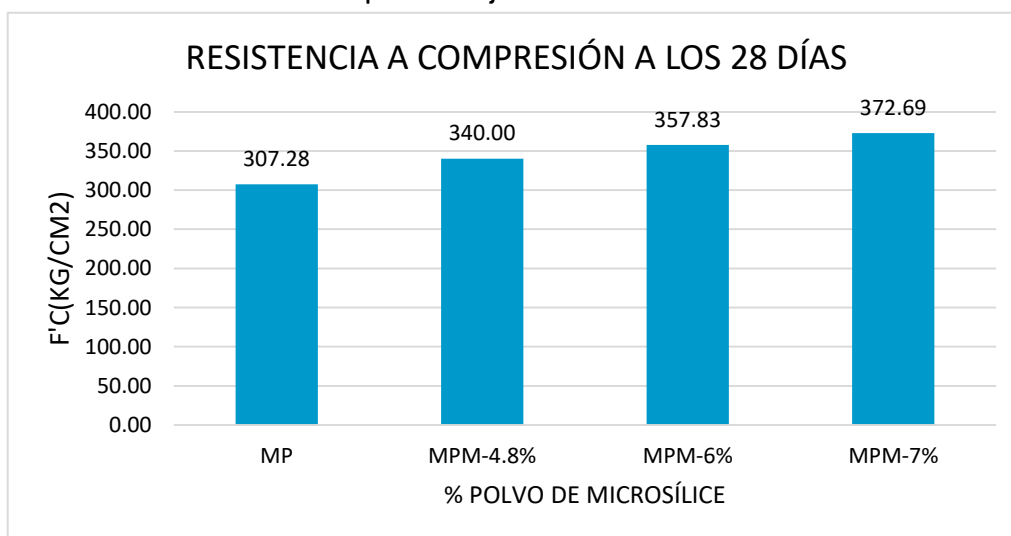


Figura 16. Comparación de las resistencias con respecto al día 28

En la figura 16, se pudo observar a los veintiochos días que al aumentar los porcentajes de polvo de microsílíce, ha tenido como consecuencia un aumento en la resistencia a comparación con el diseño patrón que obtuvo 307.28kg/cm<sup>2</sup>. Al agregar el 4.8% de microsílíce se obtuvo como resistencia 340kg/cm<sup>2</sup>, al 6% de microsílíce obtuvo 357.83kg/cm<sup>2</sup> y para el 7% de microsílíce obtuvo 372.69kg/cm<sup>2</sup>.

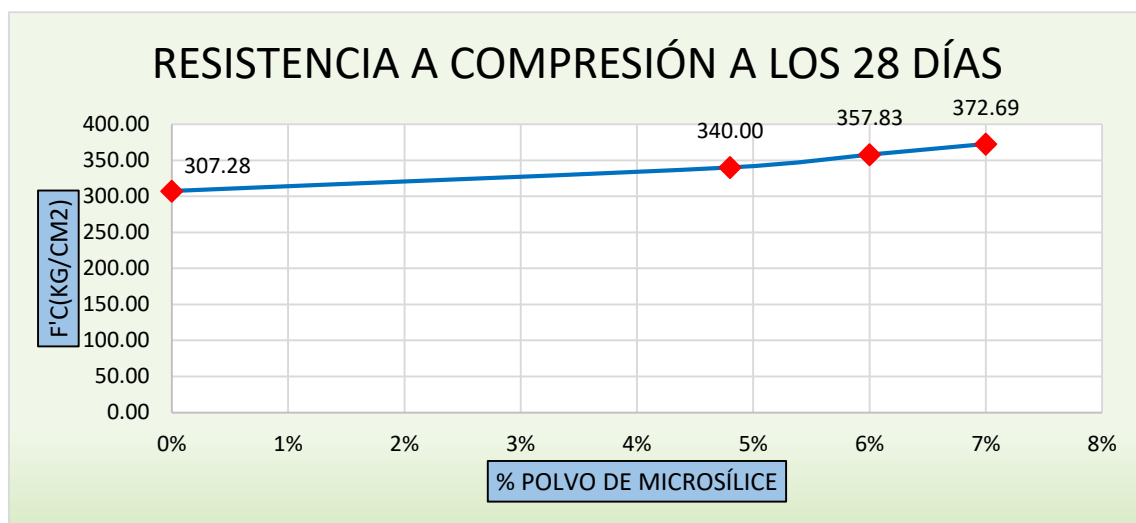


Figura 17. Curva de comparación de las resistencias al día 28

En la figura 17, se demostró que a partir de haber empleado polvo de microsílíce comenzó a aumentar la resistencia. Por lo que al haber empleado 4.8% de microsílíce se obtuvo un aumento de 10.65%, al 6% se obtuvo un aumento de 16.45% y con 7% se obtuvo un aumento de 21.29% comparado con el diseño patrón. Por lo que al haber empleado esta curva permitió conocer el rango de aplicarlo, deduciendo que a mayores porcentajes aumenta la resistencia.

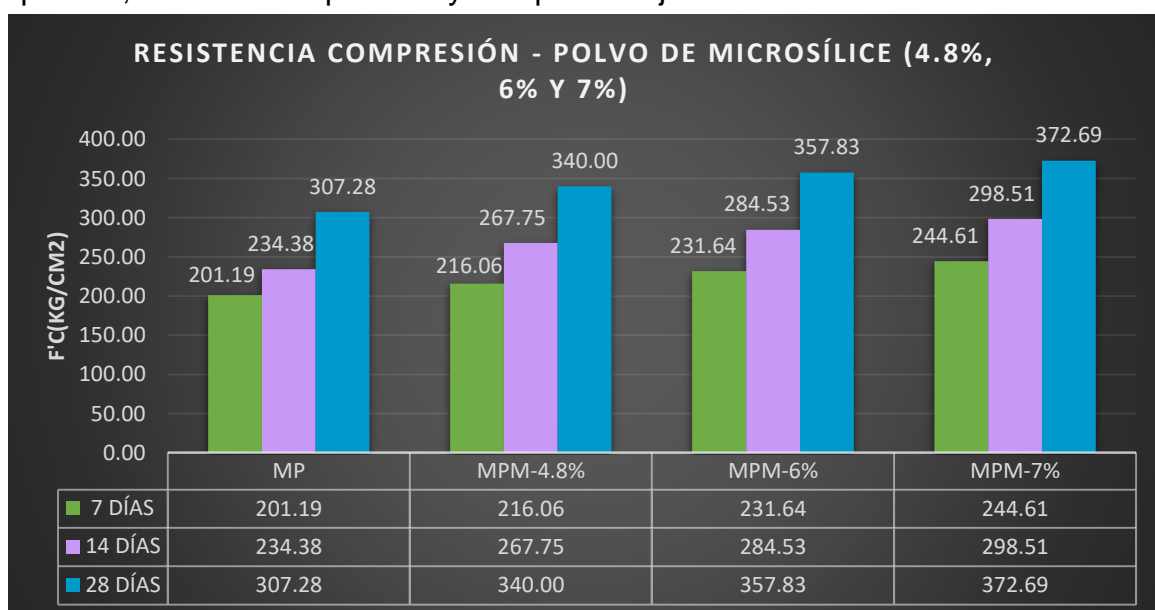


Figura 18. Resistencias a los 7; 14 y 28 días

### **Interpretación (Figura 18):**

La presente tesis evaluó la resistencia a compresión a los 7; 14 y 28 días. Al concreto patrón se le sustituyó parcialmente el cemento por los porcentajes que se planteó en esta investigación de 4.8%; 6% y 7% de polvo de microsílíce, para analizar si es factible el uso de polvo de microsílíce como sustituto parcial del cemento. Donde se obtuvo que el concreto patrón al día 28 alcanzó una resistencia de 307.28kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el concreto con polvo de microsílíce a mayor dosis generó un aumento, el que obtuvo mayor desempeño a compresión fue el de 7% obteniendo una resistencia de 372.69kg/cm<sup>2</sup> y el que obtuvo menor desempeño al concreto fue el del 4.8% que obtuvo una resistencia de 340.00kg/cm<sup>2</sup>, este análisis aportó porque da un rango para emplear el polvo de microsílíce. Por lo mismo, que al haber aumentado dosis generó mayor resistencia, eso se debió ya que al emplear el microsílíce que es un aditivo de adición mineral, tiene propiedades puzolánicas teniendo como efecto menos porosidad, lo que ocasiono mejor desempeño.

### **Resistencia a la flexión (ceniza volante)**

Este ensayo es muy importante para evaluar el concreto, debido que las estructuras hacen uso de dicha capacidad. Por el motivo de la pandemia mundial del 2020, se realizó la recolecta de datos de fuentes secundarias, debido a que no se encontró una fuente parecida que haya realizado resistencia a flexión, por lo que se consideró la ceniza volante por lo mismo que en la teoría de esta investigación se mencionó que el microsílíce es un elemento de adición mineral artificial al igual que la ceniza volante. Por ese motivo, para este ensayo se tomó los datos de ceniza volante que realizaron a los 28 días, siguiendo la NTP 339.078, después se procedió a tabular los datos que aplicaron ceniza volante al concreto como sustituto del cemento. Luego se procedió a utilizar la fórmula de interpolación para obtener resultados de los porcentajes que se planteó en la investigación (4.8%, 6% y 7%).

### **Flexión – Día 28**

Los datos fueron recolectados de una fuente secundaria que, para obtener el módulo de ruptura consideró la fórmula de falla que ocurre dentro del tercio medio de luz, luego se procedió a utilizar la fórmula de interpolación para obtener las dosificaciones 4.8%, 6% y 7%.

**Tabla 29.** Recolección de datos en el día 28

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	SUSTITUCIÓN (%)	EDAD (día)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	MÓDULO DE RUPTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	VARIACIÓN CON EL PATRÓN (%)
P-0%	0	28	45.0	38.34	-
P-2.5%	2.5	28	45.0	39.87	3.99
P-5%	5	28	45.0	40.89	6.65
P-10%	10	28	45.0	35.59	-7.17
P-15%	15	28	45.0	30.69	-19.95

Fuente: Yapuchura, 2019

Al obtener la información se procedió a introducir los valores que se quiere hallar dentro del intervalos de los datos, para obtener resultados de la presente tesis.

**Tabla 30.** Tabulación e interpolación de datos en el día 28

TABULACIÓN DE DATOS	
% POLVO DE MICROSÍLICE	COMPRESIÓN kg/cm <sup>2</sup>
0%	38.34
2.5%	39.87
4.8%	Ya
5%	40.89
6%	Yb
7%	Yc
10%	35.59
15%	30.69

X	Y
X <sub>0</sub> 2.5	Y <sub>0</sub> 39.87
X 4.8	Y
X <sub>1</sub> 5	Y <sub>1</sub> 40.89

$$y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} * (x - x_0)$$

Ya= 40.81

X	Y
X <sub>0</sub> 5	Y <sub>0</sub> 40.89
X 6	Y
X <sub>1</sub> 10	Y <sub>1</sub> 35.59

Yb= 39.83

X	Y
X <sub>0</sub> 5	Y <sub>0</sub> 40.89
X 7	Y
X <sub>1</sub> 10	Y <sub>1</sub> 35.59

Yc= 38.77

Fuente: Elaboración propia

Al interpolar dio como resultado una nueva ficha de registro de datos, en base a los porcentajes que se empleó en esta investigación.

**Tabla 31.** Resultado de las resistencias en el día 28

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	SUSTITUCIÓN (%)	EDAD (día)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	MÓDULO DE RUPTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	VARIACIÓN CON EL PATRÓN (%)
MP	0	28	45.0	38.34	-
MPM-4.8%	4.8	28	45.0	40.81	6.44
MPM-6%	6	28	45.0	39.83	3.89
MPM-7%	7	28	45.0	38.77	1.12

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la **Tabla 31**, se realizó la figura 19 para apreciar la variación de resistencia de acuerdo a las dosificaciones.

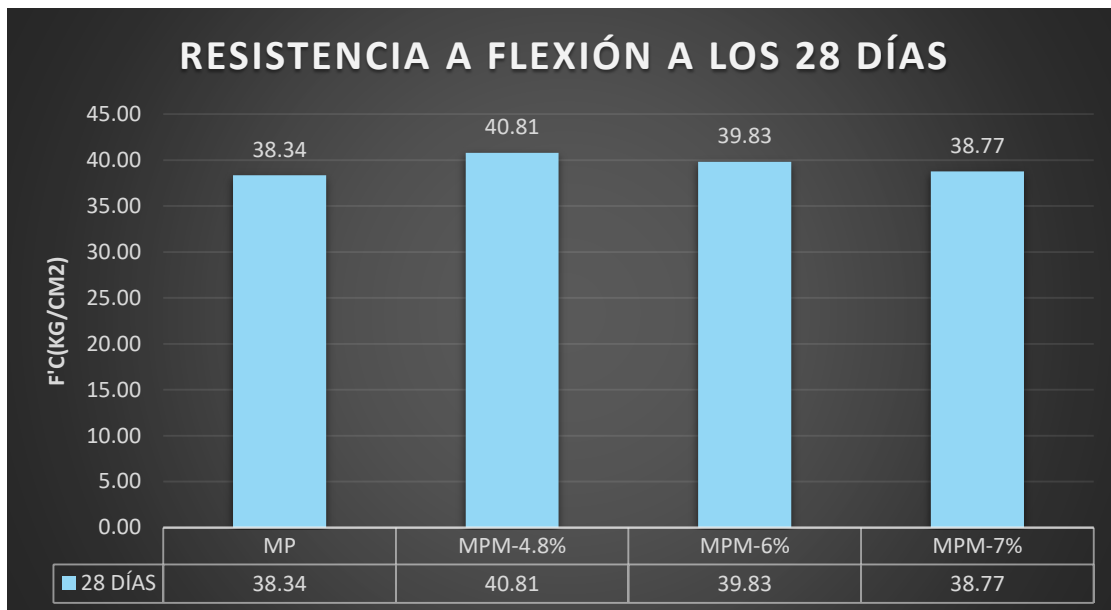


Figura 19. Comparación de las resistencias con respecto al día 28

**Interpretación (Figura 19):**

La presente tesis evaluó la resistencia a flexión a los 28 días. Al concreto patrón se le sustituyó parcialmente el cemento por los porcentajes que se planteó en esta investigación de 4.8%; 6% y 7%, para analizar si es factible el uso de esta adición mineral como sustituto. Donde se obtuvo que el concreto patrón al día 28 alcanzó un módulo de ruptura de 38.34kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el concreto con ceniza volante a las dosis empleadas generó un aumento, el que obtuvo un mejor desempeño a flexión a comparación de las otras dosificaciones fue el de 4.8% obteniendo una ruptura de 40.81kg/cm<sup>2</sup> aumentado en un 6.44% con respecto al patrón, al emplear el 6% obtuvo un módulo de ruptura de 39.83kg/cm<sup>2</sup> aumentando en un 3.89%. Y el que obtuvo menor resistencia a las otras dosificaciones fue el del 7% que obtuvo un módulo de ruptura de 38.77kg/cm<sup>2</sup> aumentando en un 1.12% comparado con el concreto patrón, este análisis aportó porque da un rango para emplear la ceniza volante que 1% a 4.8% porque generó mayor aumento a la resistencia, eso se debió ya que al emplear la ceniza volante que es un elemento de adición mineral tiene propiedades puzolánicas, pero no actúa de la misma forma que el microsílíce, eso se debe a que el microsílíce tiene mayor efecto puzolánico y se complementa mejor con el cemento, generando que obtenga una mayor resistencia a diferencia de la ceniza volante.





Figura 20. Curva de comparación de las resistencias al día 28

En la figura 20, se demostró que a partir de la dosificación 7% de microsilíce (ceniza volante) comenzó a disminuir la resistencia con respecto al patrón, siendo el más resistente el 4.8% porque obtuvo un aumento en la resistencia de 6.44%.

### Diseño de mezcla

El diseño de mezcla que se consideró en esta tesis es de 210 kg/cm<sup>2</sup>, por esa razón se obtuvo el diseño por medio de fuentes secundarias (**Tabla 32** y **Tabla 33**) que realizaron el diseño por medio del método ACI 211.1 que luego ha sido corregido por humedad.

**Tabla 32.** *Diseño de mezcla patrón microsilíce*

DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN (humo sílice)		
MATERIALES	CANTIDAD	UND
CEMENTO	367.12	Kg
AGREG. FINO	665.22	Kg
AGREG. GRUESO	1078.31	Kg
AGUA	197.95	Lt

Fuente: Zúñiga y Condori, 2019

**Tabla 33.** *Diseño de mezcla patrón microsilíce (ceniza volante)*

DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN (ceniza volante)		
MATERIALES	CANTIDAD	UND
CEMENTO	345.63	Kg
AGREG. FINO	665.74	Kg
AGREG. GRUESO	1196.63	Kg
AGUA	182.79	Lt

Fuente: Yapuchura, 2019

### Diseño de mezcla con polvo de microsílíce (1m3)

Para el diseño de microsílíce, fue empleado en la fuente secundaria como reemplazo parcial del cemento. De acuerdo a la hoja técnica de Chema fume, se debe considerar usar un aditivo plastificante, porque al usar microsílíce genera un incrementó en la cantidad de agua por eso se recomienda (145ml a 36.ml por bolsa de cemento). Por ejemplo, para el 4.8% de microsílíce se realizó lo siguiente:

$$Q(\text{peso de microsílíce}) = \text{peso cemento} * 4.8\%$$

$$* \text{Cemento} = \text{Peso del cemento} - Q$$

\* Para el uso de plastificante se consideró 0.36lt/bolsa

**Tabla 34.** *Diseño de mezcla con 4.8% polvo de microsílíce*

DISEÑO DE MEZCLA CON 4.8% DE MICROSÍLICE		
MATERIALES	CANTIDAD	UND
CEMENTO	352.44	Kg
MICROSÍLICE	14.68	Kg
AGREG. FINO	665.22	Kg
AGREG. GRUESO	1078.31	Kg
AGUA	197.95	Lt
PLASTIFICANTE	0.36	Lt/bolsa

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 35.** *Diseño de mezcla con 6% polvo de microsílíce*

DISEÑO DE MEZCLA CON 6% DE MICROSÍLICE		
MATERIALES	CANTIDAD	UND
CEMENTO	345.09	Kg
MICROSÍLICE	22.03	Kg
AGREG. FINO	665.22	Kg
AGREG. GRUESO	1078.31	Kg
AGUA	197.95	Lt
PLASTIFICANTE	0.36	Lt/bolsa

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 36.** *Diseño de mezcla con 7% polvo de microsílíce*

DISEÑO DE MEZCLA CON 7% DE MICROSÍLICE		
MATERIALES	CANTIDAD	UND
CEMENTO	341.42	Kg
MICROSÍLICE	25.70	Kg
AGREG. FINO	665.22	Kg
AGREG. GRUESO	1078.31	Kg
AGUA	197.95	Lt
PLASTIFICANTE	0.36	Lt/bolsa

Fuente: Elaboración propia

### Diseño de mezcla con polvo de microsílíce (ceniza volante) para 1m<sup>3</sup>

Para el ensayo de flexión no se encontró datos con microsílíce, por lo que se empleó otro elemento de igual manera de adición mineral, el cual fue la ceniza volante. Al haber considerado datos con ese elemento se tomó otro diseño de mezcla patrón y luego se realizó otro diseño sustituyendo el cemento por la ceniza volante. Por ejemplo, para el 4.8% de microsílíce se realizó lo siguiente:

**Tabla 37.** *Diseño de mezcla con 4.8%*

DISEÑO DE MEZCLA CON 4.8% DE CENIZA VOLANTE		
MATERIALES	CANTIDAD	UND
CEMENTO	329.04	Kg
CENIZA VOLANTE	16.59	Kg
AGREG. FINO	657.74	Kg
AGREG. GRUESO	1196.63	Kg
AGUA	182.79	Lt

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 38.** *Diseño de mezcla con 6%*

DISEÑO DE MEZCLA CON 6% DE CENIZA VOLANTE		
MATERIALES	CANTIDAD	UND
CEMENTO	324.89	Kg
CENIZA VOLANTE	20.74	Kg
AGREG. FINO	657.74	Kg
AGREG. GRUESO	1196.63	Kg
AGUA	182.79	Lt

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 39.** *Diseño de mezcla con 7%*

DISEÑO DE MEZCLA CON 7% DE CENIZA VOLANTE		
MATERIALES	CANTIDAD	UND
CEMENTO	321.44	Kg
CENIZA VOLANTE	24.19	Kg
AGREG. FINO	657.74	Kg
AGREG. GRUESO	1196.63	Kg
AGUA	182.79	Lt

Fuente: Elaboración propia

### Costo por m<sup>3</sup>

En esta investigación se consideró realizar un análisis de costos unitarios como una forma de evaluar el costo del concreto patrón y la dosificación óptima de polvo de humo de sílice. Para este análisis se tomó en cuenta los precios de mayo 2020 para materiales, equipos y en mano de obra se tomó del boletín de CAPECO y una tesis.

**Tabla 40.** APU del concreto patrón de polvo de microsílíce

PARTIDA		CONCRETO F'C= 210KG/CM2 - CONCRETO PATRÓN				
REND.	MO.	EQ.	Jornada (h)	COSTO UNITARIO POR M3		
M3/DIA	20.00	20.00	8			366.51
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE RECURSOS	UNID.	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>100.56</b>
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	25.25	2.02
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	22.96	18.37
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	18.16	14.53
0147010004	PEÓN	hh	10.0000	4.0000	16.41	65.64
<b>MATERIALES</b>						<b>255.45</b>
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		8.6381	22.20	191.77
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4158	40.00	16.63
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.7650	60.00	45.90
0239050000	AGUA	m3		0.1980	5.83	1.15
<b>EQUIPOS</b>						<b>10.50</b>
0337010001	HERRAMIENTA MANUAL	%mo		0.0300	100.56	3.02
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	7.14	2.86
0349100011	MEZCLADORA DE TAMBOR 18HP 11-113 p3	hm	1.0000	0.4000	11.56	4.62

Fuente: Elaboración propia

### Dosificación óptima para resistencia a compresión – 7% de microsílíce

**Tabla 41.** APU del concreto con 7% microsílíce (MPM-7%)

PARTIDA		CONCRETO F'C= 210KG/CM2 - CONCRETO CON MICROSÍLICE (7%)				
REND.	MO.	EQ.	Jornada(h)	COSTO UNITARIO POR M3		
M3/DIA	20.00	20.00	8			545.63
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE RECURSOS	UNID.	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>100.56</b>
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	25.25	2.02
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	22.96	18.37
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	18.16	14.53
0147010004	PEÓN	hh	10.0000	4.0000	16.41	65.64
<b>MATERIALES</b>						<b>382.95</b>
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		8.0334	22.20	178.34
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4158	40.00	16.63
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.7650	60.00	45.90
0221000001	MICROSÍLICE	bls		1.1321	125.50	142.08
0229120064	PLASTIFICANTE	gln		0.7640	39.90	30.48
0239050000	AGUA	m3		0.1980	5.83	1.15
<b>EQUIPOS</b>						<b>10.50</b>
0337010001	HERRAMIENTA MANUAL	%mo		0.0300	100.56	3.02
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	7.14	2.86
0349100011	MEZCLADORA DE TAMBOR 18HP 11-113 p3	hm	1.0000	0.4000	11.56	4.62

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a que se consideró un diseño patrón, se hizo un diseño con microsílíce y se realizó una comparación de resistencias de humo de sílice siendo la dosificación óptima el 7% para resistencia compresión. Por esa razón se analizó los costos para 1m3 entre el diseño patrón y diseño con 7% de polvo de microsílíce. Obteniendo según la **Tabla 40** que el costo para el diseño patrón de una resistencia compresión de 307.28kg/cm2 es de S/ 366.51 y según la **Tabla 41** el costo para el diseño 7% de microsílíce con una resistencia de 372.69kg/cm2 es de S/ 545.63.

### Comparación con dosificación óptima de hule en compresión para 1m3

**Tabla 42.** APU del concreto con 2.5% hule reciclado (MH-2.5%)

PARTIDA 01. 01. 02 CONCRETO F'C= 210KG/CM2 - CONCRETO CON HULE(2.5%)						
REND. M3/DIA	MO. 20.00	EQ. 20.00	Jornada(h) 8	COSTO UNITARIO POR M3		366.98
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE RECURSOS	UNID	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>100.56</b>
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	25.25	2.02
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	22.96	18.37
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	18.16	14.53
0147010004	PEÓN	hh	10.0000	4.0000	16.41	65.64
<b>MATERIALES</b>						<b>265.33</b>
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		8.1529	22.20	180.99
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4961	40.00	19.87
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.7685	60.00	46.15
	HULE RECICLADO	kg		8.6467	2.00	17.29
0239050000	AGUA	m3		0.1875	5.83	1.09
<b>EQUIPOS</b>						<b>10.50</b>
0337010001	HERRAMIENTA MANUAL	%mo		0.0300	100.56	3.02
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	7.14	2.86
0349100011	MEZCLADORA DE TAMBOR 18HP 11-113 p3	hm	1.0000	0.4000	11.56	4.62

Fuente: Elaboración propia

Se analizó el costo 1m3 entre un producto químico (microsílíce) y natural (hule reciclado) según sus dosificaciones óptimas en compresión. En cuanto en cantidades de materiales, el 7% microsílíce uso 8.03 bolsas de cemento, en cambio el 2.5% hule uso 8.15 bolsas; en arena gruesa el que empleo más fue el hule uso 0.50m3 en cambio el microsílíce uso 0.41m3, en piedra chancada el que uso más fue el hule de 0.769m3 en cambio el microsílíce uso 0.765m3 y para el agua el que uso más fue el microsílíce unos 0.198 litros sin embargo el hule uso 0.188 litros como se ve en la **Tabla 41** y **Tabla 42**. Por último, se comparó los precios totales entre el 7% de microsílíce que costo S/ 545.63 para una resistencia de 340kg/cm2

y el 2.5% de hule que costo S/366.98 para una resistencia de 297.58kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo una diferencia de S/176.50 siendo el producto natural más económico, pero a la vez menos resistente a comparación del elemento de adición mineral.

**Tabla 43.** APU del concreto patrón de polvo de microsílíce (ceniza volante)

PARTIDA		01. 01. 05		CONCRETO F'C= 210KG/CM2 - CONCRETO PATRÓN		
REND.	MO.	EQ.	Jornada (h)	COSTO UNITARIO POR M3		364.62
M3/DIA	20.00	20.00	8			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE RECURSOS	UNID.	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>100.56</b>
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	25.25	2.02
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	22.96	18.37
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	18.16	14.53
0147010004	PEÓN	hh	10.0000	4.0000	16.41	65.64
<b>MATERIALES</b>						<b>253.57</b>
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		8.1325	22.20	180.54
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4577	40.00	18.31
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8943	60.00	53.66
0239050000	AGUA	m3		0.1828	5.83	1.07
<b>EQUIPOS</b>						<b>10.50</b>
0337010001	HERRAMIENTA MANUAL	%mo		0.0300	100.56	3.02
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	7.14	2.86
0349100011	MEZCLADORA DE TAMBOR 18HP 11-113 p3	hm	1.0000	0.4000	11.56	4.62

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a que se consideró un diseño patrón, se hizo un diseño con ceniza volante y se realizó una comparación de resistencias siendo la dosificación óptima el 4.8% para resistencia flexión. Por esa razón se analizó los costos para 1m<sup>3</sup> entre el diseño patrón y diseño con 4.8% de ceniza volante. Obteniendo según la **Tabla 43** que el costo para el diseño patrón de una resistencia flexión de 38.34kg/cm<sup>2</sup> es de S/ 364.62 y según la **Tabla 44** el costo para el diseño 4.8% de ceniza volante con una resistencia de 40.81kg/cm<sup>2</sup> es de S/ 359.09, generando una reducción de costo en un S/5.53 al haber empleado esta adición mineral obteniendo mejor resistencia a flexión.

## Dosificación óptima para resistencia a flexión – 4.8% ceniza volante

**Tabla 44.** APU del concreto con 4.8% microsílíce (ceniza volante)

PARTIDA 01. 01. 06 CONCRETO F'C= 210KG/CM2 - CONCRETO CON CENIZA (4.8%)						
REND. M3/DIA	MO. 20.00	EQ. 20.00	Jornada(h) 8	COSTO UNITARIO POR M3		359.09
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE RECURSOS	UNID	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>100.56</b>
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	25.25	2.02
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	22.96	18.37
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	18.16	14.53
0147010004	PEÓN	hh	10.0000	4.0000	16.41	65.64
<b>MATERIALES</b>						<b>248.04</b>
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		7.7421	22.20	171.87
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4577	40.00	18.31
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8943	60.00	53.66
0221000001	CENIZA VOLANTE	bls		0.3918	8.00	3.13
0239050000	AGUA	m3		0.1828	5.83	1.07
<b>EQUIPOS</b>						<b>10.50</b>
0337010001	HERRAMIENTA MANUAL	%mo		0.0300	100.56	3.02
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	7.14	2.86
0349100011	MEZCLADORA DE TAMBOR 18HP 11-113 p3	hm	1.0000	0.4000	11.56	4.62

Fuente: Elaboración propia

### Contrastación de hipótesis

*La dosificación del polvo microsílíce influye positivamente en las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019.*

Por medio de los ensayos realizados en la presente tesis, se afirmó la influencia de las dosificaciones de microsílíce en el concreto, por lo mismo que a mayor proporción aumentó la resistencia a compresión como se ve en la *figura 16* y al haber empleado en flexión el microsílíce (ceniza volante) generó un aumento en la resistencia, pero a mayor proporción disminuyó la resistencia como se mostró en la *figura 19*.

*La dosificación óptima del polvo de microsílíce contribuye de manera moderada en el costo de las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019.*

Con los resultados obtenidos en la presente tesis, en compresión a mayor proporción de microsílíce generó un aumento en la resistencia, siendo la dosificación óptima el 7% que ocasionó un incremento en el costo por 1m3 de

concreto; en flexión a mayor proporción de microsílíce (ceniza volante) generó una disminución en la resistencia, siendo el óptimo el 4.8% que ocasionó una disminución en el costo por 1m<sup>3</sup> de concreto.

*La dosificación del hule reciclado de neumático influye moderadamente en las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019.*

Por medio de los ensayos realizados en la presente tesis, se afirmó la influencia moderada que tuvo las dosificaciones de hule en el concreto, por lo mismo que solo favoreció el hule en la resistencia a compresión como se mostró en la *figura 7*; por lo contrario, en flexión el hule no favorece ya que generó una disminución en la resistencia y que a mayor proporción se generó una disminución como se mostró en la *figura 10*.

*La dosificación óptima del hule reciclado de neumático contribuye de manera moderada en el costo de las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019.*

Con los resultados obtenidos en la presente tesis, en compresión y flexión a mayor proporción de hule generó una disminución en la resistencia, siendo la dosificación óptima el 2.5% en ambas propiedades que ocasionó un incremento mínimo en el costo por 1m<sup>3</sup> de concreto.



## V. DISCUSIÓN

Esta investigación adiciono hule reciclado y microsílíce en un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . El cual al concreto patrón se le reemplazó al agregado fino en dosificaciones de 2.5%, 4.5% y 6% por hule reciclado y el otro estudio fue que al concreto patrón se le reemplazó al cemento en dosificaciones de 4.8%, 6% y 7% por microsílíce.

### 5.1. Influencia del polvo de microsílíce en las propiedades del concreto

Para la compresión, según Achahuanco y Gutiérrez (2019) en su investigación agregó dosificaciones de 7%, 10% y 15% de microsílíce en relación al peso del cemento y lo sustituyo parcialmente, de esta manera obtuvo variaciones generando un aumento en la resistencia a compresión en un rango de 3.16% a 10.46% comparados con su concreto patrón que obtuvo  $307.33\text{kg/cm}^2$ ; en la presente tesis, se empleó de igual manera en relación al peso del cemento para sustituirlo en 4.8%, 6% y 7% de microsílíce obteniendo resultados similares al añadir mayor porcentaje generó un aumentó en la resistencia a compresión.

Para la flexión, según Patiño y Venegas (2017) en su investigación agregó 10%, 20% y 30% de ceniza volante, obteniendo una reducción en la resistencia a flexión en un rango de 16.43% a 18.85% comparado con su concreto patrón que obtuvo una resistencia de  $46.20\text{kg/cm}^2$ ; en la presente investigación, se utilizó porcentajes más bajos como 4.8%, 6% y 7% obteniéndose un aumento en la resistencia que el concreto patrón, se concuerda con los autores que a mayor porcentaje reduce la resistencia.

La dosificación del polvo microsílíce influye positivamente en las propiedades del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019. Por medio de los ensayos realizados para analizar las propiedades en la presente investigación, se afirmó que al sustituir el cemento por el microsílíce influyó positivamente en las propiedades del concreto por lo mismo que al comparar el concreto patrón con las dosificaciones de microsílíce generó un aumentó en la resistencia a compresión, en cuanto a la resistencia flexión el microsílíce (ceniza volante) obtuvo también un aumento en la resistencia comparado con el patrón.

¿Cómo influye la dosificación del polvo de microsilíce en las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019?

Para compresión, se realizó comparaciones con las dosificaciones planteadas de 4.8%, 6% y 7% a los 28 días, por lo que el concreto patrón obteniéndose de resultado una resistencia de  $307.28 \text{ kg/cm}^2$  y que al haber empleado el 7% de microsilíce obtuvo un aumento de 21.29% con respecto al patrón, indicando que a mayor porcentaje generó mayor resistencia.

Para flexión, se realizó comparaciones con las dosificaciones planteadas de 4.8%, 6% y 7% a los 28 días, con el concreto patrón obteniéndose de resistencia  $38.34 \text{ kg/cm}^2$  y al haber empleado 4.8% de microsilíce (ceniza volante) aumentó 6.44% se obtuvo mejor resistencia a la flexión, indicándose que a mayor porcentaje se generó una reducción en la resistencia. De acuerdo a los autores Patiño y Venegas ocurre lo mismo que en la presente investigación, ya que al emplear mayor dosificación de ceniza volante disminuye la resistencia, por lo que cuando empleó 10% de ceniza volante generó que su resistencia disminuyera en un 7.68%.

Las consideraciones que se presentó en la presente investigación, fue que al comienzo se planteó realizar el ensayo de tracción; al haber realizado la técnica de análisis documental, en las fuentes secundarias no se encontró el ensayo de tracción con influencia de microsilíce, por esa razón se modificó por el ensayo a flexión. Y de acuerdo, a ese cambio se modificó los porcentajes para estar dentro de los valores de la fuente secundaria para realizar la interpolación.

## **5.2. Contribuye la dosificación óptima de polvo de microsilíce en el costo**

Para la compresión, según Achahuanco y Gutiérrez (2019), en su investigación agregó porcentajes de 7%, 10% y 15% de microsilíce sustituyendo en el cemento, favoreciendo en las resistencias, por lo que los autores consideraron que su dosificación óptima necesaria es el 7% en compresión; en el desarrollo de la presente tesis, también se incorporó el microsilíce como sustituto del cemento en dosificaciones de 4.8%, 6% y 7% obteniéndose mejoras en las resistencias y el que generó mayor aumento a compresión fue el 7% de microsilíce.

Para la flexión, según Patiño y Venegas (2017) en su investigación agregó 10%, 20% y 30% de ceniza volante, obteniendo una reducción en la resistencia a flexión,

pero el que obtuvo mejor desempeño de sus tres dosificaciones fue el 10%; en la presente investigación, utilizó porcentajes más bajos como 4.8%, 6% y 7% obteniéndose un aumento en la resistencia que el concreto patrón, siendo la dosificación óptima para flexión el 4.8% de microsílíce (ceniza volante).

La dosificación óptima del polvo de microsílíce contribuye de manera moderada en el costo de las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019. Por medio de los resultados obtenidos, se confirmó que en compresión y flexión generaron una mejora en las propiedades del concreto, pero también al adicionar la dosificación óptima en compresión con 7% microsílíce generó un incrementó siendo desfavorable en el costo por  $\text{m}^3$  y en cuanto la dosificación óptima en flexión con 4.8% microsílíce (ceniza volante) generó una mínima disminución en el costo por  $\text{m}^3$ .

¿Cómo contribuye el polvo de microsílíce en el costo de las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019?

Para compresión, al realizarse el ensayo a los 28 días, el patrón consiguió un resultado de  $f'c = 307.28 \text{ kg/cm}^2$ , el cual su análisis de costo unitario fue de S/366.51 por  $1 \text{ m}^3$  de concreto comparado con el mejor resultado que se obtuvo a compresión que fue la proporción óptima de 7% obteniéndose  $f'c = 372.69 \text{ kg/cm}^2$  y su análisis de costo fue de S/545.63, generando un gasto de S/179.12 demás, pero esa inversión garantizó un mejor desempeño en la resistencia con un aumento de 21.29%, disminuyó la porosidad en el concreto y tendrá mayor vida útil en la estructura. Luego se comparó con un producto no químico cuya dosificación óptima de hule reciclado, fue el 2.5% que obtuvo  $f'c = 297.58 \text{ kg/cm}^2$  y su análisis de costo fue de S/366.98, al realizar la comparación se analizó que el hule fue favorable en resistencia compresión y es más económico.

Para flexión, al realizarse el ensayo a los 28 días, el patrón consiguió un resultado de  $f'c = 38.34 \text{ kg/cm}^2$  y su análisis de costo fue de S/364.62 por  $1 \text{ m}^3$  de concreto comparado con el mejor resultado que hubo a flexión que fue la proporción óptima de 4.8% de microsílíce (ceniza volante) que obtuvo  $40.81 \text{ kg/cm}^2$  y su análisis de costo fue de S/359.09, produciendo un ahorro de S/5.53, con ese producto

garantizó mayor resistencia a flexión en un 6.4% más y fue más económico por lo mismo que es un residuo de industrias termoeléctricas.

### **5.3. Influencia del hule reciclado en las propiedades del concreto**

Para la compresión, según Guzmán y Guzmán (2015) en su investigación agregó dosificaciones de 5%, 15% y 25% de hule en relación al peso del agregado fino y lo sustituyo parcialmente, de esta manera obtuvo variaciones generando una disminución en la resistencia a compresión en un rango de 7.18% a 44.15% comparados con su concreto patrón que obtuvo 282.70kg/cm<sup>2</sup>; en la presente tesis, se empleó de igual manera en relación al peso de arena para sustituirlo en 2.5%, 4.5% y 6% de hule obteniendo resultados similares al añadir mayor porcentaje generó una disminución en la resistencia a compresión, por lo que se concuerda con los autores.

Para flexión, según Torres (2014) en su investigación agregó dosificaciones de 10%, 20% y 30% de hule como sustituyo parcial de la arena, de esta manera obtuvo variaciones generando una disminución en la resistencia a flexión en un rango de 3.6% a 27.09% comparado con su concreto patrón que obtuvo 33.85kg/cm<sup>2</sup>; en la presente tesis, se empleó de igual manera en relación al peso de arena en 2.5%, 4.5% y 6% de hule obteniendo resultados similares porque no favoreció en el módulo de ruptura por lo mismo que generó una disminución en la resistencia.

La dosificación del hule reciclado de neumático influye moderadamente en las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019. Por medio de los ensayos realizados para analizar las propiedades en la presente investigación, se afirmó que al emplear hule influyó moderadamente en las propiedades del concreto, porque solo favoreció en la resistencia a compresión ya que generó un aumento en las resistencias, en cuanto en la resistencia flexión obtuvo una disminución en la resistencia comparado con el patrón.

¿Cómo influye la dosificación del hule reciclado de neumático en las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019?

Para compresión, se realizó comparaciones con las dosificaciones planteadas 2.5%, 4.5% y 6% a los 28 días, por lo que el concreto patrón obteniéndose de resultado una resistencia de 292.5kg/cm<sup>2</sup> y que al haber empleado 2.5% de hule

se obtuvo un aumento de 1.74% con respecto al patrón, indicando que a mayor porcentaje generó menor resistencia.

Para flexión, se realizaron comparaciones con las dosificaciones planteadas 2.5%, 4.5% y 6% a los 28 días, con el patrón obteniéndose de resistencia 41.65kg/cm<sup>2</sup> y al haber empleado 2.5% de hule disminuyó 13.77% se obtuvo mejor resistencia a comparación de las otras proporciones, indicándose que a mayor porcentaje de hule que se agrega generó una reducción en la resistencia. De acuerdo al autor Torres ocurre lo mismo que en la presente investigación, ya que al emplear mayor dosificación de hule disminuye la resistencia, concluyendo que para flexión no favorece el hule.

Las consideraciones que se presentó en la presente investigación, fue que al comienzo se planteó realizar el ensayo de tracción; al haber realizado la técnica de análisis documental, en las fuentes secundarias de los repositorios universitarios, no se encontró el ensayo de tracción con influencia de hule, por esa razón se modificó por el ensayo a flexión. Y de acuerdo, a ese cambio se modificó los porcentajes para estar dentro de los valores de la fuente secundaria para realizar la interpolación.

#### **5.4. Contribuye la dosificación óptima de hule reciclado en el costo**

Para la compresión, según Guzmán y Guzmán (2015) en su investigación agregó dosificaciones de 5%, 15% y 25% de hule en relación al peso del agregado fino y lo sustituyó parcialmente, de esta manera obtuvo variaciones generando una disminución en las resistencias, por lo que los autores consideraron como dosificación óptima el 5% en compresión; en el desarrollo de la presente tesis, se empleó de igual manera en relación al peso de arena para sustituirlo en 2.5%, 4.5% y 6% de hule obteniéndose mejoras en las resistencias y el que generó mayor aumento fue el 2.5% de hule en compresión.

Para flexión, según Torres (2014), en su investigación agregó porcentajes de 10%, 20% y 30% de hule sustituyendo en el agregado fino, obteniéndose una reducción en la resistencia, por lo que el autor consideró que su dosificación óptima para flexión es el 20%; en la presente tesis, utilizó porcentajes de 2.5%, 4.5% y 6% obteniéndose que al haber empleado las tres proporciones generaron una

disminución en la resistencia a comparación del patrón, por lo que se consideró como dosificación óptima el 2.5% para flexión, ya que fue más resistente que las otras proporciones utilizadas.

La dosificación óptima del hule reciclado de neumático contribuye de manera moderada en el costo de las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019. Por medio de los resultados obtenidos, se confirmó que se contribuye de forma moderada ya que en compresión generó un aumento en la resistencia, caso contrario en flexión que obtuvo reducción en la resistencia, pero en ambas propiedades se consideró como dosificación óptima el 2.5% de hule que generó un incremento mínimo en el costo por  $\text{m}^3$  en ambas propiedades.

¿Cómo contribuye la dosificación óptima del hule reciclado de neumático en el costo de las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en el Distrito de Chorrillos – 2019?

Para compresión, al realizarse el ensayo a los 28 días, el patrón se consiguió un resultado de  $f'c = 292.5 \text{ kg/cm}^2$ , el cual su análisis de costo unitario fue de S/359.40 por  $\text{m}^3$  de concreto comparado con el mejor resultado que se obtuvo a compresión que fue la proporción óptima de 2.5% obteniéndose  $f'c = 297.58 \text{ kg/cm}^2$  y su análisis de costo fue de S/366.98, generando un gasto de S/7.58 más, pero esa inversión garantizó un mejor desempeño en la resistencia con un aumento de 1.74% y una forma de reciclar.

Para flexión, al realizarse el ensayo a los 28 días, el patrón consiguió un resultado de  $f'c = 41.65 \text{ kg/cm}^2$  y su análisis de costo fue de S/359.40 por  $\text{m}^3$  de concreto comparado con la proporción que fue mejor de los otros porcentajes que fue la proporción óptima de 2.5% de hule que obtuvo  $35.92 \text{ kg/cm}^2$  y su análisis de costo fue de S/366.98, produciendo un gasto de S/7.58, con ese producto se recalcó que no es favorable considerarlo a flexión ya que redujo la resistencia en un 13.77%. Luego se comparó con un producto químico cuya dosificación óptima a flexión de ceniza volante, fue el 4.8% que obtuvo  $f'c = 40.81 \text{ kg/cm}^2$  y su análisis de costo fue de S/359.09, al realizar la comparación se analizó que la ceniza volante fue favorable en la resistencia a flexión y más económico.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se resolvió que, la incorporación del hule reciclado de neumático y polvo de microsilíce influyen positivamente en las propiedades del concreto en el Distrito de Chorrillos, observando mejoras positivas en las propiedades; al haber aumentado la resistencia a compresión con respecto al patrón; en la resistencia a flexión solo hubo mejoras positivas al emplearse microsilíce (ceniza volante), ya que al haber empleado hule reciclado generó menor resistencia que el patrón.
2. Se estableció el análisis de la dosificación de polvo de microsilíce en las propiedades del concreto, como reemplazo del cemento. Para compresión, la incorporación en porcentajes 4.8%, 6% y 7% de microsilíce influyó en el aumento de resistencia, porque se obtuvieron valores superiores al  $f'c=307.28\text{kg/cm}^2$  que obtuvo el patrón, al incorporarse un 4.8% de microsilíce se incrementó hasta un 10.65% y al 7% de microsilíce se incrementó hasta un 21.29%; entonces la influencia está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, por lo que la influencia es positiva a la resistencia a compresión quedó comprobada. Para flexión, la incorporación en porcentajes de 4.8%, 6% y 7% de microsilíce (ceniza volante) influyó en el aumento de resistencia, porque se obtuvieron valores superiores al  $f'c=38.34\text{kg/cm}^2$  que obtuvo el patrón, al incorporarse un 4.8% se incrementó hasta un 6.44% y al emplearse un 7% se incrementó solo hasta un 1.12% de resistencia; entonces la influencia está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, por lo que la influencia es positiva con respecto a la resistencia a flexión quedó comprobada.
3. Se estableció la influencia de la dosificación óptima de polvo de microsilíce en el costo de las propiedades del concreto. Para compresión, el concreto patrón costo S/ 366.51 y con la incorporación de microsilíce como equivalente del cemento se incrementó S/ 179.12 demás por  $1\text{m}^3$  de concreto, debido al costo del microsilíce de S/125.5 por bolsa (22.7kg), con esta dosificación se empleó 1 bolsa por  $1\text{m}^3$  y según la recomendación de la hoja técnica de Chema, se tenía que considerar un plastificante para aumentar la trabajabilidad, adicionándose 1 galón por  $1\text{m}^3$  que costo S/39.90; entonces la variación del costo estuvo directamente relacionada con los porcentajes propuestos, pero garantizó en el tiempo mejor vida útil en la estructura, por lo que la influencia moderada con respecto a la proporción óptima de microsilíce quedo comprobada.

Para flexión, el patrón costo S/364.62 y con la incorporación de microsílíce (ceniza volante) como equivalente de cemento obtuvo un ahorro de S/5.53 por 1m<sup>3</sup> de concreto, debido a que el costo de microsílíce (ceniza volante) de S/8.00 por bolsa (42.34kg), con esta dosificación se empleó 16.59kg por 1m<sup>3</sup>; entonces la variación del costo estuvo directamente relacionada con los porcentajes propuestos y garantizó mayor resistencia a flexión, por lo que la influencia moderada con respecto a la proporción óptima de microsílíce (ceniza volante) quedo comprobada.

4. Se estableció el análisis de la dosificación de hule reciclado en las propiedades del concreto, en relación al peso del agregado fino. Para compresión, la incorporación en porcentajes 2.5%, 4.5% y 6% de hule influyó en el aumento de resistencia, porque se obtuvieron valores superiores al  $f'c=292.5\text{kg/cm}^2$  que obtuvo el patrón, al incorporarse un 2.5% de hule se incrementó hasta un 1.74% de resistencia y al 4.5% de hule se incrementó solo hasta 0.48% de resistencia, pero al 6% de hule se disminuyó a un 12.99%; entonces la influencia es favorable hasta un 2.5% de hule y con proporciones mayores se redujo la resistencia, volviéndolo desfavorable sus inclusiones, por lo que, solo generó un mejoramiento inicial en la resistencia.

Para flexión, la incorporación en porcentajes 2.5%, 4.5% y 6% de hule no influyó en nada en el aumento de la resistencia, por el contrario, disminuyó de la resistencia que obtuvo el patrón que fue de  $f'c=41.65\text{kg/cm}^2$ , obteniéndose valores en forma decreciente desde  $f'c=35.92\text{kg/cm}^2$  con 2.5% de hule hasta un  $f'c=33.55\text{kg/cm}^2$  con un 6% de hule; entonces la influencia del hule es negativa en los porcentajes propuestos, respecto a la resistencia a flexión.

5. Se estableció la influencia de la dosificación óptima de hule reciclado de neumático en el costo de las propiedades del concreto. Para compresión y flexión, el patrón costo S/359.40 y con la incorporación del 2.5% de hule por el equivalente de agregado fino se incrementó S/ 7.59 demás por 1m<sup>3</sup> de concreto, debido a que el costo de hule fue de S/2.00 por kg, con esta dosificación empleó 8.65kg por 1m<sup>3</sup>; entonces la variación del costo estuvo directamente relacionada con los porcentajes propuestos, pero garantizó mayor resistencia solo para compresión y en flexión no generó buena resistencia, por lo que la influencia moderada con respecto a la proporción óptima de hule quedo comprobada.



## VII. RECOMENDACIONES

- En la presente investigación se seleccionaron porcentajes de polvo de microsílíce que iban desde 4.8% hasta un 7%, resultando: Para compresión, en todas ellas se logró el aumento de la resistencia; para continuar la investigación se recomienda aumentar en cantidades mayores a 7% la inclusión de microsílíce; hasta obtener la curva del óptimo a compresión. Para flexión, en todas ellas se logró el aumento de resistencia, pero a mayor proporción redujo la resistencia; para continuar la investigación se recomienda disminuir en cantidades menores a 4.8% de la inclusión de microsílíce (ceniza volante); hasta obtener la curva del óptimo a flexión.
- En la presente investigación se empleó los porcentajes de 4.8%, 6% y 7% de microsílíce donde se obtuvo un incremento en el costo con respecto al patrón, resultando: Para compresión, generó un gasto de hasta S/ 179.12 demás por 1m<sup>3</sup> de concreto con la incorporación de la dosificación óptima que fue el 7% de microsílíce; por lo que, esta inversión cuenta con beneficios para el concreto como mayor resistencia a compresión, reducción en la porosidad del concreto y a futuro mejor vida útil en la estructura. Para flexión, generó un ahorro de hasta S/ 5.53 por 1m<sup>3</sup> de concreto con la incorporación de la dosificación óptima que fue el 4.8% de microsílíce (ceniza volante); por lo que, este ahorro generó beneficios para el concreto como mayor resistencia a flexión y a futuro mejor vida útil en la estructura.
- En la presenta investigación al seleccionarse porcentajes de hule reciclado que iban desde 2.5% hasta un 6%, resultando: Para compresión, las proporciones de 2.5% y 4.5% obtuvo un incremento de la resistencia comparados con el patrón, pero al incrementar hasta un 6% obtuvo menor resistencia que el patrón; por lo que se recomienda disminuir en cantidades menores a 2.5% de la inclusión de hule reciclado; hasta obtener la curva del óptimo a compresión. Para flexión, las tres proporciones obtuvieron disminución en la resistencia comparados con el patrón; por lo que no se recomienda a flexión la inclusión de hule reciclado para futuras investigaciones.

- En la presente investigación se empleó los porcentajes de 2.5%, 4.5% y 6% de hule donde se obtuvo un incremento en el costo con respecto al patrón, resultando: Para compresión, generó un gasto de hasta S/ 7.59 demás por 1m<sup>3</sup> de concreto con la incorporación de la dosificación óptima que fue el 2.5% de hule; esta inversión cuenta con beneficio para el concreto como un aumento mínimo en la resistencia. Para flexión, generó un gasto de hasta S/ 7.59 demás por 1m<sup>3</sup> de concreto con la incorporación de 2.5%, de hule que fue el que mejor resistencia obtuvo de las otras proporciones y a la vez menor resistencia que el patrón; el cual esta inversión no se recomienda para la resistencia a flexión, por lo mismo, que ha generado una disminución en la resistencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### INTRODUCCIÓN

1. GCCA. Role of cement and concrete industry in combatting climate change to be discussed at UN Climate Action Summit [on line]. 2019, September,20. [Consultation date: May 15th, 2020]. Available in: <https://gccassociation.org/news/role-of-cement-and-concrete-industry-in-combatting-climate-change-to-be-discussed-at-un-climate-action-summit/>
2. La República. ADI PERÚ: Se construyen 50 mil viviendas informales al año en Lima. [en línea]. 2019, mayo, 22. [Fecha de consulta 15 mayo 2020]. Disponible en: <https://larepublica.pe/economia/1473643-viviendas-informales-construyen-50000-ano-lima-adi/>

### MARCO TEÓRICO

3. PATIÑO, Cristhian y VENEGAS, Edimar. *Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un concreto elaborado con ceniza volante en porcentajes de 10%, 20% y 30% en sustitución parcial del cemento* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad Andina del Cusco, Cusco, 2017. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/985>
4. ACHAHUANCO, Gary y GUTIERREZ, Alex. *Optimización de concretos estructurales  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, sobre sus propiedades mecánicas con adición de microsílíce en la ciudad del Cusco, 2017* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, 2019. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4498>
5. GUZMAN ROJAS, Yheyson y GUZMAN ROJAS, Esthefany. *Sustitución de los áridos por fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de concreto estructural en Chimbote-2015* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, 2015. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2717>
6. FARFÁN, M. y LEONARDO, E. Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante. *Revista ingeniería de construcción* [en línea]. 2018, Vol. 33, (3). 241-250. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. ISSN: 0718-5073. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50732018000300241&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50732018000300241&script=sci_arttext)
7. TORRES OSPINA, Hermes. *Valoración de propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho* [en línea]. Tesis Maestría, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, 2014. [Fecha de consulta: 10 mayo 2020]. Disponible en: <https://repositorio.escuelainq.edu.co/handle/001/169>

8. ALFAYEZ, S. *Eco-Efficient Preplaced Recycled Aggregate Concrete Incorporating Recycled Tire Waste Rubber Granules and Steel Wire Fibre Reinforcement* [on line]. Thesis professional degree. The University of Western Ontario, Canada 2018. [Consultation date: October 14th, 2019] Available in: [https://www.researchgate.net/publication/332160981\\_Ecoefficient\\_Preplaced\\_Recycled\\_Aggregate\\_Concrete\\_Incorporating\\_Recycled\\_Tire\\_Rubber\\_Granules\\_and\\_Seel\\_Wire\\_Fibre](https://www.researchgate.net/publication/332160981_Ecoefficient_Preplaced_Recycled_Aggregate_Concrete_Incorporating_Recycled_Tire_Rubber_Granules_and_Seel_Wire_Fibre)
9. GIDEON MOMANYI, S. *Properties of concrete with tire derived aggregate and crumb rubber as a lighthweight substitute for mineral aggregates in the concrete mix* [on line]. Thesis professional degree. The University of Texas at Arlington, USA, 2012. [Consultation date: October 14th, 2019] Available in: <https://search.proquest.com/docview/1035157077/CBF5137355BF435BPQ/2?accountid=37408>
10. AJIBOLA ISMAIL, T. *High performance recycled aggregate concrete incorporating micro silica and synthetic macro fibre* [on line]. Thesis professional degree. University of Birmingham, Great Britain, 2016. [Consultation date: October 14th, 2019] Available in: <https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/6984/1/Tijani16PhD.pdf>
11. PEREZ OYOLA, Juan y ARRIETA BALLÉN, Yeison. *Estudio para caracterizar una mezcla de concreto con caucho reciclado en un 5% en peso comparado con una mezcla de concreto tradicional de 3500psi* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C, 2017. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15486/1/Tesis.pdf>
12. ERASO FELIPE, Herwin y RAMOS, Natalia. *Estudio del comportamiento mecánico del concreto, sustituyendo parcialmente el agregado fino por caucho molido recubierto con polvo calcáreo* [en línea]. Tesis Título profesional, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2015. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en: <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/3442>
13. MALAGAVELLI, V.; SINGH, R. and RAO, P. Thermal Conductivity and Impact Resistance of Concrete Using Partial Replacement of Coarse Aggregate with Rubber. *Jordan Journal of Civil Engineering*. [on line]. 2016, Vol. 10, (2). 145-162. [Consultation date: October 14th, 2019]. ISSN: 1993-0461. Available in: <https://search.proquest.com/docview/1785648891/567B2D2514044175PQ/1?accountid=37408>
14. GHAFoori, N.; BatiLOV, I. and NAJIMI, M. Sulfate Resistance of Nanosilica and Microsilica Contained Mortars. *ACI Materials Journal*. [on line]. 2016, july-august, Vol. 113, (4). 459-469. [Consultation date: October 14th, 2019]. ISSN: 0889-325X. Available in: <https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal.aspx?m=details&i=51688989&m=details&i=51688989>

15. NIEVES, D. et al. Influencia del medio ambiente en la durabilidad del concreto, planteamiento del proyecto duración. *Ciencia UAT*. [en línea]. 2006, julio-septiembre, Vol. 1, (1). 54-56, p.54 [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. ISSN: 2007-7521. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441942905013>
  
16. LIZARAZO, J. and LOPEZ, L. Effect of silica fume addition on the chloride-related transport properties of high-performance concrete. *Dyna*. [on line]. 2012, february, Vol. 79, (171). 105-110, p.105 [Consultation date: October 14th, 2019]. ISSN: 0012-7353. Available in: <https://search.proquest.com/docview/1677479918/B2C0B7868A4E4D47PQ/1?accountid=37408>
  
17. NADIM, M. and AL-MANASEER, A. *Structural Concrete, theory and design* [on line]. 6° ed. USA: John Wiley & Sons, 2015, p.3. Consultation date: October 14th, 2019]. ISBN: 978-1-118-7681-8. Available in: <https://www.academia.edu/33273114/Structural-Concrete-Theory-and-Design-6th-Edition-By-M.-NADIM.pdf>
  
18. GUTIERREZ, L. *El concreto y otros materiales para la construcción*. 2.a ed. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, 2003, p.52. ISBN: 958-9322-82-4.
  
19. CABANILLAS HUACHUA, Emma. *Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, 2017, p.28. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1029>
  
20. GUTIERREZ, L. *El concreto y otros materiales para la construcción*. 2.a ed. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, 2003, p.57. ISBN: 958-9322-82-4.
  
21. QUIROZ CRESPO, Mariela y SALAMANCA OSUNA, Lucas. *Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de "Tecnología del hormigón"* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba – Bolivia, 2006, p.133. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en: [https://www.academia.edu/40375690/TECNOLOG%3%8DA\\_DEL\\_HORMI\\_G%3%93N\\_Presentado\\_por\\_MARIELA\\_VIVIAN QUIROZ\\_CRESPO](https://www.academia.edu/40375690/TECNOLOG%3%8DA_DEL_HORMI_G%3%93N_Presentado_por_MARIELA_VIVIAN QUIROZ_CRESPO)
  
22. GUZMAN ROJAS, Yheyson y GUZMAN ROJAS, Esthefany. *Sustitución de los áridos por fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de concreto estructural en Chimbote-2015* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, 2015, p.28. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2717>

23. VALENCIA, W.; ANGULO, D. y GUTIERREZ, R. Resistencia química de concretos de activación alcalina ceniza volante/ escoria: Sulfatos y ácidos. *Informador técnico*. [en línea]. 2018, enero-junio, Vol. 82, (1). 66-77, p.67. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. ISSN: 0122-056X. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2099348315/F9C280EDE6564F85PQ/1?accountid=37408>
24. ACI 116-R-00. *Terminología del cemento y del concreto*. México: Instituto mexicano del cemento y del concreto, 2002, p.5. ISBN: 9684641109
25. PASQUEL, E. *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú* [en línea]. 2.a ed. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú, 1998, p.15. [Fecha de consulta: 14 octubre 2019]. Disponible en: [https://es.slideshare.net/cmanuel\\_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru](https://es.slideshare.net/cmanuel_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru)
26. GHAFoori, N.; BatiLOV, I. and NAJIMI, M. Sulfate Resistance of Nanosilica and Microsilica Contained Mortars. *ACI Materials Journal*. [on line]. 2016, july-august, Vol. 113, (4). 459-469, p.459. [Consultation date: October 14th, 2019]. ISSN: 0889-325X. Available in: <https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal.aspx?m=details&i=51688989&m=details&i=51688989>
27. ANJOS, R. et al. Adição de microssílica e a secagem de concretos refratários. *Cerâmica* [en línea]. 2004, octubre-diciembre, Vol.50, (316). 331-335, p.331. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. ISSN: 0366-6913. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0366-69132004000400008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0366-69132004000400008&script=sci_arttext)
28. SIKA. *CONCRETO, aditivos para concreto* [en línea]. Colombia, p. 26. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. Disponible en: <https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/7/BROCHURE%20ADITIVOS%20PARA%20CONCRETO.pdf>
29. RIVVA, E. *Naturaleza y materiales del concreto* [en línea]. Lima: Capitulo peruano ACI, 2000, p.375. [Fecha de consulta: 14 octubre 2019]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/124675610/Naturaleza-y-Materiales-Del-Concreto-Enrique-Riva>
30. LAINEZ CRUZ, Pedro; MARTINEZ DÍAZ, Mauricio y VELASQUEZ ARAUJO, German. *Influencia del uso de microsíllice en las propiedades en estado fresco y endurecido en concreto de alta resistencia* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad de El Salvador, Ciudad Universitaria, 2012, p.14. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en: <http://sb.ues.edu.sv/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=40648>
31. ACUÑA, L. et al. Concreto de alto rendimiento, predicción de su resistencia a la compresión mediante redes neurales artificiales. *TECNIA* [en línea]. 2017, Vol. 27, (1). 51-59, p.53. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. ISSN: 0375-

32. GARCIA KRIETE, Luis. *Concreto de alto desempeño utilizando hormigón con adición de microsílíce y superplastificante en la ciudad de Huancayo* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, 2018, p.19. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4908>
33. PORTUGAL, Pablo. *Tecnología del concreto de alto desempeño* [en línea]. Perú, 2007, p.79. [Fecha de consulta: 14 octubre 2019]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/tanialuisharnandez/42540958-tecnologiadelconcretodealtodesempeno>
34. RIVVA, E. *Naturaleza y materiales del concreto* [en línea]. Lima: Capitulo peruano ACI, 2000, p.379. [Fecha de consulta: 14 octubre 2019]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/124675610/Naturaleza-y-Materiales-Del-Concreto-Enrique-Riva>
35. BOLHASSANI, M. and SAMANI, M. Effect of Type, Size, and Dosage of Nanosilica and Microsilica on Properties of Cement Paste and Mortar. *ACI Materials Journal*. [on line]. 2015, march-april, Vol. 112, (2). 259-266, p.262. [Consultation date: October 14th, 2019]. ISSN: 0889-325X. Available in: <https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal/m/details/id/51686995>
36. ESMAEILI, J. and ANDALIBI, K. Investigation of the effects of nano-silica on the properties of concrete in comparison with micro-silica. *International Journal of Nano Dimension*. [on line]. 2013, Vol. 3, (4). 321-328, p.327. [Consultation date: October 14th, 2019]. ISSN: 2008-8868 Available in: <https://search.proquest.com/docview/1314754835/D6C8050DAD904AEBPQ/1?accountid=37408>
37. SOLANO, S. et al. Simulación de la difusión del Cl- hasta la despasivación del acero de refuerzo en concreto con microsílíce y expuesto a carbonatación. *Boletín de Ciencias de la Tierra*. [en línea]. 2013, diciembre, (34).15-24, p.20. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. ISSN: 0120-3630. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169530075002>
38. MEDINE, M.; TROUZINE, H. and AGUIAR, J. Fresh State Properties of Concrete Incorporating Scrap Tire Rubber. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*. [on line]. 2016, Vol. 60, (4). 610-617, p.612. [Consultation date: October 14th, 2019]. ISSN: 0553-6626. Available in: <https://search.proquest.com/docview/1875387589/EEE90DD30696431APQ/1?accountid=37408>
39. VERZEGNASSI, E. et al. Concreto convencional com adição de borracha reciclada de pneus: estudio das propiedades mecánicas. *Estudios tecnológicos*. [en línea]. 2011, Vol. 7, (2). 98-108, p.99. [Fecha de consulta: 10

octubre 2019]. ISSN: 1808-7310. Disponible en:  
<https://docplayer.com.br/54898547-Concreto-convencional-com-adicao-de-borracha-reciclada-de-pneus-estudo-das-propriedades-mecanicas.html>

40. AKASAKI, J. et al. Comportamiento de tubos circulares de hormigón simple producidos con adición de caucho de neumáticos. *Revista ingeniería de construcción*. [en línea]. 2016, Vol. 31, (1). 27-36, p.28. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. ISSN: 0718-5073. Disponible en:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732016000100003&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732016000100003&lng=es&nrm=iso)
41. ADAMU, M. et al. Effect of crumb rubber and nano silica on the fatigue performance of roller compacted concrete pavement. *Cogent Engineering*. [on line]. 2018, Vol. 5, (1). 1-10, p.8. [Consultation date: October 14th, 2019]. ISSN: 2331-1916. Available in:  
<https://www.cogentoa.com/article/10.1080/23311916.2018.1436027>
42. GUZMAN ROJAS, Yheyson y GUZMAN ROJAS, Esthefany. *Sustitución de los áridos por fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de concreto estructural en Chimbote-2015* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, 2015, p.98. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en:  
<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2717>
43. GUZMAN ROJAS, Yheyson y GUZMAN ROJAS, Esthefany. *Sustitución de los áridos por fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de concreto estructural en Chimbote-2015* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, 2015, pp.99-100. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en:  
<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2717>
44. CABANILLAS HUACHUA, Emma. *Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, 2017, p.35. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en:  
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1029>
45. CABANILLAS HUACHUA, Emma. *Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, 2017, p.36. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en:  
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1029>
46. FARFÁN, M. y LEONARDO, E. Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante. *Revista ingeniería de construcción*. [en línea]. 2018, Vol. 33, (3). 241-250, p.241. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. ISSN: 0718-5073. Disponible en:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50732018000300241&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50732018000300241&script=sci_arttext)



47. SUAREZ JIMÉNEZ, Issel y MUJICA NUÑEZ, Edgar. *Bloques de concreto con material reciclable de caucho para obras de edificación* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, 2016, p.6. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/1336>
48. AZMI, A. et al. A review – Manufacturing on Rubberized Concrete Filled Recycled Tire Rubber. *Key Engineering Materials*. [on line]. 2015, Vol. 660. 249-253, p.252. [Consultation date: October 14th, 2019]. ISSN: 1662-9795. Available in: [https://www.researchgate.net/publication/281675213\\_A\\_Review\\_-\\_Manufacturing\\_on\\_Rubberized\\_Concrete\\_Filled\\_Recycled\\_Tire\\_Rubber](https://www.researchgate.net/publication/281675213_A_Review_-_Manufacturing_on_Rubberized_Concrete_Filled_Recycled_Tire_Rubber)
49. JEVTIC, D.; ZAKIC, D. and SAVIC, A. Investigation of cement based composites made with recycled rubber aggregate. *Hemijaska Industrija*. [on line]. 2012, Vol. 66, (4). 609-617, p.615. [Consultation date: October 14th, 2019]. ISSN: 0367-598X. Available in: <https://search.proquest.com/docview/1956120296/6E49A700CE7E4691PQ/1?accountid=37408>.
50. ALBANO, C. et al. Estudio de concreto elaborado con caucho de reciclado de diferentes tamaños de partículas. *Rev. Fac. Ing. Universidad Central de Venezuela*. [en línea]. 2008, Vol. 23, (1). [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. ISSN: 0798-4065. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652008000100005&lang=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000100005&lang=es)
51. VALADARES, F.; BRAVO, M. and BRITO, J. Concrete with Used Tire Rubber Aggregates: Mechanical Performance. *ACI Materials Journal*. [on line]. 2012, may-june, Vol. 109, (3). 283-292, p.290. [Consultation date: October 14th, 2019]. ISSN: 0889-325X. Available in: <https://search.proquest.com/docview/1016764121/845520A6BC9D4308PQ/1?accountid=37408>
52. WONG, S. and TING, S. Use of Recycled Rubber Tires in Normal-and High-Strength Concretes. *ACI Materials Journal*. [on line]. 2009, july-august, Vol. 106, (4). 325-332, p.325. [Consultation date: October 14th, 2019]. ISSN: 0889-25X. Available in: <https://search.proquest.com/docview/198092534/5639C02091C44A03PQ/1?accountid=37408>
53. MARTINEZ-ARGUELLES, G. et al. Trece años de continuo desarrollo con mezclas asfálticas modificadas con Grano de Caucho Reciclado en Bogotá: Logrando sostenibilidad en pavimentos. *Revista ingeniería de construcción*. [en línea]. 2018, Vol. 33, (1). 41-50, p.41. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. ISSN: 0718-5073. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v33n1/0718-5073-ric-33-01-00041.pdf>

54. MÁLAGA, J., VERA, T. y OLIVEROS, R. Tipos, métodos y estrategias de investigación científica. *Pensamiento y Acción* [en línea]. 2008, Vol. 5. 145-154, p.149. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. Disponible en: [http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj\\_mode\\_la\\_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf](http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj_mode_la_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf)
55. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación* [en línea]. 5° ed. México: Mc Graw-Hill, 2010, p.148. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. ISBN: 978-607-15-0291-9. Disponible en: [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)
56. ABREU, J. Hipótesis, Método & Diseño de Investigación. *Daena: Internacional Journal of Good Conscience* [en línea]. 2012, julio, Vol. 7, (2).187-197, p.194. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. ISSN: 1870-557X. Disponible en: [http://www.spentamexico.org/v7-n2/7\(2\)187-197.pdf](http://www.spentamexico.org/v7-n2/7(2)187-197.pdf)
57. SANCA, M. Tipos de investigación científica. *Revista de Actualización Clínica Investiga*. [en línea]. 2011, Vol. 12. 622-625, p.622. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. ISSN: 2304-3768. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/398282201/Tipos-de-investigacion-cientifica-pdf>
58. RENACYT. *Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación tecnológica* [en línea]. p.5. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. Disponible en: [https://portal.concytec.gob.pe/images/noticias/Propuesta\\_del\\_nuevo\\_Reglamento\\_del\\_investigador.pdf](https://portal.concytec.gob.pe/images/noticias/Propuesta_del_nuevo_Reglamento_del_investigador.pdf)
59. VARGAS, R. La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*. [en línea]. 2009, Vol. 33, (1). 155-165, p.161. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. ISSN: 0379-7082. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
60. GABRIEL, J. Cómo se genera una investigación científica que luego sea motivo de publicación. *J. Selva Andina Res. Soc.* [en línea]. 2017, Vol. 8, (2). 155-156, p.155. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. ISSN: 2072-9294. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v8n2/v8n2\\_a08.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v8n2/v8n2_a08.pdf)
61. PITA, S. y PERTEGAS, S. Investigación cuantitativa y cualitativa. *Cad. Aten. Primaria*. [en línea]. 2002, Vol. 9. 76-78, p.76. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. ISSN: 1134-3583. Disponible en: [https://www.fisterra.com/mbe/investiga/cuanti\\_cuali/cuanti\\_cuali.asp](https://www.fisterra.com/mbe/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali.asp)
62. UGALDE, N. y BALBASTRE, F. Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: Buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación. *Ciencias Económicas*. [en línea]. 2013, Vol. 31, (2). 179-197,

p.181. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020]. ISSN: 0252-9521. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/12730/11978>

63. BAVARESCO, A. *Proceso metodológico en la investigación* [en línea]. 6° ed. Venezuela: Imprenta Internacional, CA, 2013, p.72. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020]. ISBN: 978-980-12-6758-4. Disponible en: <https://gsosa61.files.wordpress.com/2015/11/proceso-metodologico-en-la-investigacion-bavaresco-reduc.pdf>
64. CEA D'ANCONA, M. *Metodología cuantitativa, estrategias y técnicas de investigación social* [en línea]. 2° ed. España: Editorial Síntesis, 1996, p.136. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020]. ISBN: 84-7738-420-7. Disponible en: <http://metodos-comunicacion.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/219/2014/09/Cea-D-Ancona-Cap-3-4-5-9-10.pdf>
65. OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una población a Estudio. *Int. J. Morphol.* [en línea]. 2017, Vol. 35, (1). 227-232, pp. 227-228. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020]. ISSN: 0717-9502. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lang=es](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lang=es)
66. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación* [en línea]. 5° ed. México: Mc Graw-Hill, 2010, p.172. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. ISBN: 978-607-15-0291-9. Disponible en: [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)
67. LÓPEZ, P. Población muestra y muestreo. *Punto Cero* [en línea]. 2004, Vol. 9, (8). 69-74, p.69. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. ISSN: 1815-0276. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>
68. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación* [en línea]. 5° ed. México: Mc Graw-Hill, 2010, p.173. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. ISBN: 978-607-15-0291-9. Disponible en: [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)
69. ROJAS, I. Elementos para el diseño de técnicas de investigación: Una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación técnica. *Tiempo de educar* [en línea]. 2011, julio-diciembre, Vol. 12, (24). 277-297, p.278. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. ISSN: 1665-0824. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/311/31121089006.pdf>
70. DULZAIDES, M. y MOLINA, A. Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. *Acimed* [en línea]. 2004, marzo-abril, Vol. 12, (2). 1-5, p.2. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. ISSN: 1024-9435. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v12n2/aci11204.pdf>

71. ARIAS, Fidas. *El Proyecto de investigación, introducción a la metodología científica* [en línea]. 6° ed. Venezuela: Editorial Episteme, 2012, p.68. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. ISBN: 980-07-8529-9. Disponible en: <https://evidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION-C3%93N-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>
72. LAMPREA, J. y GÓMEZ, C. Metodología de investigación y lectura crítica de estudios, Validez en la evaluación de escalas. *Rev. Colomb. Psiquiatr.* [en línea]. 2007, june, Vol. 36, (2). 340-348, p.342. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. ISSN: 0034-7450. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcp/v36n2/v36n2a13.pdf>
73. GALINDO, H. *Estadística para no estadísticos, una guía básica sobre la metodología cuantitativa de trabajos académicos* [en línea]. España: Área de Innovación y Desarrollo, S.L., 2020, p.53. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. ISBN: 978-84-121459-3-9. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=ehXaDwAAQBAJ&pg=PA52&lpg=PA52&dq=validez+racional&source=bl&ots=yn9T5r6EFf&sig=ACfU3U0SlzuYS6tOYUkIDsy2OiS1QID4DQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwie\\_ZGV68fpAhWGIrkGHerDC78Q6AEwBnoECAgQAQ#v=onepage&q=validez%20racional&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=ehXaDwAAQBAJ&pg=PA52&lpg=PA52&dq=validez+racional&source=bl&ots=yn9T5r6EFf&sig=ACfU3U0SlzuYS6tOYUkIDsy2OiS1QID4DQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwie_ZGV68fpAhWGIrkGHerDC78Q6AEwBnoECAgQAQ#v=onepage&q=validez%20racional&f=false)
74. PULIDO, M. Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. *Opción.* [en línea]. 2015, Vol. 31, (1). 1137-1156, p.1152. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. ISSN: 1012-1587. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31043005061>
75. REIDL, L. Confiabilidad en la medición. *Investigación educ. médica* [en línea]. 2013, Vol. 2, (6). 107-111, pp.109-110. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. ISSN: 2007-5057. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-50572013000200007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000200007)
76. LOPEZ, P. y FACHELLI, S. *Metodología de la investigación social cuantitativa* [en línea]. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, 2015, p.37. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. Disponible en: [https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163564/metinvsocua\\_a2016\\_cap1-2.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163564/metinvsocua_a2016_cap1-2.pdf)
77. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación* [en línea]. 5° ed. México: Mc Graw-Hill, 2010, p.277. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. ISBN: 978-607-15-0291-9. Disponible en: [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigacion-C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigacion-C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)
78. Universidad de Alicante. *La norma ISO 690:2010(E)* [en línea]. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. Disponible en: [http://werken.ubiobio.cl/html/downloads/ISO\\_690/Guia\\_Breve\\_ISO690-2010.pdf](http://werken.ubiobio.cl/html/downloads/ISO_690/Guia_Breve_ISO690-2010.pdf)

## RESULTADOS

79. NIEVEZ ARMAS, César. *Influencia de partículas de caucho reciclado en las propiedades mecánicas del concreto endurecido Lima 2018* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad César Vallejo, Lima, 2018. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36766>
80. ZUÑIGA, Mariela y CONDORI, Yudit. *Influencia de adiciones de microsílíce en la resistencia a la compresión del concreto producido con agregados de la Cantera de Arunta de la Ciudad de Tacna* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad Privada de Tacna, Tacna, 2019. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. Disponible en: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/918>
81. YAPUCHURA PLATERO, Richard. *Influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando agregado de la Cantera Arunta – Tacna* [en línea]. Tesis Título profesional, Universidad Privada de Tacna, Tacna, 2019. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. Disponible en: <http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/UPT/812/1/Yapuchura-Platero-Richard.pdf>
82. NTP 339.033. *HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo* [en línea]. Lima, 2015, p.5. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-peruana-los-andes/laboratorio-de-tecnologia-de-concreto/otros/ntp-339033-2015/7024356/view>
83. NTP 339.034. *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas* [en línea]. Lima, 2015. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/417389764/Ntp-339-034-Metodo-de-Ensayo-Normalizado-Para-La-Determinacion-de-La-Resistencia-a-La-Compresion-Del-Concreto-en-Muestras-Cilindricas>
84. Laura. Interpolación final. *La guía*, 2013. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. Disponible en: <https://matematica.laguia2000.com/general/interpolacion-lineal>
85. NTP 339.033. *HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo* [en línea]. Lima, 2015, p.6. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-peruana-los-andes/laboratorio-de-tecnologia-de-concreto/otros/ntp-339033-2015/7024356/view>
86. NTP 339.078. *CONCRETO). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo* [en línea]. Lima, 2012, pp.5-7. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/371812092/NTP-339-078-Ensayo-de-Flexion-pdf>



**ANEXOS**

**Anexo1: DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR**

Yo, **CUBA CONDORI DANIA MADELAINE**, alumna de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo de la sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada **“Evaluación de las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando polvo de microsílíce y hule reciclado de neumático en el Distrito de Chorrillos – 2019”**, son:

1. De nuestra auditoría
2. La presente Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. La Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en la presente Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 11 de julio de 2020

.....  
Cuba Condori, Dania Madelaine

DNI: 72706728



**Anexo 2: DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR**

Yo, **MG. ING. MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO**, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo de la sede Lima Norte, revisor de la tesis titulada **“Evaluación de las propiedades del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando polvo de microsilíce y hule reciclado de neumático en el Distrito de Chorrillos – 2019”**, del estudiante **CUBA CONDORI DANIA MADELAINE**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **12%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 11 de julio de 2020

.....  
Mg. Ing. Minaya Rosario Carlos Danilo  
DNI: 06249794

### Anexo 3: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F’C= 210 KG/CM2 UTILIZANDO POLVO DE MICROSÍLICE Y HULE RECICLADO DE NEUMÁTICO EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS - 2019”

	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
VARIABLE DEPENDIENTE	<b>PROPIEDADES DEL CONCRETO 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>	Las propiedades están determinadas por las características químicas y físicas de los materiales que lo componen, para así comprobar su resistencia y analizar la naturaleza del concreto. (Rivva, 2000, p.8)	Esta investigación determinara las propiedades con los respectivos ensayos y comprobar su resistencia a compresión y flexión. De igual forma, se analizará el costo por 1m3 en ambas propiedades.	PROPIEDADES MECÁNICAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	ENSAYO DE COMPRESIÓN
					RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	ENSAYO DE FLEXIÓN
				COSTO	PRESUPUESTO	FICHA TÉCNICA
VARIABLE INDEPENDIENTE	<b>POLVO DE MICROSÍLICE</b>	Este material es obtenido por la decantación del humo de chimeneas. Tiene la propiedad de incrementar la resistencia del concreto. (Zúñiga y Condori, 2019, p.44)	Esta investigación plantea sustituir el cemento por el polvo de microsílize, de acuerdo a sus dosificaciones y comprobar su resistencia a compresión y flexión. De igual forma, se analizará el costo por 1m3 de la dosificación óptima en ambas propiedades.	DOSIFICACIÓN	4.8%	BALANZA
					6%	BALANZA
					7%	BALANZA
	<b>HULE RECICLADO DE NEUMÁTICO</b>	Hule proviene de una mezcla de neumáticos de vehículos. Es residuo del proceso industrial de los neumáticos. (Mendoza, 2013, p.53)	Esta investigación emplea el hule reciclado de neumático en relación al peso del agregado fino, de acuerdo a sus dosificaciones y comprobar su resistencia a compresión y flexión. De igual forma, se analizará el costo por 1m3 de la dosificación óptima en ambas propiedades.	DOSIFICACIÓN	2.5%	BALANZA
					4.5%	BALANZA
					6%	BALANZA



## Anexo 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título:	“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ UTILIZANDO POLVO DE MICROSÍLICE Y HULE RECICLADO DE NEUMÁTICO EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS - 2019”					
Autor:	CUBA CONDORI, DANIA MADELAINE					
PROBLEMA	OBEJTIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTO		TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN METODOLOGÍA	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. DEPENDIENTE: PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$		<b>MÉTODO:</b> CIENTÍFICO <b>DISEÑO</b> <b>INVESTIGACIÓN:</b> EXPERIMENTAL <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> APLICADA <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> EXPLICATIVO <b>ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN:</b> CUANTITATIVA <b>UNIDAD DE ANÁLISIS:</b> PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ <b>POBLACION:</b> TODAS LAS PROBETAS EN FORMA CILINDRICA Y VIGAS EN FORMA PRISMÁTICA DEL CONCRETO $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ EN EL LABORATORIO DONDE SE EJECUTA LOS ENSAYOS <b>MUESTRA:</b> 63 PROBETAS CILINDRICAS Y 14 VIGAS PRISMÁTICAS DE CONCRETO $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ <b>TÉCNICA</b> ANÁLISIS DOCUMENTAL <b>INSTRUMENTO</b> FICHA DE REGISTRO DE DATOS	
¿De qué manera influye la adición del hule reciclado y polvo de microsíllice de neumático en las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Chorrillos – 2019?	Determinar de qué manera influye la adición del hule reciclado y polvo de microsíllice en las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Chorrillos – 2019.	La adición del hule reciclado y polvo de microsíllice influye positivamente en las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Chorrillos – 2019.	DIMENSIONES	INDICADORES		INSTRUMENTOS
			D1: PROPIEDADES MECÁNICAS	I1: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN I2: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		ENSAYO DE COMPRESIÓN ENSAYO DE FLEXIÓN
			D2: COSTO	I3: PRESUPUESTO		FICHA TÉCNICA
PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	V. INPENDIENTE: POLVO DE MICROSÍLICE			
¿Cómo influye la dosificación del polvo de microsíllice en las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Chorrillos – 2019?	Analizar cómo influye la dosificación del polvo de microsíllice en las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Chorrillos – 2019.	La dosificación del polvo de microsíllice influye positivamente en las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Chorrillos – 2019.	DIMENSIONES	INDICADORES		INSTRUMENTOS
¿Cómo contribuye la dosificación optima del polvo de microsíllice en el costo de las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Chorrillos – 2019?	Evaluar como contribuye la dosificación optima del polvo de microsíllice en el costo de las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Chorrillos – 2019.	La dosificación optima del polvo de microsíllice contribuye de manera moderada en el costo de las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Chorrillos – 2019.	D3: DOSIFICACIÓN	I4: 4.8% I5: 6% I6: 7%		BALANZA
¿Cómo influye la dosificación del hule reciclado de neumático en las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Chorrillos – 2019?	Analizar cómo influye la dosificación del hule reciclado de neumático en las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Chorrillos – 2019.	La dosificación del hule reciclado de neumático influye moderadamente en las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Chorrillos – 2019.	DIMENSIONES	INDICADORES		INSTRUMENTOS
¿Cómo contribuye la dosificación optima del hule reciclado de neumático en el costo de las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Chorrillos – 2019?	Evaluar como contribuye la dosificación optima del hule reciclado de neumático en el costo de las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Chorrillos – 2019.	La dosificación optima del hule reciclado de neumático contribuye de manera moderada en el costo de las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Chorrillos – 2019.	D4: DOSIFICACIÓN	I7: 2.5% I8: 4.5% I9: 6%		BALANZA

## Anexo 5: REVISIÓN DE INSTRUMENTOS

ENSAYOS PARA EL CONCRETO		
DESCRIPCIÓN	ASTM	NTP
Ensayo de compresión	C 39	339.034
Ensayo de flexión	C 78	339.078

### Cantidad de muestra

	PROBETAS			Cant.	VIGAS		
	Ensayo de compresión				Ensayo de flexión		
Concreto	7 días	14 días	28 días		28 días	Cant.	
Muestra Patrón (MP)	3	3	3	9	2	2	
Muestra Polvo de Microsílice (MPM-4.8%)	3	3	3	9	2	2	
Muestra Polvo de Microsílice (MPM-6%)	3	3	3	9	2	2	
Muestra Polvo de Microsílice (MPM-7%)	3	3	3	9	2	2	
Muestra Hule reciclado de neumático (MH-2.5%)	3	3	3	9	2	2	
Muestra Hule reciclado de neumático (MH-4.5%)	3	3	3	9	2	2	
Muestra Hule reciclado de neumático (MH-6%)	3	3	3	9	2	2	
<b>Total</b>				<b>63</b>	<b>Total</b>		<b>14</b>

## Anexo 6: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS - MICROSÍLICE

### Diseño de mezcla patrón de polvo de microsíllice

80

Agregado Grueso = 1078. 31 kg/m<sup>3</sup>  
Agua = 197. 95 lt

#### 13) Determinación de las proporciones en peso.

Para determinar la proporción en peso, todos los componentes del concreto se dividen entre la cantidad de cemento:

$$\text{Cemento} = 367. 12 / 367. 12 = 1$$

$$\text{Agregado Fino} = 665. 22 / 367. 12 = 1. 81$$

$$\text{Agregado Grueso} = 1078. 31 / 367. 12 = 2. 94$$

$$\text{Agua} = 197. 95 / 367. 12 \times 42. 5 = 22. 92 \text{ lt/bolsa}$$

#### 14) Determinación de los pesos por bolsa de cemento.

Una vez concluida con la determinación de las proporciones en peso, se multiplica por 42. 5 kg (peso de 1 bolsa de cemento), a los componentes del concreto:

$$\text{Cemento} = 1 \times 42. 5 = 42. 5 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{Agregado Fino} = 1. 81 \times 42. 5 = 76. 93 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{Agregado Grueso} = 2. 94 \times 42. 5 = 124. 95 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{Agua} = 22. 92 \times 1 = 22. 92 \text{ lt/bolsa}$$

Se muestra los valores de diseño mezcla del concreto **Muestra Patrón (MP)**, en una proporción en peso respecto a una bolsa de cemento, expresado en kg/bolsa.

#### 3. 4. 10. DISEÑO DE MEZCLA CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE

Para el diseño de mezcla con adición de microsíllice, se sustituyó una dosis de 4% y 8% del peso del cemento por microsíllice en la **Muestra Patrón (MP)**, quedando las cantidades de la siguiente manera:

##### 1) Diseño de mezcla con adición de 4% de microsíllice (MMS-4)

Determinación del peso de 4% de adición de microsíllice con respecto al peso del cemento (MMS-4)

$$4\% \text{ de microsíllice (Chema fume)} = \text{peso cemento} - (\text{MMS-4})$$

$$4\% \text{ de microsíllice (Chema fume)} = 42. 5 - (4\%/100)$$

$$4\% \text{ de microsíllice (Chema fume)} = 1. 7 \text{ kg/bolsa}$$

Zuñiga y Condori (2019), realizo un proyecto titulado **“Influencia de adiciones de microsíllice en la resistencia a la compresión del concreto producido con agregados de la cantera de Arunta de la ciudad de Tacna”**, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad Privada de Tacna, p.80.

Posteriormente se determina la humedad superficial:

$$\text{agregado fino} = 2.58 - 0.69 = 1.89\%$$

$$\text{agregado grueso} = 0.35 - 0.51 = -0.16\%$$

Calculamos el aporte de humedad:

$$\text{agregado fino} = 641.2 + 1.89/100 = 12.12 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{agregado grueso} = 1192.46 + -0.16/100 = -1.91 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{aporte total de humedad de los agregados} = 10.21 \text{ lt/m}^3$$

Para obtener el agua efectiva, tendremos que descontar a la cantidad de agua obtenida:

$$\text{agua efectiva} = 193 - 10.21 = 182.79 \text{ lt/m}^3$$

Entonces los pesos de los materiales corregidos serán los siguientes:

$$\text{cemento} = 345.63 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agregado fino} = 657.74 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agregado grueso} = 1196.63 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agua} = 182.79 \text{ lt/m}^3$$

#### 13) Determinación de las proporciones en peso:

Para determinar la proporción en peso, todos los componentes del concreto se dividen entre la cantidad de cemento:

$$\text{cemento} = 345.63/345.63 = 1$$

$$\text{agregado fino} = 657.74 /345.63 = 1.90$$

$$\text{agregado grueso} = 1196.63/345.63 = 3.46$$

$$\text{agua} = 182.79 /345.63 = 22.50 \text{ lt/bolsa}$$

#### 14) Determinación de los pesos por bolsa de cemento

Una vez concluida con la determinación de las proporciones en peso se multiplica por 42.5 kg (peso de 1 bolsa de cemento) a los componentes del concreto.

$$\text{cemento} = 1 + 42.5 = 42.5 \text{ kg/bolsa}$$

Yapuchura (2019), realizo un proyecto titulado ***“Influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando agregado de la Cantera Arunta - Tacna”***, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad Privada de Tacna, p.59.

# Hoja técnica de microsílíce



**Chema**  
Construye

Hoja Técnica  
**CHEMA FUME**  
Aditivo mineral, microsílíce sin densificar.

VERSION: 01  
FECHA: 18/10/2017

---

**DESCRIPCIÓN** CHEMA FUME es un aditivo mineral en polvo compuesto por sílice en estado cristalino (microsílíce) que reacciona químicamente con el hidróxido de calcio del cemento para formar silicatos hidratados. De modo que se obtienen morteros y concretos de elevadas resistencias mecánicas, baja permeabilidad y mayor durabilidad. No contiene cloruros. Cumple con la especificación ASTM C1240 (Especificación Normalizada para Humo de Sílice Utilizado en Mezclas Cementicias).

---

**VENTAJAS**

- Aumenta la resistencia a la compresión resistencia a la flexión.
- Disminuye el porcentaje de vacíos aumentando la impermeabilidad.
- Forma compuestos hidratados, disminuyendo la exudación y aumentando la cohesión.
- Mejora la adherencia al acero.
- Mejor resistencia a agentes químicos externos (cloruros, carbonatos, sulfatos).
- Mejora el desempeño de la mezcla cementicia.
- Mayor vida útil de la estructura.

---

**USOS**

- Elaboración de concretos y morteros de alta resistencia.
- Elaboración de concretos y morteros para minería (shotcrete).
- Elaboración de concretos de baja permeabilidad y alta durabilidad.
- Estructuras marinas, puertos, túneles, puentes, represas.

**DATOS TÉCNICOS**

PROPIEDADES		
Estado	Polvo	
Color	Gris a gris mediano	
Gravedad específica	2.25	
Solubilidad en agua	Insoluble	
Densidad aparente - densificada	690 – 770kg/m <sup>3</sup>	
Densidad aparente – sin densificar "como se produce"	225 - 320	
VOC	0g/L	

ESPECIFICACIONES		
Requerimientos químicos	ASTM	Típico
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	85.0% mínimo	93.47%
Contenido de humedad	3.0% máximo	0.25%
Pérdida por ignición (LOI)	6.0% máximo	3.55%


  

Requerimientos físicos	ASTM	Típico
Porcentaje sobredimensionado retenido en µm (malla 325)	10.0% máximo	1.73%
Índice de actividad de fuerza puzolánica acelerada con cemento portland (7 días)	105.0% mínimo	142%
Superficie específica	15m <sup>2</sup> /g mínimo	22.24m <sup>2</sup> /g

ATENCIÓN AL CLIENTE  
(511) 336-8407

Página 1 de 2

---



**Chema**  
Construye

Hoja Técnica  
**CHEMA FUME**  
Aditivo mineral, microsílíce sin densificar.

VERSION: 01  
FECHA: 18/10/2017

---

**PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO** Adicionar CHEMA FUME de la misma forma que es dosificado el cemento o la arena, en la planta de premezclado o en el mixer. Es compatible con los aditivos CHEMAMENT y MEGAPLAST los cuales deberán ser añadidos en el agua de mezcla.

---

**RENDIMIENTO** La dosis de CHEMA FUME es entre 5 a 15% del peso de cemento. Debido a la formación del gel de silicato de calcio hidratado, se presentará un consumo adicional de agua, por lo que se debe considerar el uso de algún plastificante en la mezcla.

---

**PRESENTACIÓN** - Envase de 22.7 kg.

---

**TIEMPO DE ALMACENAMIENTO** 12 meses almacenado en su envase original, en un lugar fresco, ventilado, sellado, bajo techo y protegido del calor intenso y de la humedad.

---

**PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES** En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico 012732318/ 999012933). Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.  
No comer ni beber mientras manipula el producto. Utilizar guantes, máscara para vapores, gafas protectoras y ropa de trabajo. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua.

**"La presente Edición anula y reemplaza la Versión Nº 0 para todos los fines"**

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

# Hoja técnica de Plastificante



Hoja Técnica

## CHEMA PLAST

Aditivo mejorador de la trabajabilidad del concreto y reductor de agua para lograr concretos fluidos, compactos, y durables.

VERSION: 02  
FECHA: 04/12/2017

**DESCRIPCIÓN** CHEMA PLAST es un aditivo reductor de agua y plastificante de color marrón de uso universal, que hace posible diseñar mezclas de concreto de fácil colocación. Permite una reducción de agua hasta 10%, generando aumento en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto. Tiene además propiedades de reducir la permeabilidad del concreto. Cumple con los requerimientos de la norma ASTM C-494 tipo A.

**VENTAJAS** El concreto tratado con CHEMAPLAST tiene las siguientes ventajas:

- Mejor acabado: La plasticidad permite un mejor acabado, por lo tanto, aumenta la durabilidad.
- Aumenta la trabajabilidad y facilita la colocación del concreto en elementos con alta densidad de armadura sin necesidad de aumentar la relación agua / cemento.
- Disminuye la contracción debido a la mejor retención de agua así como mayor aglomeración interna del concreto en estado plástico.
- Aumenta la hermeticidad al agua impermeabilizándolo y produciendo mayor resistencia a la penetración de la humedad y por consiguiente al ataque de sales.
- Aumenta la durabilidad debido a su alto grado de resistencia al salitre, sulfatos y cloruros.
- No contiene cloruros.
- Aumenta la resistencia a la compresión y flexión a todas las edades; mejora la adherencia al acero de construcción.
- No transmite olor ni sabor al agua potable, ni la contamina. Cuenta con certificado CEPIS<sup>2</sup>.

**USOS** Como reductor de agua y plastificante en:

- En concretos estructurales de edificaciones y en elementos esbeltos.
- En concreto caravista.
- En concretos pretensados y post-tensados.
- En obras hidráulicas.
- En concretos para elementos pre-fabricados: postes, buzones, cajas, tuberías, etc.
- En concretos para pavimentos y puentes.
- En concretos que deben ser desencofrados a temprana edad.
- En concretos de reparación en general.
- En construcciones frente al mar se recomienda utilizarlo desde los cimientos, en el concreto de techos, vigas, columnas, pisos, en el mortero de asentado y en el tarrajeo.
- En esculturas de concreto.

**DATOS TÉCNICOS**

- Apariencia : Líquido
- Color : Marrón oscuro
- Densidad : 1.2 g/ml ± 0.06
- pH : 9.00 - 12.50
- VOC : 0 g/L

## Anexo 7: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS – MICROSÍLICE

### ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CONCRETO PATRÓN

89

**Tabla 30. Resistencia a la compresión de MP a los 7 días.**

N°	MEZCLA	EDAD	LECTURA	DIÁMETRO	ÁREA	RES.	DISEÑO	%
		Días	KgF	cm	cm <sup>2</sup>	Kgr./cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	RES.
8	MP	7	35,317.31	15.00	178.72	199.85	210	95.17
9	MP	7	35,103.17	15.00	178.72	198.84	210	94.50
10	MP	7	36,857.06	15.00	178.72	208.57	210	99.32
11	MP	7	35,916.89	15.00	178.72	203.25	210	96.78
12	MP	7	34,005.28	15.00	178.72	192.43	210	91.63
13	MP	7	36,234.02	15.00	178.72	205.04	210	97.64
14	MP	7	35,442.73	15.00	178.72	200.56	210	95.51

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 31. Resistencia a la compresión de MP a los 14 días.**

N°	MEZCLA	EDAD	LECTURA	DIÁMETRO	ÁREA	RES.	DISEÑO	%
		Días	KgF	cm	cm <sup>2</sup>	Kgr./cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	RES.
15	MP	14	40,895.07	15.00	178.72	231.42	210	110.20
16	MP	14	41,007.24	15.00	178.72	232.05	210	110.50
17	MP	14	42,093.22	15.00	178.72	238.20	210	113.43
18	MP	14	41,815.86	15.00	178.72	236.63	210	112.68
19	MP	14	41,101.05	15.00	178.72	232.58	210	110.75
20	MP	14	41,609.88	15.00	178.72	235.46	210	112.13
21	MP	14	41,301.93	15.00	178.72	233.72	210	111.30
22	MP	14	41,518.11	15.00	178.72	234.94	210	111.88

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 32. Resistencia a la compresión de MP a los 28 días.**

N°	MEZCLA	EDAD	LECTURA	DIÁMETRO	ÁREA	RES.	DISEÑO	%
		Días	KgF	cm	cm <sup>2</sup>	Kgr./cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	RES.
23	MP	28	53,549.55	15.00	178.72	303.03	210	144.30
24	MP	28	54,881.41	15.00	178.72	309.43	210	147.35
25	MP	28	54,946.53	15.00	178.72	310.93	210	148.06
26	MP	28	54,049.20	15.00	178.72	305.86	210	145.65
27	MP	28	53,856.48	15.00	178.72	304.76	210	145.13
28	MP	28	55,173.93	15.00	178.72	312.22	210	148.68
29	MP	28	53,849.34	15.00	178.72	304.72	210	145.11
30	MP	28	54,309.22	15.00	178.72	307.33	210	146.35

Fuente: Elaboración Propia

Zuñiga y Condori (2019), realizó un proyecto titulado *“Influencia de adiciones de microsíllice en la resistencia a la compresión del concreto producido con agregados de la cantera de Arunta de la ciudad de Tacna”*, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad Privada de Tacna, p.89.

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE 4% DE MICROSÍLICE A LOS 7 Y 14 DÍAS

Tabla 34. Resistencia a la compresión de MMS-4 a los 7 días.

Nº	MEZCLA	EDAD	LECTURA	DIÁMETRO	ÁREA	RES.	DISEÑO	%
		Días	KgF	cm	cm <sup>2</sup>	Kgr./cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup> .	RES.
8	MMS-4	7	36,190.60	15.00	176.72	204.80	210	97.52
9	MMS-4	7	36,771.08	15.00	176.72	208.08	210	99.09
10	MMS-4	7	34,888.10	15.00	176.72	198.29	210	93.47
11	MMS-4	7	34,995.70	15.00	176.72	198.03	210	94.30
12	MMS-4	7	36,674.20	15.00	176.72	207.53	210	98.83
13	MMS-4	7	37,983.83	15.00	176.72	214.94	210	102.35
14	MMS-4	7	37,125.30	15.00	176.72	210.09	210	100.04

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35. Resistencia a la compresión de MMS-4 a los 14 días.

Nº	MEZCLA	EDAD	LECTURA	DIÁMETRO	ÁREA	RES.	DISEÑO	%
		Días	KgF	cm	cm <sup>2</sup>	Kgr./cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup> .	RES.
15	MMS-4	14	45,345.80	15.00	176.72	256.80	210	122.19
16	MMS-4	14	44,634.10	15.00	176.72	252.58	210	120.31
17	MMS-4	14	46,999.40	15.00	176.72	265.96	210	126.65
18	MMS-4	14	46,000.10	15.00	176.72	260.31	210	123.96
19	MMS-4	14	44,975.80	15.00	176.72	254.51	210	121.20
20	MMS-4	14	45,358.21	15.00	176.72	256.67	210	122.23
21	MMS-4	14	44,956.00	15.00	176.72	254.40	210	121.14
22	MMS-4	14	44,445.90	15.00	176.72	251.51	210	119.77

Fuente: Elaboración Propia

Zuñiga y Condori (2019), realizo un proyecto titulado *“Influencia de adiciones de microsíllice en la resistencia a la compresión del concreto producido con agregados de la cantera de Arunta de la ciudad de Tacna”*, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad Privada de Tacna, p.91.



## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE 4% DE MICROSÍLICE A LOS 28 DÍAS

92

Tabla 36. Resistencia a la compresión de MMS-4 a los 28 días.

N°	MEZCLA	EDAD	LECTURA	DIÁMETRO	ÁREA	RES.	DISEÑO	%
						Kgr./cm <sup>2</sup>		
		Días	KgF	cm	cm <sup>2</sup>		Kg/cm <sup>2</sup> .	RES.
23	MMS-4	28	58,459.40	15.00	176.72	330.81	210	157.53
24	MMS-4	28	59,180.75	15.00	176.72	334.89	210	159.47
25	MMS-4	28	58,173.70	15.00	176.72	329.20	210	156.76
26	MMS-4	28	57,779.34	15.00	176.72	326.96	210	155.70
27	MMS-4	28	57,000.53	15.00	176.72	322.56	210	153.60
28	MMS-4	28	56,782.30	15.00	176.72	321.32	210	153.01
29	MMS-4	28	57,962.00	15.00	176.72	328.00	210	156.19
30	MMS-4	28	58,528.65	15.00	176.72	331.20	210	157.72

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (MMS-8)

Tabla 37. Resistencia a la compresión de MMS-8 a los 3 días.

N°	MEZCLA	EDAD	LECTURA	DIÁMETRO	ÁREA	RES.	DISEÑO	%
						Kgr./cm <sup>2</sup>		
		Días	KgF	cm	cm <sup>2</sup>		Kg/cm <sup>2</sup> .	RES.
1	MMS-8	3	35,190.60	15.00	176.72	199.14	210	94.83
2	MMS-8	3	35,771.08	15.00	176.72	202.42	210	96.39
3	MMS-8	3	34,688.10	15.00	176.72	196.29	210	93.47
4	MMS-8	3	33,995.70	15.00	176.72	192.38	210	91.61
5	MMS-8	3	35,674.20	15.00	176.72	201.87	210	96.13
6	MMS-8	3	37,983.83	15.00	176.72	214.94	210	102.35
7	MMS-8	3	37,125.30	15.00	176.72	210.09	210	100.04

Fuente: Elaboración Propia

Zuñiga y Condori (2019), realizo un proyecto titulado *“Influencia de adiciones de microsíllice en la resistencia a la compresión del concreto producido con agregados de la cantera de Arunta de la ciudad de Tacna”*, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad Privada de Tacna, p.92.

ENSAYO COMPRESIÓN DE 8% DE MICROSÍLICE A LOS 7 Y 14 DÍAS

**Tabla 38.** Resistencia a la compresión de MMS-8 a los 7 días.

Nº	MEZCLA	EDAD	LECTURA	DIÁMETRO	ÁREA	RES.	DISEÑO	%
		Días	KgF	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup> .	RES.
8	MMS-8	7	45,553. 60	15. 00	176. 72	257. 78	210	122. 75
9	MMS-8	7	46,205. 90	15. 00	176. 72	261. 47	210	124. 51
10	MMS-8	7	44,873. 24	15. 00	176. 72	253. 93	210	120. 92
11	MMS-8	7	46,155. 23	15. 00	176. 72	261. 18	210	124. 37
12	MMS-8	7	44,975. 30	15. 00	176. 72	254. 51	210	121. 19
13	MMS-8	7	46,112. 70	15. 00	176. 72	260. 94	210	124. 26
14	MMS-8	7	44,760. 50	15. 00	176. 72	253. 29	210	120. 62

Fuente:Elaboración Propia

**Tabla 39.** Resistencia a la compresión de MMS-8 a los 14 días.

Nº	MEZCLA	EDAD	LECTURA	DIÁMETRO	ÁREA	RES.	DISEÑO	%
		Días	KgF	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup> .	RES.
15	MMS-8	14	54,117. 26	15. 00	176. 72	306. 24	210	145. 83
16	MMS-8	14	55,000. 20	15. 00	176. 72	311. 24	210	148. 21
17	MMS-8	14	56,120. 30	15. 00	176. 72	317. 58	210	151. 23
18	MMS-8	14	55,624. 40	15. 00	176. 72	314. 77	210	149. 89
19	MMS-8	14	54,700. 50	15. 00	176. 72	309. 54	210	147. 40
20	MMS-8	14	54,600. 50	15. 00	176. 72	308. 97	210	147. 13
21	MMS-8	14	56,123. 80	15. 00	176. 72	317. 59	210	151. 24
22	MMS-8	14	55,490. 20	15. 00	176. 72	314. 01	210	149. 53

Fuente: Elaboración Propia

Zuñiga y Condori (2019), realizo un proyecto titulado *“Influencia de adiciones de microsíllice en la resistencia a la compresión del concreto producido con agregados de la cantera de Arunta de la ciudad de Tacna”*, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad Privada de Tacna, p.93.

## ENSAYO A COMPRESIÓN DE 8% DE MICROSÍLICE A LOS 28 DÍAS

94

Tabla 40. Resistencia a la compresión de MMS-8 a los 28 días.

N°	MEZCLA	EDAD	LECTURA	DIÁMETRO	ÁREA	RES.	DISEÑO	%
						KgF	cm	cm <sup>2</sup>
23	MMS-8	28	68,120.60	15.00	176.72	385.48	210	183.56
24	MMS-8	28	67,850.20	15.00	176.72	383.95	210	182.83
25	MMS-8	28	68,421.10	15.00	176.72	387.18	210	184.37
26	MMS-8	28	67,900.00	15.00	176.72	384.23	210	182.97
27	MMS-8	28	67,856.30	15.00	176.72	383.99	210	182.85
28	MMS-8	28	68,450.23	15.00	176.72	387.35	210	184.45
29	MMS-8	28	70,100.20	15.00	176.72	396.69	210	188.90
30	MMS-8	28	69,169.90	15.00	176.72	391.42	210	186.39

Fuente: Elaboración Propia

### 4.5. COMPARACIÓN DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO MP, MMS-4, MMS-8

Tabla 41. Comparación de las resistencias a la compresión del concreto MP, MMS-4, MMS-8 a los 3 días ( $f'c = \text{Kg/cm}^2$ )


N°	EDAD	MP	MMS-4	MMS-8
1	3 DIAS	166.99	179.23	199.14
2		174.82	169.79	202.42
3		173.62	166.69	196.29
4		166.92	162.24	192.38
5		173.69	168.26	201.87
6		173.15	181.65	214.94
7		166.85	161.28	210.09

Fuente: Elaboración Propia


Zuñiga y Condori (2019), realizo un proyecto titulado ***“Influencia de adiciones de microsilíce en la resistencia a la compresión del concreto producido con agregados de la cantera de Arunta de la ciudad de Tacna”***, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad Privada de Tacna, p.94.

# CERTIFICADO DE FLEXIÓN A 28 DÍAS-MICROSÍLICE (CENIZA VOLANTE)

112



**Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS**



**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTES APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**


NORMA: NTP 301.09, ASTM C 78

TÍTULO: "INFLUENCIA DE LA CENIZA VOLANTE EN EL INCREMENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN EN LOSAS DE CONCRETO DE  $f'c=210$  KG/CM<sup>2</sup> UTILIZANDO AGREGADO DE LA CANTERA ARUNTA - TACNA."


PROYECTO: MUESTRA PATRÓN, L.F., J.S., J.P.

FECHA: 28/02/2019

DISEÑO	CODIGO	FECHA VACIADO	EDAD (DÍAS)	FECHA ROTURA	ANCHO (mm)	ALTEZA (mm)	EL CENTRO APOYOS (mm)	CARGA ROTURA (KN)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROBETA MODULO DE ROTURA (Mpa)
01-01	P-9-214	17/01/2019	28	16/02/2019	151.00	150.00	300.00	21.00	3.37	4.76
					152.00	151.00	300.00	20.00	3.35	
01-02	P-13-214	17/01/2019	28	16/02/2019	151.00	145.00	300.00	26.00	3.97	3.91
					152.00	144.00	300.00	27.00	3.90	
01-03	P-9-214	17/01/2019	28	16/02/2019	151.00	152.00	300.00	27.00	3.96	4.81
					152.00	150.00	300.00	27.00	4.06	
01-04	P-10-214	17/01/2019	28	16/02/2019	152.00	150.00	300.00	24.00	3.44	3.39
					152.00	151.00	300.00	23.00	3.43	
01-05	P-10-214	17/01/2019	28	16/02/2019	151.00	149.00	300.00	26.00	3.93	3.68
					152.00	151.00	300.00	25.00	3.86	



Oswaldo Rodríguez Macaca  
INGENIERO DE MINAS  
Reg. CIP 147190



Dr. Ing. Carlos Huiza Cerón  
Jefe de Laboratorio  
CIP 57291

Ciudad Universitaria Av. Miraflores S/N Teléfono: (51) (02) 563006 Anexo:2003 Anexo Fax: 2001 Apartado 318  
 Email: [Facom@unjt.edu.pe](mailto:Facom@unjt.edu.pe) Tacna - Perú

Yapuchura (2019), realizo un proyecto titulado "Influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando agregado de la Canteras Arunta - Tacna", para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad Privada de Tacna, p.113.

**Anexo 8: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS - HULE**  
**CERTIFICADO DE GRANULOMETRÍA DE HULE RECICLADO**

**Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales**

Indic: Limsa Norte

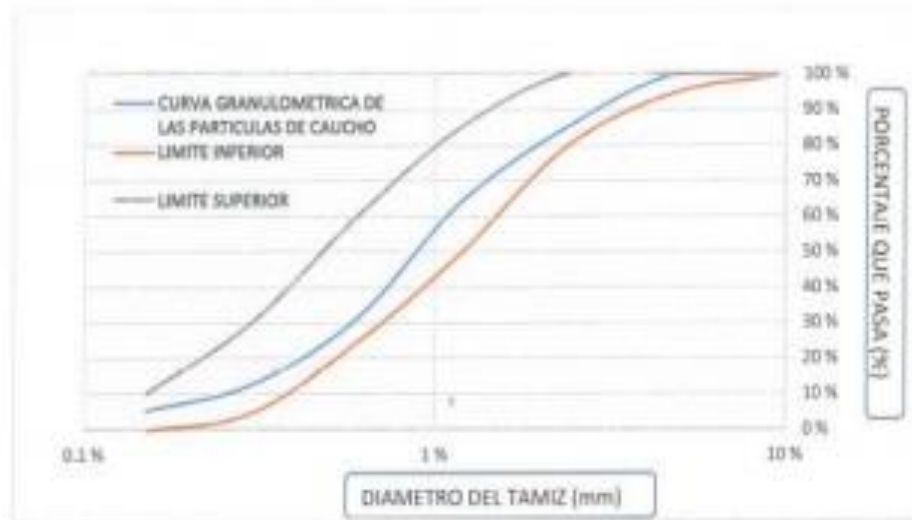
**1) Características del material reciclado**

Consiste en una muestra de Partículas finas de caucho reciclado

**a) Análisis Granulométrico**

N TAMIZ*	ABERTURA (mm)	PESO PARCIAL (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	AGREGADO FINO	
						LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
3/8"	9.5	0	0	0	100	100	100
4	4.75	0	0	0	100	95	100
8	2.36	22.1	14.73	14.73	85.27	80	100
16	1.18	31.62	21.08	35.81	64.19	50	85
30	0.6	48.9	32.60	68.41	31.59	25	60
50	0.3	28.05	18.70	87.11	12.89	5	30
100	0.15	11.13	7.42	94.53	5.47	0	10
FONDO		8.2	5.47	100.00	0		
TOTAL		150	100				

**b) Curva Granulométrica**



Nieves (2018), realizó un proyecto titulado ***“Influencia de partículas de caucho reciclado en las propiedades mecánicas del concreto endurecido Lima 2018”***, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad César Vallejo, p.164.

# CERTIFICADO DE DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



ABET  
Accredited  
Engineering  
Program

Pag. 1 de 1

## INFORME

Del	: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A	: NIEVES ARBAS CÉSAR AUGUSTO
Obra.	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PARTICULAS DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ENDURECIDO
Asunto	: Diseño de mezcla $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Expediente N°	: 18-3538
Recibo N°	: 72723
Fecha de emisión	: 23/10/2018

---

**1.0 DE LOS MATERIALES**

**1.1 Cemento:**  
Se utilizó cemento SOL Tipo I, proporcionado por el solicitante.

**1.2 Agregado Fino:**  
Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera TRAPIGHE.  
Las características se indican en el ANEXO 1.

**1.3 Agregado Grueso:**  
Consistente en una Muestra de PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera UNICÓN.  
Las características se indican en el ANEXO 2.

**1.4 Combinación de Agregados:**  
La granulometría del Agregado Global obtenido por la combinación del agregado fino y grueso, se muestra en el ANEXO 3.

**1.5 Agua:**  
Se usó agua potable procedente de la red UNI.



Ms. Ing. Ana Torre Camilo  
Jefe (a) del laboratorio



NOTAS:  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ningún tipo o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.



**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Rv. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
Departado 1381 - Perú  
(011) 381-3343  
(011) 481-1872 Anexos: 4088 / 4048



www.lim.uni.edu.pe  
lim@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



155

Nieves (2018), realizó un proyecto titulado *"Influencia de partículas de caucho reciclado en las propiedades mecánicas del concreto endurecido Lima 2018"*, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad César Vallejo, p.155.

# CERTIFICADO DE DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
 LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



ABET  
 Accredited  
 Engineering Technology  
 Programs  
 Colombia

---

Expediente N° : 18-3538

Pág. 1 de 1

---

**2.0 DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ( $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ) CEMENTO SOL Tipo I**

**2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Denominación	_____	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	_____	3" - 4"
Relación a/c de diseño	_____	0.60
Relación a/c de obra	_____	0.56
Proporciones de diseño	_____	1 : 2.29 : 2.37
Proporciones de obra	_____	1 : 2.34 : 2.38

**2.2 CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR  $m^3$  DE CONCRETO**

Cemento	_____	381 Kg
Arena	_____	872 Kg
Piedra	_____	906 Kg
Agua	_____	228 L

**2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR  $m^3$  DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	_____	381 Kg
Arena	_____	891 Kg
Piedra	_____	906 Kg
Agua	_____	221 L

**2.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	_____	42.50 Kg
Arena	_____	99.45 Kg
Piedra	_____	101.11 Kg
Agua	_____	24.70 L

**2.5 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	_____	_____	_____
Agua	_____	24.70	1.6bolsa

**3.0 OBSERVACIONES:**

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

Hecho por Técnico : Ing. M. A. Tejada S.  
 S: RPL

Ms. Ing. Ana Torre-Camilo  
 Jefe (a) de laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Este prototipo reproduce el resultado obtenido en ensayo, total o parcialmente, en la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos son proporción a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestra compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Ax. Topoc Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1078 Anexo: 4088 / 4089

www.lim.uni.edu.pe  
 lim@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI




LABORATORIO  
 CERTIFICADO  
 ISO 9001

Nieves (2018), realizó un proyecto titulado **“Influencia de partículas de caucho reciclado en las propiedades mecánicas del concreto endurecido Lima 2018”**, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad César Vallejo, p.156.



# Anexo 9: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS - HULE CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS



**JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL**  
CALIDAD E INNOVACIÓN AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA

## ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C 39/C 39M-04

### INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ENDURECIDO LIMA 2018

**AUTOR:** ING. LUIS GABRIEL SUAREZ TORRES

**ALUMNO:** CESAR RODRIGO HUAYTA ARMA

**FECHA DE EMISIÓN:** Lima, 08 de noviembre del 2018

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:**  
**ENTRUCIÓN:** La prueba  
**DESCRIPCIÓN:** de todos aquellos de acuerdo

**INFORMACIÓN DE LA PASTA DE CONCRETO:**  
**MARCA Y MEDIO:** PORTER F 42.5 R-7007  
**TIPO DE HULE:** 100%  
**TIPO DE HULE:** CARACALLI  
**PROPORCIÓN AGUA:** 100% (100/100)  
**CENTRO DE ORIGINACIÓN:** CHILSA 2018

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE MUESTRO	FECHA DE CALIBRO	FECHA DE ENTREGA	ESFUERZO (MPa)	ESFUERZO (kgf/cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	FACTORES DE ESFUERZO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPa)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kgf/cm <sup>2</sup> )
Muestra 1 (100% de Cemento)	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	7	70.00	11.800	0.000	83	83
Muestra 2 (100% de Cemento)	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	7	70.00	12.710	0.000	96	96
Muestra 3 (100% de Cemento)	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	7	70.00	9.941	0.006	94	94
Muestra 4 (100% de Cemento)	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	7	70.00	9.066	0.008	92	92
Muestra 5 (100% de Cemento)	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	7	70.00	9.026	0.000	92	92
Muestra 6 (100% de Cemento)	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	7	70.00	9.026	0.000	91	91
Muestra 7 (100% de Cemento)	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	7	70.00	8.200	0.009	82	82
Muestra 8 (100% de Cemento)	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	7	70.00	8.663	0.009	87	87

**Observaciones:**

Se realizó el ensayo de acuerdo a la norma ASTM C 39/C 39M-04.


El ensayo se realizó en el laboratorio de ensayos de materiales de la Universidad César Vallejo.

**Referencia:** ASTM C 39/C 39M-04

Nieves (2018), realizó un proyecto titulado **“Influencia de partículas de caucho reciclado en las propiedades mecánicas del concreto endurecido Lima 2018”**, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad César Vallejo, p.166.



# CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS



**JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL**  
CALIDAD E INNOVACIÓN AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA

## ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C 39/C 39M-04 R

### INFORME DE ENSAYO

*\*MUESTRA DE LA ADICIÓN DE PARTICULAS DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ENDURECIDO LIMA 2018\**

PROYECTO: **LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PARTICULAS DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ENDURECIDO LIMA 2018**

ASESOR: **ING. CESAR AUGUSTO VESTRA AMAR**

ALUMNO: **ING. NIEVES GABRIEL GARCÍA TORRES**

FECHA DE EMISIÓN: **06/05/2018**

REFERENCIA DE LA MUESTRA: **LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PARTICULAS DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ENDURECIDO LIMA 2018**

ENTREGUEN: **LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PARTICULAS DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ENDURECIDO LIMA 2018**

DESCRIPCIÓN: **LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PARTICULAS DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ENDURECIDO LIMA 2018**

INFORMACIÓN DE LA PRUEBA DE CONCRETO

MARCA Y MODELO: **FORMY P-2004/PLUT**

NUMERO DE USOS: **WIN**

CAPACIDAD: **60000 kg**

REPETICIÓN: **FORMY MP 0845-108**

DEPARTAMENTO DE CALIBRACIÓN: **DAC-08/08/08**

EDUCACIÓN	FECHA DE APLICACIÓN	FECHA DE CURADO	FECHA DE PRUEBA	EDAD (días)	LONGITUD (mm)	DIÁMETRO (mm)	CARGA DE ROTURA (kg)	FACTORES DE ESFUERZO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPa)
Muestra P10ca	26/03/2018	30/03/2018	18/05/2018	18	200	60	11700	1.000	202.20	202.20
Muestra P10ca	26/03/2018	30/03/2018	18/05/2018	18	200	60	11600	1.000	200.00	200.00
Muestra con 2.00 % de Caucho (Influencia al peso del material seco)	26/03/2018	30/03/2018	18/05/2018	18	200	60	10200	0.888	200.00	200.00
Muestra con 2.00 % de Caucho (Influencia al peso del material húmedo)	26/03/2018	30/03/2018	18/05/2018	18	200	60	10200	1.000	200.00	200.00
Muestra con 3.00 % de Caucho (Influencia al peso del material seco)	26/03/2018	30/03/2018	18/05/2018	18	200	60	11700	1.000	204.00	204.00
Muestra con 3.00 % de Caucho (Influencia al peso del material húmedo)	26/03/2018	30/03/2018	18/05/2018	18	200	60	11700	1.000	204.00	204.00
Muestra con 4.00 % de Caucho (Influencia al peso del material seco)	26/03/2018	30/03/2018	18/05/2018	18	200	60	11300	1.000	197.00	197.00
Muestra con 4.00 % de Caucho (Influencia al peso del material húmedo)	26/03/2018	30/03/2018	18/05/2018	18	200	60	11300	1.000	197.00	197.00

Observaciones: **LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PARTICULAS DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ENDURECIDO LIMA 2018**

ING. NIEVES GABRIEL GARCÍA TORRES  
INGENIERO CIVIL

Nieves (2018), realizó un proyecto titulado ***"Influencia de partículas de caucho reciclado en las propiedades mecánicas del concreto endurecido Lima 2018"***, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad César Vallejo,



# CERTIFICADO DE ENSAYO FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C19		Código	ACFD-034
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Version	01
		Fecha	27-11-2018
		Revisión	1 de 1

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ENDURECIDO LIMA 2018" REGISTRO N.º: JM - LEB-02-18

ASESOR: ING. LUIS SAMUEL GUZMÁN TORRES  
 ALUMNO: CESAR AUGUSTO NIEVES ARRANCA  
 UBICACIÓN DE PROYECTO: ---  
 FECHA DE EJECUCIÓN: 27/11/2018

REALIZADO POR: ING. LUIS G. N. DÍAZ  
 REVISADO POR: LA INGENIERA  
 FECHA DE ENSAYO: 27/11/2018  
 CUMPLIÓ:

Tipo de muestra: - Concreto endurecido  
 Presentación: Equipamiento estándar  
 Fz de diseño: 219 kg/cm<sup>2</sup>

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LISTA DE FALLAS	MÓDULO DE ROTURA
Muestra Faltó	30/10/2018	27/11/2018	28 días	2	40.0	42.8 kg/cm <sup>2</sup>
Muestra Falló	30/10/2018	27/11/2018	28 días	2	40.0	40.7 kg/cm <sup>2</sup>
Muestra con 1.00 % de Caucho (Referencia al peso del material seco)	30/10/2018	27/11/2018	28 días	1	40.0	38.8 kg/cm <sup>2</sup>
Muestra con 2.00 % de Caucho (Referencia al peso del material seco)	30/10/2018	27/11/2018	28 días	1	40.0	38.8 kg/cm <sup>2</sup>
Muestra con 3.00 % de Caucho (Referencia al peso del material seco)	30/10/2018	27/11/2018	28 días	1	40.0	34.9 kg/cm <sup>2</sup>
Muestra con 5.00 % de Caucho (Referencia al peso del material seco)	30/10/2018	27/11/2018	28 días	2	40.0	34.1 kg/cm <sup>2</sup>
Muestra con 7.00 % de Caucho (Referencia al peso del material seco)	30/10/2018	27/11/2018	28 días	1	40.0	32.9 kg/cm <sup>2</sup>
Muestra con 7.00 % de Caucho (Referencia al peso del material seco)	30/10/2018	27/11/2018	28 días	1	40.0	32.9 kg/cm <sup>2</sup>

Señal: ACFD-034

**OBSERVACIONES:**  
 \* Las muestras cumplir con las dimensiones dadas en el formato de ensayo.

RICARDO FRANCESCO  
 DÍAZ RÍOS  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 703255

988 325 323 / 965 088 036  
 celar@ygeocconsultas.com  
 jgeocconsultas@gmail.com  
 jnyria@ygeocconsultas.com

Calle 2 No. 5 Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen  
 San Martín de Porres - Lima

Nieves (2018), realizó un proyecto titulado ***"Influencia de partículas de caucho reciclado en las propiedades mecánicas del concreto endurecido Lima 2018"***, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad César Vallejo, p.172.