



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Aprovechamiento de caucho reciclado y material de descarte de la  
construcción y demolición para la elaboración de baldosas de cemento del  
tipo 3B**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
AMBIENTAL**

**AUTORES:**

**Bendezu Olivares, Analik Emerita**

**0000-0003-4322-7590**

**Valdez Ascencio, Beatriz Consuelo**

**0000-0002-6048-708X**

**ASESOR:**

**Mg. Fernando Sernaque Auccahuasi**

**0000-0003-1485-58**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Tratamiento y Gestión de Residuos**

**Lima- Perú**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Dedicamos esta investigación con todo, nuestro amor y cariño, A nuestros padres; por ser nuestra constante motivación y fortaleza.

A nuestra familia por su comprensión, paciencia y amor incondicional, a nuestros hermanos por darnos aliento para seguir adelante y cumplir nuestras metas.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a todas las personas que nos apoyaron y creyeron en la realización de esta Tesis, en especial a nuestro asesor el Mg. Fernando A. Sernaque Aucchuasi, por su valiosa colaboración durante el desarrollo de la presente investigación.

A nuestros padres, hermanos por todo su apoyo y comprensión en esta etapa de nuestra vida.

Gracias a mis profesores que supieron transmitirme sus conocimientos a lo largo de mi vida universitaria, un agradecimiento especial a la Mg. Cabello Torres Rita Jaqueline, por su disponibilidad y paciencia.

A nuestro amigo Edwin Soto, gracias por la amistad e incondicional apoyo.

## **ACTA DE APROBACION DE LA TESIS**

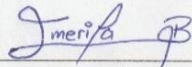


## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotras, Analik Emerita Bendezu Olivares con DNI 72107508 y Beatriz Consuelo Valdez Ascencio con DNI 47662308, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaña es veraz y auténtica.

Así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto en los documentos como en la información aportada, por lo que nos sometemos a lo dispuesto de las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 08 de Julio del 2019.



Analik Emerita Bendezu Olivares

DNI N° 72107508

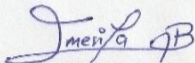


Beatriz Consuelo Valdez Ascencio

DNI N° 47662308

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado, en el cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Aprovechamiento de caucho reciclado y material de descarte de la construcción y demolición para la elaboración de baldosas de cemento del tipo 3B”, que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniera Ambiental. La investigación consta de seis capítulos. En el primer capítulo se explica de la realidad problemática de la cual nace en el presente proyecto, los antecedentes, un enfoque teórico general así mismo la descripción de los objetivos, hipótesis y justificación de la investigación; en el segundo capítulo se muestra el diseño de la investigación, operacionalización de las variables, descripción de la muestra y población. Así mismo, la metodología experimental y análisis de datos, en el tercer capítulo se detalla los resultados obtenidos durante la aplicación de la metodología, en el cuarto capítulo se explica los resultados obtenidos en comparación con otras investigaciones, en el quinto y sexto capítulo se redacta la conclusión final del proyecto y las recomendaciones asignadas a futuras investigaciones.



---

Analik Emerita Bendezu Olivares

DNI N° 72107508



---

Beatriz Consuelo Valdez Ascencio

DNI N° 47662308

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>ACTA DE APROBACION DE LA TESIS .....</b>	<b>iv</b>
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....</b>	<b>vi</b>
<b>PRESENTACIÒN .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÌNDICE.....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>I. INTRODUCCIÒN.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. Realidad Problemática .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. Trabajos Previos .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.1. Internacionales .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2. Nacionales .....</b>	<b>21</b>
<b>1.3. Teorías relacionadas al tema .....</b>	<b>24</b>
<b>1.3.1. Caucho reciclado.....</b>	<b>24</b>
<b>1.3.1.1. Composición del caucho reciclado .....</b>	<b>24</b>
<b>1.3.1.2. Técnicas para reciclar caucho .....</b>	<b>26</b>
<b>1.3.2. Residuos de la construcción y demolición.....</b>	<b>28</b>
<b>1.3.2.1. Clasificación de los residuos de los RCD.....</b>	<b>29</b>
<b>1.3.2.2. Composición de los RCD .....</b>	<b>30</b>
<b>1.3.2.3. Residuos Aprovechables de los RCD.....</b>	<b>31</b>
<b>1.3.3. Aprovechamiento de material de descarte .....</b>	<b>40</b>
<b>1.3.3.1. Clasificación del aprovechamiento de material de descarte.....</b>	<b>40</b>
<b>1.3.3.2. Principios de aprovechamiento .....</b>	<b>41</b>
<b>1.3.3.3. Valorizar .....</b>	<b>42</b>
<b>1.3.4. Baldosa .....</b>	<b>46</b>
<b>1.3.4.1. Baldosas de cerámica .....</b>	<b>46</b>
<b>1.3.4.2. Baldosas de cemento.....</b>	<b>46</b>
<b>1.4. Formulación al problema.....</b>	<b>55</b>
<b>1.4.1. Problema general .....</b>	<b>55</b>



1.4.2.	Problemas específicos .....	55
1.5.	Justificación del estudio .....	56
1.5.1.	Justificación económica .....	56
1.5.2.	Justificación social .....	56
1.5.3.	Justificación metodológica .....	56
1.6.	Hipótesis .....	56
1.6.1.	Hipótesis general .....	56
1.6.2.	Hipótesis específicas.....	56
1.7.	Objetivo .....	57
1.7.1.	Objetivo general .....	57
1.7.2.	Objetivos específicos .....	57
2.	METODO.....	57
2.1.	Diseño de investigación .....	57
2.1.1.	Tipo .....	57
2.1.2.	Diseño .....	58
2.2.	Variables, operacionalización.....	58
2.2.1.	Variable independiente.....	58
2.2.2.	Variable dependiente .....	58
2.2.3.	Matriz de operacionalización de las variables.....	59
2.3.	Población, muestra y muestreo .....	62
2.3.1.	Población.....	62
2.3.2.	Muestra .....	62
2.3.3.	Muestreo .....	62
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	63
2.4.1.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	63
2.4.2.	Validez.....	67
2.4.3.	Confiabilidad .....	72
2.5.	Procedimiento .....	84
2.5.1.	Descripción del proceso .....	84
	Obtención del material de descarte.....	84
2.6.	Métodos de análisis de datos.....	87

<b>2.7. Aspectos éticos .....</b>	<b>89</b>
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>90</b>
<b>3.1. Resultados de aprovechamiento de los RCD.....</b>	<b>90</b>
<b>3.2. Resultados de la dosificación .....</b>	<b>92</b>
<b>3.3. Propiedades físicas de la muestra patrón de las baldosas de cemento del tipo 3B.</b>	<b>93</b>
<b>3.4. Propiedades mecánicas .....</b>	<b>97</b>
<b>4. DISCUSIÓN.....</b>	<b>107</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>111</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>112</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>126</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Composición de las llantas</i> .....	25
Tabla 2. <i>Tipos de Molienda</i> .....	27
Tabla 3. <i>Residuos no peligrosos</i> .....	29
Tabla 4. <i>Composición de los RCD</i> .....	31
Tabla 5. <i>Clasificación de la arena según el diámetro</i> .....	39
Tabla 6. <i>Valorización de materiales de material de descarte de la construcción y demolición</i> .....	43
Tabla 7. <i>Características dimensionales de las baldosas de cemento</i> .....	52
Tabla 8. <i>Características mecánicas de las baldosas</i> .....	54
Tabla 9. <i>Características mecánicas de las baldosas de cemento</i> .....	55
Tabla 10. <i>Numero de muestras</i> .....	63
Tabla 11. <i>Etapas del proceso con sus técnicas, instrumentos y resultados</i> .....	64
Tabla 12. <i>Ficha de recolección de datos de las características dimensionales</i> .....	67
Tabla 13. <i>Ficha de recolección de datos para las características mecánicas</i> .....	67
Tabla 14. <i>Prueba de normalidad</i> .....	72
Tabla 15. <i>Regresión de tipo de mezcla</i> .....	73
Tabla 16. <i>Características mecánicas de las baldosas</i> .....	74
Tabla 17. <i>Características mecánicas de la compresión de las baldosas</i> .....	75
Tabla 18. <i>Prueba normalidad características físicas</i> .....	76
Tabla 19. <i>Regresión características físicas</i> .....	77
Tabla 20. <i>Anova de las características físicas de las baldosas</i> .....	78
Tabla 21. <i>Características físicas de las baldosas</i> .....	79
Tabla 22. <i>Test de Normalidad de capacidad de absorción de agua</i> .....	80
Tabla 23. <i>Regresión de tipos de mezcla</i> .....	81
Tabla 24. <i>Anova de la capacidad de absorción de agua</i> .....	82
Tabla 25. <i>Coefficients de la capacidad de absorción de agua</i> .....	83
Tabla 26. <i>Análisis granulometría por tamices, realizado en el laboratorio</i> .....	88
Tabla 27. <i>Pesos del material de descarte de la construcción y demolición</i> .....	90
Tabla 28. <i>Aprovechamiento del material de descarte de la construcción y demolición</i> .....	91
Tabla 29. <i>Total de residuos aprovechables</i> .....	91
Tabla 30. <i>Dosificación según porcentajes</i> .....	92
Tabla 31. <i>Total de materiales para la elaboración de las baldosas de cemento de tipo 3B</i> ...92	
Tabla 32. <i>Propiedades físicas del patrón con 0 % de material de descarte</i> .....	93
Tabla 33. <i>La variación más notable sobre las propiedades físicas, vendría ser el peso</i> .....	94
Tabla 34. <i>La variación mas notable sobre las propiedades físicas, vendría ser el peso</i> .....	95
Tabla 35. <i>La variación mas notable sobre las propiedades física, vendría ser el peso</i> .....	96
Tabla 36. <i>Resistencia a la compresión con 0 % de material de descarte</i> .....	97
Tabla 37. <i>Resistencia a la compresión con 5% de material de descarte</i> .....	99
Tabla 38. <i>Resistencia a la compresión con 15 % de material de descarte</i> .....	101
Tabla 39. <i>Resistencia a la compresión con 25% de material de descarte</i> .....	103

<b>Tabla 40. Prueba de absorción 0% de material de descarte .....</b>	<b>105</b>
<b>Tabla 41. Prueba de absorción 5% de material de descarte .....</b>	<b>105</b>
<b>Tabla 42. Prueba de absorción 15% de material de descarte .....</b>	<b>106</b>
<b>Tabla 43. Prueba de absorción 25 % de material de descarte .....</b>	<b>106</b>
<b>Tabla 44. Dosificación según porcentajes.....</b>	<b>110</b>
<b>Tabla 45. Total de materiales para la elaboración de las baldosas de cemento de tipo 3b .</b>	<b>110</b>

### Tabla de Figura

<b>Figura 1. Composición de neumáticos de corte transversal .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 2. Porcentaje de partículas en el agregado fino.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 3. Husos granulometría fino, a partir de la Norma Técnica Peruana 400.37 (2014) .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 4. Partículas retenidas en el tamiz n<sup>o</sup>4, para agregado grueso.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 5. Requisitos para agua de curado.....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 6. Baldosas de cemento .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 7. Elaboración propia a partir de norma europea ISO 10545 .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 8. Características de balanza analítica.....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 9. Máquina universal para prueba de flexión y adherencia.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 10. Gráfico de dispersión de las características mecánicas .....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 11. Características, grafico de dispersión .....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 12. Gráfico dispersión de la capacidad de absorción de agua.....</b>	<b>80</b>
<b>Figura 13. Diagrama de proceso de elaboración de baldosas.....</b>	<b>84</b>
<b>Figura 14. Proceso de elaboración de baldosas.....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 15. Elaboracion de baldosas de cemento del tipo 3B .....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 16. Baldosas de media estandar .....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 17. Resistencia promedio de las baldosas fabricadas con 0% material de descarte .....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 18. Resistencia promedio de las baldosas fabricadas con el 5% de material de descarte.....</b>	<b>100</b>
<b>Figura 19. Resistencia promedio de las baldosas fabricadas con el 15% de material de descarte.....</b>	<b>102</b>
<b>Figura 20. Resistencia promedio de baldosas fabricadas con el 25% de material de descarte.....</b>	<b>104</b>
<b>Figura 21. Absorción promedio según el porcentaje de material de descarte. ....</b>	<b>108</b>
<b>Figura 22. Variación de peso según el porcentaje de material de descarte.....</b>	<b>109</b>

## RESUMEN

Para el desarrollo de esta investigación, la elaboración de las baldosas de cemento del tipo 3B fue realizada de forma artesanalmente, el material de descarte fue incorporado en distintos porcentajes cuales están comprendidos en: cinco, quince y veinticinco por ciento en la mezcla tradicional para la elaboración de baldosas de cemento, adicionalmente se detallan los ensayos, de contenido de humedad, peso específico, peso volumétrico suelto, peso volumétrico compactado y la absorción, que fueron sometidos los agregados naturales y agregados reciclados.

Después que fueron elaborados las baldosas, se analizaron las propiedades físicas y mecánicas y se evaluó el porcentaje y el tipo de mezcla idónea para el aprovechamiento de caucho reciclado y material de descarte de la construcción y demolición para elaboración de baldosa de cemento tipo 3 B, según sus características dimensionales y mecánicas, en el cual la metodología utilizada es añadir el 5%, 15% y 25% a las probetas de concreto para su medición. Así mismo los materiales utilizados son a partir de la recolección de material de descarte y caucho reciclado.

Mediante los datos obtenidos se concluye, que el aprovechamiento del caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición influyen significativamente en las características físicas y mecánicas.

Finalmente, el porcentaje más apto para la elaborar baldosas de cemento del tipo 3B con material de descarte de la construcción y demolición a criterio del investigador es el 15%, ya que esta investigación muestra los resultados de: MPa en la resistencia a la compresión y 21,48 3,8% de absorción promedio, demostrando así que si existe similitud con los adoquines elaborados de forma convencional como también cumple con los requerimientos la norma ISO 1045-2.

Palabras claves: Caucho reciclado, baldosa de cemento, material de descarte de la construcción y demolición.

## **ABSTRACT**

For the development of this research, the manufacture of type 3B cement tiles was carried out by hand, the discard material was incorporated in different percentages which are comprised of: five, fifteen and twenty five percent in the traditional mixture for the In addition, the tests of moisture content, specific gravity, loose volumetric weight, compacted volumetric weight and absorption, which were subjected to natural aggregates and recycled aggregates, are detailed.

After the tiles were made, the physical and mechanical properties were analyzed and the percentage and type of suitable mix for the use of recycled rubber and discard material from the construction and demolition for the production of Type 3 B cement tile was evaluated. according to its dimensional and mechanical characteristics, in which the methodology used is to add 5%, 15% and 25% to the concrete specimens for its measurement. Likewise, the materials used are from the collection of discarded material and recycled rubber.

Through the data obtained, it is concluded that the use of recycled rubber and the discard material of construction and demolition significantly influence the physical and mechanical characteristics.

Finally, the most suitable percentage for the manufacture of cement tiles of type 3B with discard material of the construction and demolition at the discretion of the researcher is 15%, since this research shows the results of: MPa in the resistance to compression and 21.48 3.8% average absorption, demonstrating that if there is similarity with the pavers made in a conventional manner as well as meeting the requirements of ISO 1045-2.

**Keywords:** Recycled rubber, cement tile, construction and demolition waste material.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En la presente investigación, pretende demostrar el aprovechamiento de caucho reciclado y material de descarte de la construcción y demolición, el cual es utilizado como insumo para elaboración para la elaboración de baldosas de cemento del tipo 3B.

Así mismo, solo en la capital se genera alrededor de 19.000 TN. de desmonte diariamente del cual, un 70% son vertidos en el mar o ríos y solo un 30% restante va a los puntos autorizados (León, 2017), de la misma manera los neumáticos en de uso; ya que, existe desconocimiento de tratamientos para el aprovechamiento y no existe por las partes gestoras un interés por promover el aprovechamiento de dichos residuos mencionados anteriormente.

Por ello, la elaboración de baldosas de cemento elaboradas artesanalmente, son una propuesta innovadora para ser insertadas al proceso constructivo o afines de reducir la cantidad generación de residuos dispuestos a rellenos sanitarios, la fluencia de áreas degradadas, creando negocios y construcciones sostenibles.

### **1.1. Realidad Problemática**

En la actualidad el desarrollo poblacional ha con llevado al crecimiento del parque automotor, según el Ministerio de transportes y comunicaciones, (2016) menciona que en el año 2011 al 2014 se incrementó en un 8.84% de la tasa anual, teniendo 3252, 714 vehículos transitando en lima metropolitana, en evidencia de esto la cantidad de neumáticos es abismal, el cual genera una problemática ambiental. Es decir, al manejo inadecuado de los neumáticos fuera de uso (NFU), debido al desconocimiento de un tratamiento adecuado para este material afectando la calidad del aire por la quema del material anteriormente mencionado.

Además, según Banco Central de Reserva del Perú, (2019) menciona que la demanda del desarrollo exponencial crea que el sector construcción se encuentre una de las actividades económicas más aprovechables para el Perú, aportando el 5,8% del PBI., a consecuencia de esto aumente del material de descarte de la construcción y demolición, de esta manera, el

crecimiento de esta industria, crea una mayor demanda de materiales, la cual consume una gran cantidad de recursos naturales, y a su vez origina un impacto negativo en el ambiente.

Según León, (2017) solo en la capital se genera alrededor de 19.000 TN. de desmonte diariamente del cual, un 70% son vertidos en el mar o ríos y solo un 30% restante va a los puntos autorizados. Así mismo, el INEI (2017) menciona que en lima metropolitana y la provincia del callao se encontraron 2408 puntos críticos de RCD. A su vez, el Ministerio de Construcción, Vivienda y Saneamiento (2015) nos menciona, que en ese año se generaron en lima metropolitana 887 918 m<sup>3</sup> y en la provincia del callao 607 777 m<sup>3</sup>, pero estos no cuentan con técnicas de aprovechamiento. Por otro lado, Leonardo (2015), menciona que el problema fundamental sobre el material de descarte de la construcción y demolición, se centra en la cantidad y volumen que se genera, ya sea por el levantamiento de nuevas construcciones, demoliciones o remodelaciones.

Por ello, el mal manejo del material de descarte de la construcción y demolición y los NFU, tiene un impacto significativo al ambiente, debido a que, la mayoría de estos residuos son vertidos en zonas no autorizadas. En evidencia de esto (Bazán Garay, 2016) menciona, que la ausencia de gestión de las autoridades pertinentes y gestores aporta a que no exista un control en cuanto a la generación, y a la disposición final del material de descarte de la construcción y demolición. De la misma manera, ocurre con el caucho-, ya que, es un material el cual no es biodegradable proveniente de los neumáticos. Por ello, Magallanes, C y Guillen, I. (2014) menciona que en el Perú no existe una normativa legal, que regule la gestión del manejo adecuado NFU. 11, los materiales de descarte de la construcción y demolición tienden a ser reaprovechados siempre y cuando reingresen en el proceso o se transforman para servir de materia prima para nuevos productos. (Artículo gestión de RCD, 2013 p.124). Del mismo, se cumple para el caucho reciclado; ya que, según A. Sofí (2018) menciona, que es posible utilizarlo en el concreto reciclado, pisos, pavimentos, carreteras entre otros.

Finalmente, la presente investigación pretende demostrar el aprovechamiento y el manejo de estos residuos anteriormente mencionados es factible, promueve la reutilización de material de descarte de la construcción y demolición y NFU como material alternativo para



generar nuevos productos, que posteriormente serán incluidos nuevamente en la actividad de la construcción, proponiendo un modelo sostenible para esta actividad económica que vaya acorde al mercado y el mundo que tenemos actualmente, en donde lo fundamental es frenar el deterioro del ambiente.

## **1.2. Trabajos Previos**

### **1.2.1. Internacionales**

Aly Muhammed Aly, M.S. El-Feky, Mohamed Kohail, El-Sayed AR Nasr (2019). En su artículo científico titulado "Performance of geopolymer concrete containing recycled rubber". El objetivo de la investigación, es analizar el efecto de diferentes porcentajes de caucho de miga como sustituto de materia prima en una proporción de 0 a 10% y 20 a 30%, según los parámetros de resistencia a la compresión, la tracción, la flexión y resistencia al impacto del concreto a base de escoria, utilizando silicato de sodio e hidróxido de sodio como aditivo, en el cual se preparó 4 tipos de mezclas utilizando caucho miga al 0%, 10%, 20% y 30% de polvo de neumático de caucho reciclado obtenido a partir de llantas en desuso en un tamaño de 1 a 4 mm pasado por una malla N 40, según la límites del código Egipcio, a su vez con la unión de agregados naturales finos y gruesos en conjunto con la dolomita triturada (mármol) a 12mm, escoria y arena natural en un 35% a 60% al 0,5mm con una finura al 2,22 y la escoria como aglutinante y líquidos alcalinos como activador en el cual se mezclaron se mesclo por 2 min, para seguir con el siguiente procedimiento es rellenar los cubos con el hormigón recubierto con caucho, para luego compactar en una mesa vibrante hasta formar tres capas durante 10 segundos, para desmoldar después de un día y curar en agua a temperatura ambiente en el hormigón.

El Investigador concluye, según a los resultados obtenidos en las pruebas de ensayo de resistencia a la compresión con el aumento de un 10% de caucho de miga mejora ligeramente con la adición del Naoh, a su vez en la a resistencia a la tracción y flexión. Por otro lado, en las mezclas de control va disminuyendo, según la adición de caucho de

miga, en la resistencia al impacto del hormigón mejoro debido a la baja rigidez de las partículas de caucho.

Jianqing Wnag, Qingli Dai, Shuaincheng Guo, Ruizhe Si. (2019). En su artículo científico titulado “Mechanical and durability performance evaluation of crumb rubber-modified epoxy polymer concrete overlays”. El objetivo de la investigación es evaluar el rendimiento mecánico y la durabilidad de concreto polímero epoxi con recubrimiento de caucho de miga. La metodología es usar el caucho de miga en un diámetro de 50,0.279 mm, la cual se añadió a la al concreto epoxi en porcentajes de 5% y 10% basado al peso del manómetro epoxi, las propiedades mecánicas para prueba de ensayo son la resistencia a la tracción directa, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por separación y la resistencia a la unión, a su vez se midió el rendimiento de la durabilidad relacionado con la humedad y el calor del concreto epòxico cauchutado, las cuales se midieron con las muestras de control, según los resultados obtenidos en la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción de la división mejoraron al añadir un 5% de caucho sólido, p ero al añadir un 10% reducen sus propiedades mecánicas, en el ensayo de resistencia a la conexión a la tracción entre el concreto epòxico y la losa de concreto se obtuvo 250m psi tanto para muestras de control como para las muestras con caucho, en la conductividad térmica del hormigón se reducido debido al aumento de contenido de caucho. Además, en la absorción de agua de obtuvo menos del 0.5% en todas las muestras.

A. Sofí (2018) en su artículo científico titulado “Effect of waste tyre rubber on mechanical and durability propierties of concrete – A review”. El objetivo de su investigación, es determinar la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y absorción de agua utilizando prototipos de concreto con residuo de neumáticos y a su vez, evaluar el rendimiento las diversas mezclas de concreto al 5%, 7,5 y 10%. El investigador manifiesta, que las diferentes mezclas de 0 a 12,5% superaron el límite de 60 Mpa en la resistencia a la compresión, aunque lo óptimo es utilizar 12.5 % de peso del caucho reciclado en la mezcla para concreto, además presenta una mayor resistencia a la abrasión en comparación con la mezcla base; sin embargo, al utilizar el 7.5% y el

10% en la utilización de caucho reciclado, se obtuvo la menor resistencia a la compresión en el periodo de 28 días, en el cual la dosificación es de 10 a 23% para materia prima y 20 a 40% de caucho reciclado. El autor concluye, en utilizar caucho reciclado como sustituto del cemento disminuye la resistencia a la flexión del concreto, a su vez en la prueba de absorción de agua usando ácido se observa un aumento continuo a medida que se añade mayor porcentaje de caucho reciclado. De manera que, es posible utilizar en pisos, pavimentos, carreteras entre otros.

Priyanka, Asutkar, S.B, Shinde, Rakesh, Patel. (2017). En su artículo científico titulado "Study on the behaviour of rubber aggregates concrete beams using analytical approach". El objetivo de su investigación es, evaluar la sustitución parcial del caucho reciclado en la modificación del concreto y analizar su impacto en las propiedades del concreto. El investigador manifiesta, al sustituir concreto con caucho reciclado en una proporción de % 0 - 20% con aumento del 5% en un periodo de 28 días de curado. La metodología utilizada es probar cada 3 cubos por cada porcentaje de la dosificación planteada. El investigador concluye en el parámetro de resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del concreto aumenta, según la proporción de caucho reciclado, de manera que el 15% es el porcentaje más idóneo; sin embargo, este nuevo tipo de hormigón no es recomendable para elementos estructurales que requieran una mayor resistencia.

En el artículo científico titulado "Properties of concrete paving blocks and hollow tiles with recycled aggregate from construction and demolition waste". El objetivo de la investigación, es evaluar el uso de los residuos de construcción y demolición en la elaboración de hormigones no estructurales prefabricados. La metodología utilizada es reemplazar el 15 y 30% de la materia prima para elaborar bloques de pavimento y baldosa con orificios por residuos de construcción y demolición. Así mismo el investigador concluye, en el parámetro de resistencia mecánica disminuye, según se incrementa el porcentaje de residuos de construcción y demolición; sin embargo, en el parámetro de la absorción de agua presenta una mayor capacidad de absorción valga la redundancia. En cambio, al utilizar residuos cerámicos ayuda mejorar en la resistencia a la abrasión en comparación a la mezcla de residuos de RCD, el cual reduce la resistencia

de abrasión. (Rodriguez Carlos Miñano Isabel, Aguilar Miguel A. Ortega Jose. M, Parra Carlos, Sánchez Isidro, 2017).

Giedrius, G y Dzigita, N. (2017) en su artículo de investigación “Crushed rubber waste impact of concrete basic properties”. Cuyo objetivo es medir la resistencia a la compresión en las mezclas de hormigón. La metodología que se utilizó fue partir en fracciones de 2/4 a 4/6 de caucho de miga de neumáticos en de uso en un porcentaje 5% a 20%, a su vez se utilizó para la mezcla cemento CEM I 42.5 N. Los autores manifiestan, que la resistencia a la compresión se minimizó en un porcentaje de 68 a 61.3%. El cual investigador concluye que al utilizar 20% en peso del caucho aumenta la resistencia absorción de agua, porosidad y permeabilidad cuando 14 estén expuestos al clima adverso de mucho frío, en otras palabras, a la resistencia a congelación y deshielo.

En el artículo científico titulado” Sustainability of using waste rubber in concrete”. El objetivo de la investigación, es al agregar caucho aumente la ductilidad y la capacidad de absorber energía, en el cual se mide el rendimiento mecánico y durabilidad de las muestras de hormigón. Así mismo, el investigador emplea la metodología en reemplazar parcialmente con caucho los agregados según los hallazgos, se obtuvo una reducción en el rendimiento mecánico. Sin embargo, el investigado concluye, que el caucho mejora las propiedades de durabilidad del concreto, la resistencia a la congelación, abrasión y descongelación. Por ello menciona, que el uso de caucho reciclado de neumáticos en mezclas de concreto proporcionara reutilizar este tipo de residuo y a su vez, mejorar ciertas propiedades del concreto (I. B, y otros, 2016).

Para Xiaoyan Huang, Ravi Ranade, Wen Ni, Victor C. Li. En su artículo de investigación titulado (2013)” On the use of recycled tire rubber to develop low E- modulus ECC for durable concrete repairs”. El objetivo de los autores es determinar la influencia del caucho de neumáticos en las propiedades mecánicas y tendencia de agrietamiento del material de reparación, los cuales son Ingeniería de cementos compuestos (ECC). La metodología utilizada, es una proporción de mezcla es 1:1 en cual se partió de A entre B, en el cual los agregados triturados tienen un diámetro de 2.36 a 4.76 mm, el cual paso por un tamiz n°8 con una absorción al 1.55% y en la resistencia a la compresión con

28,000psi, por otro lado en el diámetro de caucho de neumático en desuso es de 0.297 a 0.595mm, el cual paso por un tamiz n°50 en el cual se utilizó un 5% y 10% .

En base a los resultados obtenidos se revela que mediante la adición de caucho de neumáticos en desuso en las mezclas de ECC mejora la ductilidad de tracción, pero que a su vez disminuye la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción y el módulo de elasticidad. Los investigadores manifiestan, en base a los resultados, aumento la deformación por contracción es debido al secado libre; sin embargo, la reducción del módulo de elasticidad del caucho de neumático, ha beneficiado en disminuir el agrietamiento de las reparaciones, respecto a los resultados obtenidos concluyeron, que el reciclaje de caucho de neumático con concreto de polímero epoxi pueden proteger estructuras de pavimento.

Suárez, S. (2015) En la Universitat Politècnica de Catalunya en el programa de doctorado de Ingeniería Ambiental. Realizó una “Propuesta metodológica para evaluar el comportamiento ambiental y económico de los RCD en la producción de materiales pétreos el objetivo es emplear materiales alternativos para utilizar estos residuos provenientes de la construcción como es el yeso, cemento y áridos. El investigador concluye aplicación de esa metodología es una opción sostenible para el medioambiente y la economía de reciclaje de los RCD. Donde la utilización dicho material es una gran alternativa de valorización, reduciendo la extracción de recursos naturales.

### **1.2.2. Nacionales**

M, Farfan y E, Leonardo. (2018) en su artículo científico titulado “Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante”. Su objetivo, es evaluar las diversas resistencias a la compresión y flexión en concreto de 210kg/cm<sup>2</sup> mejorado con aditivo plastificante en diferentes periodos de 7,14 y 28 días; usando el 5, 10, 15% del residuo reciclado mencionado anteriormente. El investigador concluye que mediante el análisis estadístico de la varianza con un valor de significancia del 5% se concluye en base a un análisis de la varianza con un valor de significancia del 5%, el caucho reciclado tiene un efecto significativo en la resistencia a

compresión y flexión en la fabricación del concreto modificado con el aditivo plastificante.

En el artículo científico titulado “Estudio de concreto elaborado con caucho reciclado de diferentes tamaños de partículas”. El objetivo de la investigación, es analizar la influencia al añadir la raspadura de las bandas de rodamiento de los neumáticos a los compuestos de concreto, por ello su investigación se realiza a través de ensayos, los cuales medirán los parámetros como resistencia a la compresión, resistencia a la flexión; a su vez, los diámetros de las partículas de caucho reciclado que empleará, será mayor 1,19 mm como partícula gruesa y menor 1,19 mm para partículas finas. Así mismo, el investigador menciona los porcentajes de caucho reciclado que utiliza es el 5%, 10% y 15% de volumen para añadir a la mezcla de concreto, además, se tomó prototipos de control sin aditivo y con el aditivo plastificante en un periodo de tiempo de 7, 14 y 28 días.

El investigador concluye, que la proporción más idónea al añadir caucho reciclado es el 5% del peso de la mezcla para obtener una mayor resistencia a la compresión, el cual es 219,452 kg/cm<sup>2</sup>; en cambio, en el parámetro de la resistencia a la flexión es el 10% obteniendo como resultado 81,861 kg/cm<sup>2</sup>, aunque recomienda utilizar el aditivo plastificante; ya que, permite obtener hasta en un 10% una mayor resistencia. (Albano, Carmen, Camacho. N, Hernández. M, Bravo. A, Guevara, H, 2008).

Contreras Gonzales, Rodrigo (2018). En la Universidad Privada del Norte en la Facultad Ingeniería, presento su investigación titulado “Influencia del tamaño y porcentaje de caucho reciclado en un concreto estructural sobre su compresión, asentamiento, peso unitario y deformación, Trujillo – 2018”. El objetivo de la investigación es determinar el porcentaje y tamaño adecuado de caucho triturado de llantas recicladas al añadir concreto estructural. La metodología utilizada es realizar un diseño de mezcla basada en el método ACI 211 para un concreto estructural con una resistencia de 280kg/cm<sup>2</sup> basados en las normas ASTM, en el cual se realizaron pruebas de ensayo al concreto en su estado natural para determinar su asentamiento y peso, por otro lado, la resistencia a la compresión a los 28 y 56 días de curado, la deformación al momento de la rotura. El

investigador manifiesta bajo los resultados obtenidos en la prueba de ensayo a la compresión a los 28 días es 284kg/cm<sup>2</sup> y al añadir 0.35% de aditivo plastificante dicho ensayo anteriormente mencionado aumento en 292kg/cm<sup>2</sup>.

El investigador concluye , a los 28 días de curado las de diámetro pequeño en el concreto afectan medianamente la resistencia; ya que al añadir un porcentaje menor al 1% es de 243 kg/cm; sin embargo cuando el diámetro de las partículas es mayor la resistencia es 212 kg/cm, según a los resultados el curado del día 56 nos muestra al añadir 1% en la muestra que la resistencia es de 268 kg/cm y con el caucho en polvo es 236 kg/cm.

Retamozo, B. (2015) en su estudio realizado en la Universidad César Vallejo, presentó “Reaprovechamiento de los residuos sólidos de la construcción y demolición depositados en espacios públicos en el distrito de Los Olivos, Lima”. Su objetivo fue proponer alternativas de aprovechamiento de los RCD y qué porcentaje puede ser aprovechable. El investigador concluye diciendo que estos residuos pueden ser utilizados en pistas, veredas y obras civiles menores.

Carbajal, M (2018) en su investigación titulada: “Situación de la gestión y manejo de los residuos sólidos de las actividades de construcción civil del sector vivienda en la ciudad de lima y callao”. El objetivo de su investigación, es analizar la gestión y el manejo actual de los RCD en Lima y Callao. El investigador concluye, a un no se cuenta con una gestión y manejo de estos residuos adecuado, debido a que en el reglamento el D.S 009-2016 recién está en vigencia. A su vez la inserción de una norma técnica de guía NTP 400.050.2017. En cuanto al dato existente sobre el manejo de los RCD es ineficiente; ya que, se reúne la información de forma arbitraria. Finalmente, el propone cambiar el criterio Declaración Anual de Residuos Sólidos deba ser por el periodo que dure proyecto de edificación en vez que sea anualmente y promover la instalación de plantas de reaprovechamiento en zonas industrializadas que se encuentren colindantes a los sitios de construcción.

Silva, C. (2017) en su investigación realizada en la PUCP, presentó un “Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta de tratamiento y transformación de RCD en agregado de concreto”. Su objetivo es demostrar la viabilidad técnica, económica y financiera de la instalación de una planta de transformación. Los indicadores de la economía muestran un gran interés en prácticas construcción sostenible.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Caucho reciclado**

Cabanillas, E. (2017) lo define como caucho reciclado aquellos neumáticos en desuso los cuales se le puede proporcionar un valor agregado utilizándolos en otras aplicaciones. Además, la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2680:2013, menciona que productos derivados del petróleo, asfalto modificado lo denomina caucho reciclado. Requisitos e inspección (2013), como base para la presente investigación lo define de la siguiente manera, como un caucho reciclado es a partir de los neumáticos en desuso, el cual no debe presentar metales y si lo tuviera que sea en una proporción de 0,01% en peso de partículas de metales ferrosos y con un contenido de humedad el cual, debe ser menor al 0,75% del peso del caucho reciclado.

##### **1.3.1.1. Composición del caucho reciclado**

Según Albano.C, et al. (2008) Los residuos de los neumáticos, están compuestos por polímeros sintéticos y naturales u otros, según en el autor (p.2).



**Tabla 1.** *Composición de las llantas*

Material	Composición (%)	
	Automóviles	Camiones
Caucho natural	14	27
Caucho Sintético	27	14
Rellenos reforzantes	28	28
Acero	14	15
Antioxidantes y rellenos	17	16

Fuente: Secretaria de medio ambiente – Bogotá (2006)

En cambio, para Gonzales, José. (2017) es el neumático en desuso este compuesto por los siguientes:

- **Carcasa:** Es la capa conformada por material textil y metal, el cual soporta carga, la presión por la velocidad; además, aporta estabilidad.
- **Revestimiento de goma interior:** Es la capa conformada de caucho, el cual lo encontramos en la parte interna del neumático, proporciona una condición sellante.
- **Zona baja:** Cumple la función de transmitir potencia al motor y permite preñar según el contacto con la superficie del suelo.
- **Lonas de cima:** Es el revestimiento compuesto por cables finos de acero sobre la parte superior del neumático, el cual permite evitar la deformación y aporta resistencia. Se localiza debajo de la rodadura.

- **Aro de talón:** Se localiza en alrededor de la boca del neumático, cumple la función de proporcionar mayor adhesión al aro y rigidez, el cual se sujeta a la carcasa.
- **Banda de rodadura:** Esta conformado por ranuras que aportan un buen agarre, comodidad, es la película o capa, el cual está en contacto con la superficie del suelo.
- **Flanco:** Lo conforma los talones del cual está compuesta y la rodadura.



Figura 1. Composición de neumáticos de corte transversal

Fuente: Según Sanchez Juan, Rocio (2012)

### 1.3.1.2. Técnicas para reciclar caucho

La técnica utilizada según Criollo, Andres. (2014), es la técnica para reciclar neumáticos fuera de uso o también llamado mundialmente NFU; además, cumple la función de mermer la contaminación por neumáticos o caucho, el cual nos presenta

los diversos procesos para poder reciclarlos y proporcionar nuevas formas de manejo, la cual son las siguientes:

- **Desvulcanización:** Este proceso utiliza la tecnología, es decir rompe los enlaces S-S. Así mismo el proceso anteriormente mencionado se divide en dos grupos, en procesos físicos, el cual se produce por procesos mecánicos, ultrasonido, microondas entre otros. En cambio, en el proceso químico, se utiliza reactivos como mercaptano, el cual se emplea en altas temperaturas.
- **Molienda:** Se trituran el neumático, se obtiene en diversos diámetros, es recomendable pulverizar a 37°C; sin embargo, en nuestra investigación solo cortaremos el caucho en diferentes proporciones de diámetro para nuestras respectivas mezclas.

**Tabla 2.** *Tipos de Molienda*

<b>Molienda mecánica a temperatura ambiente</b>	En molinos de dos rollos tipos” cracker se muele el neumático se separa del metal de la fibra, luego se reduce a polvo grueso o polvo ultra fino, se empaqueta y se pesa.
<b>Molienda criogénica</b>	Se lleva a una temperatura de, menos a 200°C utilizando nitrógeno líquido, luego el material congelado pasa por molinos de impacto, a su vez se obtienen una textura fina, para finalmente separar de la fibra y el metal, clasificando según el tamaño obtenido
<b>Molienda húmeda</b>	El proceso se desarrolla en base a utilizar un conjunto de piezas en el cual se añade gradualmente el agua pulverizada con el fin de enfriar el polvo obtenido, para luego separar el agua del polvo se pone a secar.

Fuente: Criollo, Andres (2014).

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2680. (2013) para utilizar el caucho reciclado se debe: Determinar el porcentaje de humedad según al método de ensayo ASTM D1864, pero ello se realiza cuando se coloque en un horno a una temperatura entre 105 a 5°C. En tal caso, se omitirá ya que la metodología utilizada es en frío. La extracción de materiales ferrosos, utilizando un agitador magnético en una proporción de 50g, para luego tomar un promedio del material retirado el material metálico.

### **1.3.2. Residuos de la construcción y demolición**

El Decreto Supremo N° 019-2016 Vivienda, el reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición (2016) en el artículo N° 6 define, los RCD se generan durante la ejecución del proceso de edificación e infraestructuras en el cual, comprende obras civiles de demolición, acondicionamiento, ampliación, remodelación, refacción u otros. A su vez Gaitán, M. (2013) en su investigación define a los RCD son generados durante la ejecución.

Para (Orozco [et al.] 2014) los RCD son residuos provenientes de las actividades de excavación, demolición, construcción, y/o reparación de obras civiles o de otras actividades semejantes; en cambio, Suárez. (2015) menciona que en su mayoría los RCD son considerados un residuo no peligroso. En otras palabras, no sufre alteraciones físicas, químicas o biológicas por esa razón, el impacto en el ambiente es menor. (p.43).

La EPD (2017), define a los RCD como: cualquier sustancia, materia o cosa que se genera a partir de trabajos de construcción y se abandona, ya sea que haya sido procesada o almacenada antes de ser abandonada pero no incluye ningún lodo, proyecciones o materia eliminada o generada a partir de trabajos de desbroce, drenado o dragado.

Sin embargo, Mulder, L. (2013) menciona que representa una de las estrategias, más sostenibles es reutilizar y reciclar los residuos que generan las actividades de RCD en nuevos materiales de construcción, que a su vez es utilizado para actividades de construcción. (p.7)

### 1.3.2.1. Clasificación de los residuos de los RCD

#### a) Residuo inerte

Según Rentería, J; Zevallos, M. (2014). Mencionan que son aquellos elementos los cuales no poseen características de ser un residuo peligroso y son también llamado residuo pétreo.

#### b) Residuo peligroso

El Decreto Legislativo N° 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos (2017), como base para la presente investigación lo define de la siguiente manera, como elementos, que por el cambio que experimentan presentan un efecto negativo para el ambiente y salud (p.34). Por ello, en el Perú los RCD peligrosos no pueden ser reutilizables; ya que, son fuente de contaminación, y el único que puede darle un manejo es un ente autorizado. Por lo tanto, Los residuos peligrosos se deben separar según su origen y evitando de todas las maneras la mezcla de estos, y su disposición final será en rellenos de seguridad según la normativa vigente Ley General de Residuos Sólidos Ley N° 1278.

#### c) Residuo no peligroso

Arce, J; Tapia, E. (2014) Es la conformación de elementos, que no presenta un efecto negativo y por su naturaleza son residuos domésticos; ya que, puede ser almacenado y tratado como son los plásticos, papeles, madera u otros. (p.83).

**Tabla 3.** *Residuos no peligrosos*

<b>Origen</b>	<b>Residuos no peligrosos</b>
<b>Instalaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mobiliario fijo de cocina</li><li>• Mobiliario fijo de cuartos de baño</li></ul>
<b>Cubiertas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tejas</li><li>• Tragaluces y claraboyas</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soleras prefabricadas</li> <li>• Tableros</li> <li>• Placas sándwich</li> </ul>
<b>Fachadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puertas</li> <li>• Ventanas</li> <li>• Revestimiento de piedra</li> <li>• Elementos prefabricados de hormigón</li> </ul>
<b>Particiones interiores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mamparas</li> <li>• tabiquería móviles o fijas</li> <li>• Barandillas</li> <li>• Puertas</li> <li>• Ventanas</li> </ul>
<b>Acabados interiores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cielo raso (escayola)</li> <li>• Pavimentos flotantes</li> <li>• Alicatados</li> <li>• Elementos de decoración</li> </ul>
<b>Estructura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigas y pilares</li> <li>• Elementos prefabricados de hormigón</li> </ul>

Fuente: D.S N° 019- 2016 VIVIENDA

### 1.3.2.2. Composición de los RCD

Según Herrera, Z (2017). La formación de los RCD varía según el tipo de infraestructura a tratar, hay que tener en cuenta que muchos de estos pueden varían dependiendo el entorno y los hábitos que se puedan tener.

El autor sostiene que los materiales poco frecuentes dentro de los RCD dependen de diversos factores como es el entorno, el ambiente, la economía de la población, el uso que se le da a la edificación entre otros.

**Tabla 4.** *Composición de los RCD*

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>COMPOSICIÓN</b>
Contrapiso	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cemento 18%</li><li>• Arena gruesa 72%</li><li>• Agua 10%</li></ul>
Techo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ladrillo de techo 56%</li><li>• Cemento 7.5%</li><li>• Piedra 18,5%</li><li>• Agua 3,5%</li></ul>

Fuente: Elaboración propia a partir de Herrera, Z. (2017)

Según la Norma Brasileña NBR 15116 clasifica en cuatro tipos:

- **Clase A:** Es material reciclable el cual proviene de los RCD, reparaciones, reformas o de otras infraestructuras, movimiento de tierras la mayoría de sus componentes son los siguientes: bloques, hormigón, mortero, ladrillos, bloques u otros.
- **Clase B:** Es un material el cual permite ser reciclado o recuperado, tales como papel, plástico, cartón u otros.
- **Clase C:** Son materiales que son recuperados y reutilizados. A través del uso de técnicas viables, como productos derivados del yeso.
- **Clase D:** Es todo material o residuo peligroso proveniente de los RCD, los cuales son disolventes, pinturas, aceites u otros.

### **1.3.2.3. Residuos Aprovechables de los RCD**

El Decreto Supremo N° 019-2016 Vivienda, el reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición menciona (2016)

como base para la presente investigación lo define de la siguiente manera, en el artículo 25.2 los RCD son aprovechables cuando regresa al ciclo del proceso de construcción. Además, cuando su uso no afecta a la salubridad, calidad del ambiente y sus peculiaridades son similares con dicho proceso.

**a) Clasificación de los residuos aprovechables de los RCD**

Estos pueden ser aprovechados nuevamente en un proceso constructivo, edificaciones e infraestructura. Artículo de Ingeniería y Desarrollo, (2017).

- **Residuos mezclados**

Son elementos que se usó como insumo durante el proceso constructivo, el cual se clasifica según a su tipo. García, (2018. p.17).

- **Residuos Pétreos**

Son los materiales que se utilizan para poder ejecutar la edificación en una construcción como son los siguientes: ladrillos, arena, grava, concreto, bloques, morteros, hormigón, partes piedra. Además, una forma de reconocerlos es a través de la granulometría cuando este elemento no pasa a través del tamiz número 200. Esto quiere decir, que son elementos muy grandes. (Secretaría distrital del Ambiente ,2016).

Según El Decreto Supremo N° 019-2016 Vivienda, el reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición menciona (2016) como base para la presente investigación lo define de la siguiente manera, como el conjunto de yeso, piedra, mármol, cal, rocas u otros.

Ramírez, D y Sosa, A (2016) clasifican a los residuos pétreos en dos tipos los pétreos son la conformación de grava, arena, hormigón, cerámica, trozos de ladrillo, mezcla de concreto y cemento, los no pétreos son madera, drywall, plásticos, vidrio, cartón, hierro, metales, yeso y vidrios.



**b) Componentes de los residuos aprovechables de los RCD**

- **Agregados:** Según Gonzales, José (2017) normalmente se utilizan agregado grueso, grava triturada o piedra partida. Por lo general esto es, lo que se obtiene de un concreto viejo del proceso de demolición
- **Agregados finos:** Según la norma técnica peruana N°400. 037(2014) lo define como descomposición natural o artificial de rocas, a su vez una de las formas de caracterizarlo es cuando hacemos uso del tamiz 9.51 mm y en donde el material retenido en el tamiz N° 200 el cual es 0.074, a su vez solo el 35 y un 45% es masa del volumen del agregado fino. Además, esta norma menciona que no debe haber contenido de materia orgánica. Y el límite permitido es para finura es 0.2 para concreto.

SUSTANCIAS PERJUDICIALES		PORCENTAJE (%)
Lentes de arcillas y partículas desmenuzables		3.00%
Partículas más finas que el tamiz N° 200	Concretos sujetos a abrasión	3.00%
	Otros concretos	0.50%
Carbón	Cuando la apariencia superficial del concreto es importante	0.50%
	Otros concretos	1.00%

Figura 2. Porcentaje de partículas en el agregado fino

<b>MALLA</b>	<b>%QUE PASA</b>
(3/8")	100
(N°4)	95-100
(N°8)	80-100
(N°16)	50-85
( N°30)	25-60
(N°50)	10-30
(N°100)	2-10

Figura 3. Husos granulometría fino, a partir de la Norma Técnica Peruana 400.37 (2014)

- **Agregado grueso:** Según la Norma técnica peruana 400.037(2014) menciona que dicho material pasa a través por el tamiz n°4 cumplimiento con el diámetro de 4.75 mm, el cual el agregado grueso debe ser resistente, contar con textura rugosa. Además, deberá ser compatible con otros elementos u estructuras. Por el cual material retenido en el tamiz 4 deben ser en los siguientes porcentajes:

<b>SUSTANCIAS PERJUDICIALES</b>		<b>PORCENTAJE (%)</b>
Arcilla		0.25%
Lentes de arcillas o partículas desmenuzables		5.00%
Partículas más fino que pasa la malla N° 200		1.00%
Carbón y Lignito	Cuando el acabado superficial del concreto	0.50%
	Otros concretos	1.00%

Figura 4. Partículas retenidas en el tamiz n°4, para agregado grueso

Fuente: Según la Norma Técnica Peruana 400.037(2014)

**Cemento:** Según la Norma técnica peruana para cementos N° 334. 009(2013) lo define de la siguiente manera, aquel producto obtenido de manera artificial en el cual está compuesto por caliza, arcilla y minerales de hierro.

(Gonzales, José. 2017), presenta diversos tipos:

**Tipo I:** El más común, es utilizado para estructuras, mampostería, puentes o pequeñas refracciones constructivas, el cual no requiere algún tipo de propiedad particular.

**Tipo II:** Presenta una similitud con el de tipo I, es, más utilizado para uso prefabricados, de máxima resistencia debido a que previene los sulfatos.

**Tipo III:** Es similar al tipo I, pero su textura es, más fino, a su vez es empleado porque resiste al fraguado; así que es empleado para postes, fosas u otros.

**Tipo IV:** Presenta contenido químico, esto hace que genere menor resistencia. Por ello solo es utilizado en represas.

**Tipo V:** Este compuesto por un alto contenido de sulfatos, lo cual es ideal para combatir la humedad.

✓ **Propiedades físicas y mecánicas del cemento**

**Fraguado:** Según la norma técnica peruana para cementos N° 334.006. (2013) lo define de la siguiente manera, se le denomina al endurecimiento de la pasta de cemento al secar. Según Cieza, Dante (2015), consiste en la disminución de plasticidad eso sucede en la etapa inicial, es cuando se obtiene un bloque rígido, en el cual pasa por un proceso de endurecimiento de forma lenta, el cual es la etapa final del fraguado.

**Finura:** Según la norma técnica peruana N° 334.090 (2013) para la determinación de la finura del cemento de portland va depender del proceso de molienda que haya pasado, por ello si cuanto, más fino sea el cemento, el proceso de fraguado es más rápido, mejora la resistencia a la compresión, la flexión y la absorción del agua es mayor. Según Cieza, Dante (2015), el

cual cita a la norma (ASTM 325; 43), es espesor o finura tiene a influir durante el proceso de fraguado y la resistencia, mayormente se ve en los cementos de textura muy fina; ya que, tiene contenido alcalino.

**Contenido del aire:** Según la norma técnica peruana N° 334.048. (2013) menciona que cuando mayor sea la proporción de aire existente en el cemento, menor será la resistencia en la mezcla para los concretos, el cual está ligado a al espesor del cemento y al proceso de molienda que haya atravesado el cemento.

**Resistencia mecánica:** Según la norma técnica peruana N° 344.051. (2013) menciona, es uno de los requisitos estructurales para el cemento. Por el cual el parámetro mide la resistencia en 28 días. Según Cieza, Dante (2015), menciona que va depender las propiedades fisicoquímicas, sobre todo, para el proceso del curado, por ello las condiciones a las cuales está inmersa es la temperatura y humedad, debido a ello la mezcla de agua en conjunto con el cemento genera un índice alto de e porosidad; sin embargo, reduce la resistencia en un periodo de tiempo de 3, 7 y 28 días.

- **Concreto:** Según Gonzales, José. (2017) es un compuesto permeable ya que posee la mezcla de cemento, agua y piedras. (Gonzales, José. 2017). En cambio, I. Vidaud, T. Castaño y E. Vidaud. (2013) menciona que es un producto generado por la combinación de materiales como son finos, gruesos, cemento y agua.

✓ **Propiedades del concreto**

- Resistencia a la compresión

Según Gonzales, José. (2017), El promedio para que sea permeable es 35kg/cm<sup>2</sup> a 280 kg/cm<sup>2</sup>. Además, puede influir el contenido de aire en la mezcla de concreto.

- **Resistencia a la flexión**

Según Gonzales, José. (2017), esto llega a influir al emplear concreto de tipo permeable; ya que, la resistencia a la flexión presenta un valor de 30%, a su vez se encuentra entre 10,5 kg/cm<sup>2</sup> a 40 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Densidad**

Según Gonzales, José. (2017), esta se encuentra en el 70%, ya que va depender mucho de la dosificación de los materiales y la compactación de la mezcla de concreto, por el cual se está entre un rango de 1680 kg/cm<sup>2</sup> a 1920 kg/cm<sup>3</sup>, siempre en cuando se ha permeable.

- **Permeabilidad**

Es una de las, mas importantes; ya que debe tener menor cantidad de espacios huecos nos proporciona una mayor resistencia a la flexión y compresión, el cual se evalúa a través de la Norma ASTM C1701 (Gonzales, José. 2017).

- **Agua:** Según Gonzales, José. (2017) es importante en la elaboración de concreto; ya que es compatible con las propiedades del cemento y concreto. Así mismo. la norma técnica peruana N° 399.088(2014) se divide en tres según su uso:

- ✓ **Agua del curado:** Según la norma técnica peruana N° 399.088 (2014), menciona que no debe tener contenido de sustancias nocivas para el concreto o la mezcla, ya que en su primer periodo de tiempo el concreto absorbe mayor cantidad de agua, de la misma manera el control de la temperatura evita posibles roturas.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLE
Sólidos en suspensión	5000 ppm máximo
Materia orgánica	3ppm máximo
Carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total expresada en NAHCO <sub>3</sub> )	1000ppm máximo
Sulfatos(Ion SO <sub>4</sub> )	600 ppm máximo
Cloruros (Ion Cl)	1000 ppm máximo
PH	Entre 5.5 y 8.00

Figura 5. Requisitos para agua de curado

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.088 (2014)

- ✓ **Agua de lavado:** Según la norma técnica peruana N° 399.088 (2014), menciona que esta agua no debe tener ningún tipo de material o haber interactuado con otros materiales, el cual cumple un rol importante; ya que lo hidrata al material con el que interactúa. Por otro lado, según la Norma Técnica Peruana 339.099 – RNE E 060, menciona que no debe haber presencia sustancias ajenas o agresivas para la mezcla, en los primeros días del concreto.
  
- ✓ **Agua de mezclado:** Basado según la Norma Técnica Peruana 339.099 – RNE E 060, define que es utilizado como lubricante; ya que permite hidratar la mezcla su índice es 22 a 25% de agua de mezcla.
  
- **Arena:** Según la norma técnica peruana N° 400.021 (2013) lo define como la descomposición de las rocas de forma natural.

**Tabla 5.** *Clasificación de la arena según el diámetro*

<b>Arena fina</b>	0.05 a 0.5 mm
<b>Arena media</b>	0.5 a 2.0 mm
<b>Arena gruesa</b>	2.0 a 5.0 mm

Fuente: Datos obtenidos de la tesis, elaboración propia

Es un material fino o árido de tamaño pequeño y textura fina el cual es utilizado para elaborar hormigón y concreto están compuestos de partículas trituradas de rocas de diversas dimensiones. (Rodríguez, M. 2015)

- **Grava:** Según la norma técnica peruana N° 400.011. (2013) lo define de la siguiente manera, son materiales provenientes del agregado grueso que, a su vez debido a la transformación natural compuestos por arena, piedra u otros, los cuales se pueden encontrar en canteras y ríos.
- **Mortero:** Es un producto compuesto de arena, agua y pegamento con una consistencia pastosa usado para juntar otros elementos (Universidad Ingeniera Técnica Agrícola Rural, 2018).
- **Áridos:** Son rocas fragmentadas utilizadas para la fabricación de cementos, cal, concreto y también utilizado para elaborar morteros (Martínez, P. 2013, p13)
- **Hormigón:** Su procedencia es de los cimientos este residuo es utilizado como asfalto o sustituye al árido. (Schultz, M. 2016).
- **Bloque:** Es una parte de un tamaño grande, compacto y duro. Existen tipos de bloques según su composición concreto, hormigón, granito, cemento y adobe. (FAO, 2017)

- **Yeso:** Suárez, S. (2015) demuestra que utilizar un 20% de yeso reciclado para reemplazar la arcilla es factible y viable en la fabricación de cerámicos.

### **1.3.3. Aprovechamiento de material de descarte**

El Decreto Legislativo N° 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos (2017), como base para la presente investigación lo define de la siguiente manera, material de descarte; como un insumo aprovechable. Para luego ser utilizado para el mismo proceso o actividad.

Para Tapia, A. (2017). Es un método que busca mitigar la generación RCD de forma eficiente a través de métodos de reutilización (p.19).

Es un proceso en el cual se realiza mediante la recuperación de los materiales provenientes de los RCD, su ejecución e incorporación al ciclo productivo de una forma eficiente y sostenible. (Empresa de Renovación y Desarrollo urbano de Bogotá, 2017).

Por lo tanto, un material de descarte es considerado un residuo sobrante, el cual pierde su utilidad como materia prima principal, pero muchas veces estos residuos pueden ser aprovechados si se les da un adecuado manejo.

#### **1.3.3.1. Clasificación del aprovechamiento de material de descarte**

García, L. (2015) clasifica al material de descarte según la composición de los RCD:

**Material Cerámico:** Son elementos que lo conforman ladrillos, losas y tejas, la cual tiene p mayor capacidad al desgaste. Este material posee un 70% de hormigón menor al de material cerámico natural que es un 20%. A su vez tiene mayor absorción y menor densidad que material de descarte.



**Material de Hormigón:** Son elementos compuestos con un 90% en su mayoría, tiene mayor resistencia al desgaste. En algunos casos es utilizado como base, morteros u otros.

**Material Mixto.** Es la composición de RCD en porcentajes de 20% residuo cerámico, 70 % y 90% de hormigón. Así mismo sus características la resistencia a la compresión, elasticidad se ven afectados.

**Gravas Recicladas:** Son elementos con una granulometría superior a 4 mm. Es a partir del tamiz de 8 mm de apertura y las más pequeñas 4 a 8 mm se llama gravilla.

**Arenas Recicladas:** Son elementos finos con una granulometría menor a 4 mm, los de 2 mm son arena fina, aquellos con 2mm y 4mm es arena gruesa.

**Filler (o polvo):** Son elementos finos con una granulometría menor 0.063 mm, es recomendado para la elaboración de hormigón.

### 1.3.3.2. Principios de aprovechamiento

#### **Reducir:**

Es un método en beneficio al ambiente, así utilizar menor cantidad de materia prima y a alargar la vida útil a través de ingeniería o gestión de residuos.

#### **Reutilizar:**

Es un método donde ingresa el material de descarte, recuperando su vida útil del elemento bajo la transformación u otras técnicas.

Así mismas formas de reutilización en el proceso constructivo son los siguientes:

- En forma directa, se realiza en el mismo proceso constructivo, generando menos residuo.
- En forma indirecta, se efectúa cuando se traslada los residuos de una obra de construcción a otra, generando menor impacto en el ambiente. Además, el material de descarte de la construcción y demolición es utilizado en dos

procesos en la comercialización de los materiales a descartar y en la misma obra.

- Otra manera, es en el proceso de transformación en el cual cambian las propiedades del residuo o material de descarte. Para así ser utilizado como un nuevo producto en un proceso constructivo con un valor agregado.

### **1.3.3.3. Valorizar**

El Decreto Legislativo N° 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos (2017), como base para la presente investigación lo define de la siguiente manera, menciona que la valorización, se realiza a los objetos, material de descarte u otros productos generados en el proceso de construcción y demolición, cuyos componentes faciliten su manipulación, con la finalidad de ocupar el lugar de otros materiales o recursos en el desarrollo productivo.

Los materiales de material de descarte de la construcción y demolición, están compuestos por residuos reciclables los cuales, son los residuos pétreos y los inertes los cuales pueden ser reincorporados al ingreso del proceso productivo y al ciclo económico.

#### **Ventajas**

- Se incrementa la vida útil de los rellenos sanitarios y escombreras.
- Se reduce la degradación de los recursos naturales.
- Incremento de nuevos mercados sostenibles, tomando la reincorporación de los residuos al ciclo económico (Ley de Gestión Integral de Residuos N° 1278, 2017).

#### **▪ Valorización de material**

El Decreto Legislativo N° 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos (2017), como base para la presente investigación lo define de la siguiente manera, es proporcionar un valor agregado al material, ya sea por reciclaje, reutilización,

recuperación u otras alternativas, son realizados a través de procedimientos de transformación química, física según si es viable, económico o ambiental.

La reutilización y el reciclaje es el proceso de valorización donde se da uso a los RCD como material de descarte ahorro de los recursos natural.

(Secretaria distrital del Ambiente SDA. 2016), describen las formas de valorización del material de descarte de la construcción y demolición.

**Tabla 6.** Valorización de materiales de material de descarte de la construcción y demolición

<b>Material de descarte del asfalto</b>	Es reutilizado como relleno
<b>Material de cerámico</b>	Es reutilizar en la elaboración como adoquín, fachada y en acabados
<b>Material compuesto por concreto</b>	Reutilizado como materia prima fina y gruesa
<b>Material de excavaciones</b>	Es reutilizado como relleno y recuperado en la formación de taludes y rellenando espacios

Fuente: Elaboración Propia a partir de guía de intervención sostenible de residuos de construcción, 2017.

- **Medidas de gestión óptima y sostenible para los RCD**

Tapia, J. (2017). En la guía de intervención describe, el manejo, criterios y procedimientos para la buena gestión del material de descarte de la construcción y demolición, durante el proceso de ejecución, en el proyecto de construcción, informando a los jefes, operarios u otros. Así mismo tener cuenta que

cada obra tiene diversas particularidades y condiciones que se analizan a detalle que son las siguientes:

**a. Comercialización y almacenamiento**

**Recomendaciones**

- La adquisición de equipos debe ser amigable con el ambiente.
- El almacenamiento de los productos debe separar según su origen y peligrosidad.
- Reducir la cantidad de compra de disolventes, pinturas que son materiales auxiliares.
- Estandarizar las áreas según al tipo de actividad al desarrollar, así mantener el centro de acopio de residuos más ordenado.
- Plantear la correcta manipulación, almacenamiento y transporte de materiales peligrosos con el fin de evitar derrames y fugas.
- Realizar la limpieza de máquinas o herramientas con la menor cantidad de elementos con contenido químico así reducir el deterioro del ambiente.

**b. Demolición**

**Recomendaciones**

- Llevar un control del volumen generado durante la ejecución del proceso de demolición de los diversos materiales como son vitrinas, concreto, puertas, vigas u otros.
- Realizar una demolición selectiva según al tipo de materiales que presente la infraestructura.
- Tener un inventario de los elementos posibles que se puedan reutilizar y de los que no sean reutilizables.
- Excavación
- Determinar el volumen a excavar.

- Realizar un estudio de suelos, en donde se verifique los diversos tipos de suelo para su óptimo reutilización o manejo.

**c. Excavación**

- Determinar el volumen a excavar.
- Realizar un estudio de suelos, en donde se verifique los diversos tipos de suelo para su óptimo reutilización o manejo.

**d. Durante la ejecución del proyecto constructivo**

- Tener un inventario de todo el material de descarte de la construcción y demolición que se genere diariamente.
- Determinar los materiales y el volumen para el procedimiento de disposición final, tratamiento o aprovechamiento.
- Determinar un área para ser el centro de acopio del material de descarte de la construcción y demolición que se generan durante la ejecución de la obra.
- Determinar el procedimiento y el lugar de disposición final autorizado para el material de descarte de la construcción y demolición
- Determinar medios de transporte, que presentan los criterios de manejo del material de descarte de la construcción y demolición.

**e. Caracterización en la ejecución del proyecto**

- Gestionar los suministros y la movilización de los materiales con el fin de evitar mezclas o pérdidas.
- Determinar áreas impermeables para el almacenamiento temporal del material de descarte de la construcción y demolición en contenedor o cilindros, el cual debe estar debidamente señalizado para una óptima gestión, permitiendo la reutilización y la disposición final.
- Al finalizar la segregación o separación del material de descarte de la construcción y demolición, se realiza una gestión para valorizar, reutilizar, reciclar o por último dar una disposición final.

- Revisar el material de descarte de la construcción y demolición no se mezclen con los que presenten residuos peligrosos.

#### **1.3.4. Baldosa**

(Instituto Promoción, 2016) nos dice que, las baldosas son un producto modular, rígido y esbelto, inorgánica por naturaleza, es no metálica, también nos dice que; alcanza su perfección tras procesos térmicos y se utiliza para pisos y paredes, o en cualquier proceso de constructivo.

##### **1.3.4.1. Baldosas de cerámica**

Según las normas EN-UNE, las baldosas cerámicas son placas con un grosor reducido, que mayormente se utilizan para cubrir los suelos y paredes, también nos dice que son elaboradas a base de arcilla y materia prima inorgánica, que es sometida a un proceso de molido y amasado, posteriormente se moldean y pasan a ser secadas y luego cocidas a temperatura adecuada para así poder adquirir propiedades indicadas.

Proalso, (2013) define a las baldosas cerámicas como productos que se han obtenido de arcillas naturales, también nos explica que muchas veces se le agregan componentes minerales o aditivos con diferente condición, luego se pasa a darle forma, posteriormente pasan por secado, y decoración, también se le puede hacer diferentes tratamientos, para un mejor acabado.

##### **1.3.4.2. Baldosas de cemento**

Según Sandoval, L (2009) Son elementos prefabricadas de hormigón compactado, su forma y espesor es uniforme, puede ser mono capa o bicapa. El lado frontal está compuesto por cemento blanco o gris, marmolina o arena fina, piedras duras o mármol, y soporta un tratamiento secundario de acabado ya se pulido, granallado, lavado. Pueden contener aditivos y pigmentos. El lado opuesto está

compuesto de cemento y arena de trituración o de río, también se le puede adicionar aditivos.

Según NTC 1085 Son placas prefabricadas de forma rectangular o también polígona regular, de pequeño espesor y diferentes tamaños, que están destinadas para recubrir pisos y paredes.

Según Alaya, V. (2015) Es una baldosa decorativa artesanal de cemento pigmentado, su proceso de fabricación es en cemento comprimido con prensas hidráulicas. Son resistentes y se pueden utilizarse pisos y paredes, interior o exterior.

Según López, M (2012) Las baldosas de cemento son placas de poco grosor, que son usadas para el revestimiento de pisos, su diseño les permite soportar impactos y rotura y otras propiedades mecánicas. También nos dice que para realizar ensayos se aconseja tiempos iniciando el día 14, después de su fabricación, para que los poros se cierren y logren adquirir permeabilidad, la temperatura aconsejable es temperatura ambiente.



*Figura 6. Baldosas de cemento*

Fuente: López, M. (2012)

## **a) Partes de las baldosas de cemento**

### **1. Capa de Desgaste:**

La primera capa de las baldosas de cemento está formada por una pasta de cemento, un poco de polvo de mármol y pigmentos o colorantes, el espesor tiene que ser constante y no menor a 3,0 mm.

### **2. Capa de Brasache:**

En la segunda capa se aplica una mezcla de cemento y arena, el cual tiene como función absorber el agua de la primera capa. Esta capa debe de ser uniforme y con un espesor de 5 mm.

### **3. Capa de Mortero:**

La última capa es parecida a la segunda ya que está compuesta por arena y cemento, pero esta cuenta con una superficie más rugosa, el cual proporciona una mejor unión de la baldosa con el mortero. Espesor de 12 mm.

## **b) Composición**

- **Cemento**

El cemento que se utiliza en la cara de las baldosas puede ser utilizado también en la parte posterior, por lo general se utiliza cemento blanco en la cara y gris en la parte posterior. El cemento blanco debe contar con un índice de blancura elevada.

- **Marmolina**

La marmolina se produce a partir de la trituración de mármoles con alta blancura, su tamaño tiene que ser menor a 1,5 mm.



- **Áridos**

Los áridos que se utilizan en la cara tiene que ser procedentes de rocas naturales, tienen que contar con una resistencia mecánica adecuada y estabilidad química, no tiene que contener polvo. Se utilizan diferentes tamaños para obtener diferentes diseños.

- **Arenas**

La granulometría y humedad de la arena es importante para elaborar baldosas, ya que estas deben de estar secas y no tener material fino en exceso. La importancia de la arena se basa en la absorción para que así el mortero de la parte posterior sea capaz de absorber el mayor porcentaje de humedad de la primera capa. Mientras que si la arena es muy fina disminuye la permeabilidad del mortero de la parte posterior y esto limita el acceso del agua de la pasta del frente.

- **Pigmentos**

Sirve para modificar el color, químicamente tiene que se compatible con los otros componentes, su composición química no tiene que influir sobre la reacción de hidratación y endureciendo de la baldosa. No tiene que contar con sales solubles y tienen que ser estables. Es recomendable utilizar pigmentos de naturaleza inorgánica.

### c) Clasificación de las baldosas.

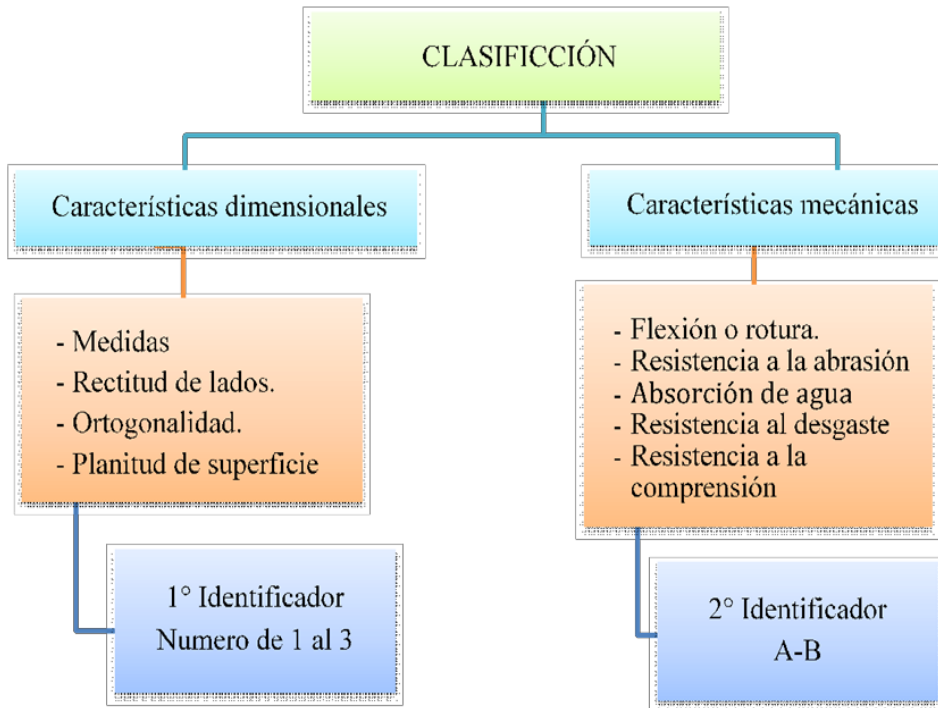


Figura 7. Elaboración propia a partir de norma europea ISO 10545

#### 1. Características dimensionales

La norma europea ISO 10545 Parte 2 menciona que, las características dimensionales sirven para poder identificar el método de uso para las baldosas cerámicas. También clasifica las características dimensionales en:

**Tipo 1** estas baldosas son colocadas juntas, por lo general en superficies horizontales, las exigencias dimensionales de este tipo de baldosas, es menor en comparación a las otras.

**Tipo 2** estas baldosas se pueden colocar por separado y en cubiertas horizontales.

**Tipo 3** pueden ser pueden colocar en superficies verticales y por separado. Las características dimensionales de este tipo son los más exigentes respecto a las anteriores.

Cárdenas. (2012). Nos dice que la baldosa con un identificador mayor, tiene una mejor característica dimensional y pueden reemplazar fácilmente a las baldosas con identificador menor.

**Tabla 7. Características dimensionales de las baldosas de cemento**

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES							
Características máximas permisibles según ISO 1045-2		Tipo 1		Tipo 2		Tipo 3	
		L < 200 mm	L ≥ 200 mm	L < 200 mm	L ≥ 200 mm	L < 200 mm	L ≥ 200 mm
Longitud y anchura (L)	medida de la dimensión de fabricación	±3mm	±1.5% (<4,5mm)	±1,0 mm	±0,6% (<1,8 mm)	±1,0 mm	±0,5% (<1,5 mm)
	Medida de la muestra	±1,5 mm	±1.5% (<3,0mm)	±0,5mm	±0,5% (<1,0 mm)	±0,5 mm	±0,3% (<0,75 mm)
Grosor	Grosor medio respecto a la fabricación	±5%	±5%	±5%	±5%	±5%	±5%
Rectitud de lados	De la rectitud	±1,5mm	±1% (<3,0mm)	±0,5mm	±0,5% (<1,0 mm)	±0,5 mm	±0,3% (<0,75 mm)
Ortogonalidad	De la ortogonalidad	±2,5mm	±1.5% (<4,5mm)	±1,0 mm	±0,6% (<2 mm)	±1,0 mm	±0,5% (<1,5 mm)
	Curvatura lateral	±2,5mm	±1.5% (<4,5mm)	+1,0/-0,5 mm	±0,5% (+1,5/-1 mm)	+1,0/-0,5 mm	+0,5/-0.3% (+1,5/-1 mm)
	Alabeo en la relación con la diagonal	±2,5mm	±1.5% (<4,5mm)	±1,0/-0,5 mm	±0,5% (+1,5/-1 mm)	+1,0/-0,5 mm	±0,5% (+1,5/-1 mm)

Fuente: Elaboración propia a partir de ISO 1045-2

## **2. Características mecánicas**

Según Anexo 2 de la Norma Europea ISO 10545-14, Son 7 tipos con diferente uso cada uno.

- Para paramentos
- Para pavimentos con tránsito peatonal leve
- Para pavimentos con tránsito peatonal moderado
- Para pavimentos con tránsito peatonal medio
- Para pavimentos con tránsito intenso
- Para pavimentos con tránsito peatonal muy intenso
- Para pavimentos con tráfico rodado

Tuna cerámica. (2013) nos dice que las baldosas con exigencia del tipo 7, pueden reemplazar a cualquier baldosa de tipo 1 al 6, ya que sus exigencias mecánicas superan a las demás, también nos dice que las del tipo 1, no sirve para usar en los tipos superiores. De lo mencionado podemos concluir que el tipo superior puede reemplazar al inferior, pero viceversa es imposible.

**Tabla 8. Características mecánicas de las baldosas**

<b>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS</b>							
Tipo	Uso	Carga de rotura a la flexión	Baldosas esmaltadas			Baldosas no esmaltadas	
			Resistencia a la abrasión		Dureza a Mobs	Resistencia a la abrasión	
		Según ISO 1045-4	Según ISO 10545-7		Según ex UNE 67-101	SEGÚN ISO 10545-6	
1	Paramento	>450 N					
2	Pavimento tránsito peatonal leve	>900N	≥ 600	<15	Mínimo 4	<2.356mm <sup>3</sup>	
3	Pavimento tránsito peatonal moderado					<1.419mm <sup>3</sup>	
4	Pavimento tránsito peatonal medio		≥ 1.500			<949mm <sup>3</sup>	
5	Pavimento tránsito intenso		≥ 2.100			Mínimo 6	<393 mm <sup>3</sup>
6	Pavimento tránsito peatonal muy intenso		≥ 6.000			<175mm <sup>3</sup>	
7	Pavimento con tráfico rodado	<2.000 N					

Fuente: Elaboración propia a partir de Norma técnica colombiana 1085.

**Tabla 9. Características mecánicas de las baldosas de cemento**

CARACTERISTICAS MECANICAS							
T I P O	Absorción de agua			Resistencia la flexión		Resistencia a la compresión	
	Grupo I E ≤ 3%	Grupo II a 3% <E ≤ 6%	Grupo III E > 10%	Promedio de 5 baldosas	Mínimo individual	Promedio de 5 baldosas	Mínimo individual
A	E ≤ 0,5%	3% <E ≤ 6%	E > 10%	1 100N 110kg	950N 95kg	1500N/cm2 150kg/cm2	1350N/cm2 135kg/cm2
B	0,5% E ≤ 3%	6% <E ≤ 10%	E > 10%	900N 90kg	750N 75kg	1300N/cm2 130kg/cm2	1100N/cm2 115 kg/cm2

Fuente: Elaboración propia a partir de Norma técnica colombiana 1085.

#### 1.4. Formulación al problema

##### 1.4.1. Problema general

- ¿En qué medida favorece el aprovechamiento de caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición en la elaboración de baldosa de cemento del tipo 3B?

##### 1.4.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la influencia del caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición en las características dimensionales de las baldosas de cemento tipo 3B?
- ¿Cuál es la influencia del caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición en las características mecánicas de las baldosas de cemento tipo 3B?
- ¿Cuál es la influencia de los diferentes tipos de mezcla en la elaboración de las baldosas de cemento del tipo 3B?

## **1.5. Justificación del estudio**

### **1.5.1. Justificación económica**

La baldosa contará con la ventaja de utilizar como materia prima el material de descarte de la construcción, el cual abunda en el Perú ya que no existe un adecuado manejo y mucho menos una correcta disposición final, por lo tanto, elaborar las baldosas tendrá un costo mínimo.

### **1.5.2. Justificación social**

Actualmente en el Perú las entidades implicadas en el actividad de la construcción en su mayoría no se preocupan por el entorno ambiental, pues muchos de los involucrados no cuenta con capacitaciones y mucho menos estudios para darle un manejo adecuado al material de descarte de la construcción y demolición, por ello nace esta idea de poder aprovechar este material, y utilizarlos para elaborar baldosas que posteriormente serán insertadas en la misma actividad, creando así construcciones sostenible y minimizando la cantidad de RCD en los rellenos sanitarios y en las áreas degradadas.

### **1.5.3. Justificación metodológica**

Esta investigación está diseñada para minimizar y reutilizar el caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición, mediante la elaboración de baldosas, a nivel nacional existe poca información sobre estudios de aprovechamiento del caucho reciclado y del material de descarte de la construcción; por ende, esperamos que esta investigación pueda motivar a otros investigadores a seguir buscando formas para aprovechar el caucho y el material de descarte de la construcción y demolición.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

El aprovechamiento de caucho reciclado el material de descarte de la construcción y demolición influye significativamente en la elaboración de las baldosas de cemento 3B.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

- El aprovechamiento de caucho reciclado el material de descarte de la construcción y demolición influye significativamente en las características dimensionales en la elaboración de las baldosas de cemento del tipo 3B.



- El aprovechamiento de caucho reciclado el material de descarte de la construcción y demolición influye significativamente en las características mecánicas en la elaboración de las baldosas de cemento del tipo 3B.
- Los diferentes tipos de mezclas del aprovechamiento de caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición influyen significativamente en la elaboración de baldosas de cemento del tipo 3B.

## **1.7. Objetivo**

### **1.7.1. Objetivo general**

Evaluar la medida del aprovechamiento de caucho reciclado y material de descarte de la construcción y demolición para elaboración de baldosa de cemento tipo 3B.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

- Analizar la influencia del caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición en las características dimensionales de las baldosas de cemento tipo 3B.
- Analizar influencia del caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición en las características mecánicas de las baldosas de cemento tipo 3B.
- Analizar la influencia de los diferentes tipos de mezcla en la elaboración de las baldosas de cemento del tipo 3B.

## **2. METODO**

### **2.1. Diseño de investigación**

#### **2.1.1. Tipo**

Nuestra investigación es de tipo aplicado, ya que utilizamos teorías que posteriormente se llevara a la práctica.

Según el Ministerio de Educación del Perú, (2017). La investigación de tipo aplicativo emplea conocimientos teóricos y los convierte en conocimientos prácticos para resolver problemas y mejorarlas transformado dichos saberes en tecnología e invenciones.

### **2.1.2. Diseño**

La presente investigación cuenta con un diseño experimental puro, ya que la investigación manipula la variable independiente material de descarte de la construcción y demoliciones, para observar los resultados obtenidos en la variable dependiente, elaboración de baldosas.

Diseño experimental puro es utilizado cuando el investigador toma una de sus variables independientes para observar el efecto en la variable dependiente (Hernández Sampieri, 2003).

## **2.2. Variables, operacionalización**

### **2.2.1. Variable independiente**

Caucho reciclado y material de descarte de la construcción y demolición la norma aplicable es la Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2680:2013, Productos derivados del petróleo, asfalto modificado con caucho reciclado. Requisitos e inspección (2013), como base para la presente investigación lo define de la siguiente manera, como un caucho reciclado es a partir de los neumáticos en desuso, el cual no debe presentar metales y si lo tuviera que sea en una proporción de 0,01% en peso de partículas de metales ferrosos, así que el contenido de humedad que debe ser menor al 0,75% del peso del caucho reciclado.

Según, (Orozco [et al.] 2014) los RCD son residuos provenientes de las actividades de excavación, demolición, construcción, y/o reparación de obras civiles o de otras actividades semejantes.

### **2.2.2. Variable dependiente**

Elaboración Baldosas de cemento.

Según López, M (2012) Las baldosas de cemento son placas de poco grosor, que son usadas para el revestimiento de pisos, su diseño les permite soportar impactos y rotura y otras propiedades mecánicas. También nos dice que para realizar ensayos se aconseja tiempos iniciando el día 14, después de su fabricación, para que los poros se cierren y logren adquirir permeabilidad, la temperatura aconsejable es temperatura ambiente.

### 2.2.3. Matriz de operacionalización de las variables

Planteamiento del problema	Objetivos	Hipótesis
<p><b>Problema general.</b> ¿En qué medida favorece el aprovechamiento de caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición en la elaboración de baldosa de cemento del tipo 3B?</p> <p><b>Problemas específicos</b> ¿Cuál es la influencia del caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición en las características dimensionales de las baldosas de cemento tipo 3B? ¿Cuál es la influencia del caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición en las características mecánicas de las baldosas de cemento tipo 3B?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Evaluar la medida del aprovechamiento de caucho reciclado y material de descarte de la construcción y demolición para elaboración de baldosa de cemento tipo 3 B</p> <p><b>Objetivos específicos.</b> Analizar la influencia del caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición en las características dimensionales de las baldosas de cemento tipo 3B. Analizar influencia del caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición en las características mecánicas de las baldosas de cemento tipo 3B.</p>	<p><b>Hipótesis general</b> El aprovechamiento de caucho reciclado el material de descarte de la construcción y demolición influye significativamente en la elaboración de las baldosas de cemento 3B.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b> El aprovechamiento de caucho reciclado el material de descarte de la construcción y demolición influye significativamente en las características dimensionales en la elaboración de las baldosas de cemento del tipo 3B. El aprovechamiento de caucho reciclado el material de descarte de la construcción y demolición influye significativamente en las características mecánicas en la elaboración de las baldosas de cemento del tipo 3B.</p>

<p>¿Cuál es la influencia de los diferentes tipos de mezcla en la elaboración de las baldosas de cemento del tipo 3B?</p>	<p>Analizar la influencia de los diferentes tipos de mezcla en la elaboración de las baldosas de cemento del tipo 3B.</p>	<p>Los diferentes tipos de mezclas del aprovechamiento de caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición influyen significativamente en la elaboración de baldosas de cemento del tipo 3B.</p>
---	---	--

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
<p><b>Variable independiente</b></p> <p><b>Aprovechamiento de caucho reciclado y el</b></p>	<p>Según, (Orozco [et al.] 2014) los RCD son residuos provenientes de las actividades de excavación, demolición, construcción, y/o reparación de obras</p>	<p>Estos residuos que se generan a partir del parque automotor y del proceso de construcción y demolición serán utilizados como</p>	<p><b>Tipo de Mezcla</b></p>	<p>Mezcla1 (5% ) (RCD 90% Caucho reciclado 10%)</p> <p>Mezcla 2 (15% ) (RCD 90% Caucho reciclado 10%)</p>	<p>Balanza analítica</p> <p>Balanza analítica</p>	<p>%</p> <p>%</p>

<b>material de descarte de construcción y demolición</b>	civiles o de otras actividades y semejantes.	materia prima para elaborar las baldosas.		Mezcla 3 ( 25% )  (RCD 90% Caucho reciclado 10%)	Balanza analítica	%
<b>Variable dependiente:</b>  <b>Elaboración de baldosas de cemento.</b>	Según López, M (2012) Las baldosas de cemento son placas de poco grosor, que son usadas para el revestimiento de pisos, su diseño les permite soportar impactos y rotura y otras propiedades mecánicas	La elaboración de las baldosas tendrá como materia prima caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición, por ende, su influencia con el medio ambiente será positiva.	<b>Características dimensionales</b>	Medidas Rectitud de lados Ortogonalidad  Planitud de superficie	Calibre pie de rey Inclinómetro Inclinómetro  Inclinómetro	mm mm mm  mm
			<b>Características mecánicas</b>	Rotura  Absorción de agua  Resistencia a la compresión	Maquina universal de ensayo  Pruebas en probeta  Maquina universal de ensayo	Kg/mm  %  N/cm <sup>2</sup>

## **2.3. Población, muestra y muestreo**

### **2.3.1. Población**

Arias, F. (2012) Es un conjunto de elementos, en el cual se especifica la magnitud para determinar un estudio de investigación los cuales presentan ciertas características comunes entre sí. (Pag.81)

Para esta investigación, la población a estudiar son las 170 baldosas de cemento tipo 3B, los cuales son elaborados con caucho reciclado y material de descarte de la construcción y demolición.

### **2.3.2. Muestra**

Según Tamayo (2003) la muestra es el total del fenómeno que se va a estudiar, un subconjunto de la población, que genera datos que nos ayudara a determinar y estudiar la problemática.

La muestra empleada para esta investigación es no probabilística, es decir el muestreo se realizó a criterio de los investigadores; por lo cual se ha elegido manejarlo según a la dosificación de caucho reciclado y material de descarte de la construcción y demolición para elaborar las baldosas, el cual se utilizó residuos aprovechables.

### **2.3.3. Muestreo**

Se elaboraron 45 baldosas de cemento tipo 3B, de los cuales baldosas tienen el contenido de 20% de caucho reciclado.

**Tabla 10. Numero de muestras**

<b>ENSAYO</b>					
<b>Edad en días</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>21 días</b>	<b>28 días</b>	<b>35 días</b>
<b>Porcentaje de agregado reciclado</b>	4u de 5%	4u de 5%	4u de 5%	4u de 5%	4u de 5%
	4u de 15%	4u de 15%	4u de 15%	4u de 15%	4u de 15%
	4u de 25%	4u de 25%	4u de 25%	4u de 25%	4u de 25%
<b>Unidades de baldosas</b>	<b>12 unidades</b>	<b>12 unidades</b>	<b>12 unidades</b>	<b>12 unidades</b>	<b>12 unidades</b>
<b>Total</b>	<b>60 unidades de baldosas por ensayo.</b>				

Fuente: Elaboración propia.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se utilizó un análisis documental; ya que, se recopilaron datos de artículos científicos, tesis, libros, para así poder estudiar las variables mencionadas en la presente investigación y a su vez la observación, el cual nos permite identificar la problemática que existente en la actualidad; respecto a este tipo de residuo que es el caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición en el Perú.

Así mismo los instrumentos que se utilizarán son un cuaderno de notas para la recolección de datos, según a los resultados obtenidos por la maquina universal que nos permite medir la resistencia a la flexión, resistencia a la compresión, balanza de precisión, vernier entre otros, los cuales están calibrados y certificados.

La técnica utilizada es experimental, el investigador utiliza como técnicas de recolección de datos la observación y la parte experimental, el cual ayuda a la ejecución y el cumplimiento de los objetivos definidos.

**Tabla 11.** *Etapas del proceso con sus técnicas, instrumentos y resultados*

<b>Etapas</b>	<b>Fuente</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Recolección RCD	Directa	Observación	Fichas
Medidas	Directa	Observación	Pie de rey
Rectitud de lados	Directa	Observación	Inclinómetro
Ortogonalidad	Directa	Observación	Inclinómetro
Planitud de Superficie	Directa	Observación	Inclinómetro
Absorción de agua	Directa	$A = \frac{P_2 - P_1}{P_1}$	Pruebas en probeta
Resistencia a la Flexión o Rotura	Directa	Ensayo de tracción $\sigma = \frac{P}{A}$	Maquina universal de ensayo
Resistencia a la compresión o impacto	Directa	$N/A = \frac{N}{A}$	Maquina universal de ensayo

Fuente: Elaboración propia

- **Prueba de resistencia a la absorción de agua**

Según G.De Schutter y K. Audenaert (2004) las pruebas de ensayo por inmersión de agua se basa en el volumen y la superficie de las muestras, a su vez menciona es una estimación de volumen de poros totales en el concreto, pero que no indica la permeabilidad del concreto.



Fórmula para obtener la capacidad de absorción de agua

$$\frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\%$$

- **Prueba de resistencia a la tracción**

La resistencia a la tracción uniaxial, se determina mediante pruebas de ensayo, en el cual, se mide la tensión directa, pero esta es considerada una de las pruebas con gran dificultad; ya que se debe mantener la axialidad, es decir debe soportar la presión o carga en el punto medio de la probeta de manera horizontal; sin embargo, el investigador manifiesta que cuando se aplica una carga de forma vertical en el ensayo los resultados obtenidos oscilan entre 2 a 4 veces más fuerte en comparación cuando se ejerce la fuerza de la carga de manera horizontal (Carlton, Freng, John, 2019).

- **Prueba de Resistencia a la Flexión o Rotura**

Se determina midiendo el valor de carga el cual produce la rotura en la probeta al ser sometidas a la prueba en el laboratorio. (ISO 10545-4, 2015).

Ravindra, K, Dhir Obe , Brito, Jorge, Chao Qun Lye,( 2019) en el cual mencionan que la resistencia a la flexión se determina mediante una prueba de carga en el punto central de la probeta, en el cual se evalúa la rotura.

Por otro lado, Hilal El- Hassan, Peiman Kianmehr, Soulhail Zouaoui, (2019), menciona que es empleado para determinar el rendimiento mecánico del material a presión por medio de la rotura del elemento. Por otro lado, el manifiesta que la resistencia a la flexión es la tensión máxima que el material puede soportar en el cual se determina mediante la presión en tres o cuatro puntos de la probeta a ensayar. ( J.M. Khabib, B.A, Herki, A, Elkordi, 2019)

- **Curado**

Según la norma técnica peruana 399.033(2015) nos permite medir la pérdida de humedad en los prototipos a utilizar en el cual la temperatura debe ser 16°C a 27°C, 51 en el cual la temperatura debe estar en 23°C no mayor o menor a 2°C.

Por otro lado, el curado evaluó el desempeño del concreto cuando está inmerso en agua y el endurecimiento según los periodos estimados. (Kramran Amini, Halil Ceylan, Peter, C. Taylor, 2019).

En este proyecto se realizó el curado en diferentes días (7, 14, 21 y 28) respectivamente en cada una de las muestras.

- **Prueba de ensayo de la Resistencia a la Compresión o Impacto**

Según a la norma técnica peruana 339.034 (2015), se mide partiendo las probetas mediante una maquina universal para ensayos de compresión., en cual a partir de la ruptura obtenida por el equipo se obtienen los resultados que la compresión puede variar entre 17 Mpa a 28 Mpa. En cual está en relación va de acuerdo al diámetro del prototipo y la altura, tomando como referencia la medición del ensayo en 28 días. Es decir, que al obtener una menor resistencia en la prueba de ensayo, los materiales son poco resistentes y de poca duración.

Wypych, George (2016), menciona que la resistencia a la compresión depende de la rigidez del material a ensayar, en el cual va de la mano con los materiales en el cual ha sido compuesto.

Por otro lado, ISO 10545-5 (1998) menciona que también se obtiene determina al dejar caer sobre el lado superior de la baldosa una bola de acero de 1 kg de masa desde una altura 400 y 10000mm.

Nourredine Arabi, Houria Meftah, Hanane Amara, Oussama Kebaïli, Layachi Berredjem, (2019), menciona que la compresión es la pérdida de la fuerza del material expuesto a diversas presiones, en el cual se atribuye a la débil adhesión de los componentes o de la mezcla; ya que, no se han mesclado homogéneamente.

- Para las características dimensionales

**Tabla 12.** *Ficha de recolección de datos de las características dimensionales*

	<b>CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>1</b>	<b>Medidas</b>	• <b>Pie de Rey Digital</b>
<b>2</b>	<b>Rectitud de lados</b>	• <b>Inclinómetro</b>
<b>3</b>	<b>Ortogonalidad</b>	• <b>Inclinómetro</b>
<b>4</b>	<b>Planitud de Superficie</b>	• <b>Inclinómetro</b>

Fuente: Elaboración propia

#### **Para las características mecánicas**

**Tabla 13.** *Ficha de recolección de datos para las características mecánicas*

	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
	<b>Mecánicas</b>	
<b>1</b>	Rotura	Maquina universal de ensayo
<b>2</b>	Absorción de agua	Pruebas en probeta
<b>4</b>	Resistencia a la compresión	Maquina universal de ensayo

Fuente: Elaboración propia

#### **2.4.2. Validez**

La validación de los instrumentos de recolección de datos, mediante la guía de las normas técnicas colombianas para elaboración de baldosas.

- **Balanza analítica**

Según Fernández, N (2010). La balanza analítica ofrece precisión al momento de dar lectura a los resultados desde 0,1 µg a 0,1 mg, son muy desarrollados, aunque aún no son capaces de eliminar la interacción del sistema del ambiente; como los efectos físicos que pueden ser suprimidos.

También nos dice que la localización de la balanza es muy importa para que podamos tener precisión y confianza en los resultados y nos da algunas recomendaciones para estas.



Figura 8. Características de balanza analítica

Elaboración propia a partir de Fernandez, N (2010)

Genaro, A. (2018) Es un equipo de laboratorio diseñado para medir pequeñas masas, ya que, permite conocer con exactitud y precisión.

Utilizado para determinar el peso del material al pesar, donde la masa se encuentre miligramos hasta gramos con una precisión  $\pm 0.001\text{g}$ . (Segal, C; Ortega, G. 2005, p.23).

- **Probetas**

Miravete, A; Cuartero, J. (2003) Material de forma tubular de vidrio o metal, utilizado para medir la calidad del producto o estructura, permite medir las características del comportamiento de los materiales en su interior, a través de ensayos como resistencia, compresión u otros.

Gómez, D (2004) Material utilizado en ensayos para determinar las características mecánicas de los elementos contenidos en su interior.

- **Calibre pie de rey digital**

Según Melillo, G (2016) El pie de rey digital es un instrumento que sirve para medir dimensiones lineales ya sea interiores, exteriores y de profundidad. Su campo de medida es de 150mm hasta 2m. La resolución suele ser de 0.01 mm, el autor afirma que su calidad metrológica es muy bueno.

En cuanto a su exactitud y precisión el autor nos dice que es necesario para obtener resultados exactos el pie de rey tiene que estar calibrado y certificado por un laboratorio de calibración y tienen que estar acreditado.

Restrepo, D. (2007) Es un instrumento diseñado, permite hacer 3 tipos de mediciones al objeto o material como son, diámetro interno, externos y profundidad con precisión sus rangos desde 100 mm a 1000 mm y 0,01 mm, 0,002 mm, 0,05 mm y 0,1 mm a 0,5 mm de resolución (p.39).

Instrumento también llamado pie de rey, utilizado para medir piezas de diferentes tipos de material, posee una estructura de acero inoxidable, con lados graduables

desde centímetro a milímetro y el lado opuesto mide en pulgadas. La precisión de este material es debido a las diversas escalas. (Rodriguez, J; Cerda, L; Sanchez, R, 2014, p.145).

- **Inclinómetro**

Suarez, J. (1998) Es un instrumento utilizado para medir la deformación horizontal de la superficie y su profundidad, a través del ángulo que forma según a lado horizontal de la superficie u objeto, según al campo magnético de la tierra, por la inclinación de la aguja imantada.

Jaramillo, A; Álvarez, M. (2007) Es un instrumento de medición, permite medir los ángulos de inclinación de dos superficies planas respecto al lado horizontal o vertical. A su vez se realiza la detección en el primer eje de 0 a 360° o en el caso de 2 ejes en un ángulo 80°.

- **Máquina universal de ensayo**

Según Ordoñez, Alvarado (2002) La máquina universal para ensayos sirven para determinar la ruptura, flexión en caso de las baldosas, el procedimiento de operación de esta máquina es bajo la norma ASTM

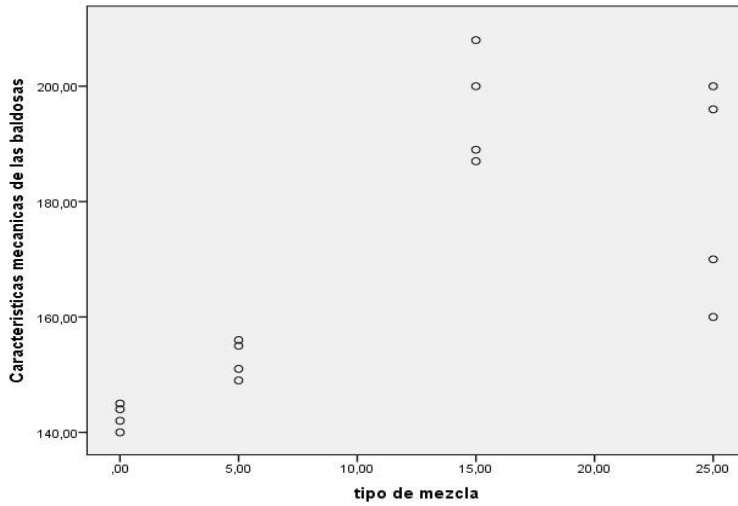
También nos dice que la marca súper L son capaces de garantizar todas las exigencias de la norma ASTM, ISO y otras normas de categoría internacional. La exactitud de su sistema va desde +/- 0,5% de carga y 0.2 % a 100% de su capacidad. El autor nos dice que estas máquinas están fabricadas con marco de carga robusta, tiene 4 columnas que le dan una excelente estabilidad y rigidez. Esta máquina tiende a determinar ensayos como compresión tensión y flexión.



*Figura 9. Máquina universal para prueba de flexión y adherencia*

Fuente: Laboratorio CII (2011)

### 2.4.3. Confiabilidad



**Independiente:** Tipo de mezcla  
**Dependiente:** Características mecánicas de las baldosas.  
**Ho:** Los datos de las variables siguen una distribución normal.  
**Ha:** Los datos de las variables NO siguen una distribución normal.

Figura 10. Gráfico de dispersión de las características mecánicas

Fuente: Elaboración propia

Análisis más detallado  
 Si P-Valor es < que 0.01, se rechaza la Ho  
 Si P-Valor es > que 0.01, se acepta la Ho

**Tabla 14. Prueba de normalidad**

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
tipo de mezcla	,236	16	,018	,843	16	,011
Características mecánicas de las baldosas	,196	16	,103	,874	16	,031

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
 a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

De la prueba de normalidad podemos rescatar que el p-valor o Sig es > que 0.01, por lo cual se acepta la Ho, los datos de las variables siguen una distribución normal.



**Tabla 15. Regresión de tipo de mezcla**

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,743 <sup>a</sup>	,552	,519	16,81746	,552	17,217	1	14	,001

a. Predictors: (Constant), tipo de mezcla

Fuente: Elaboración propia

**Resumen:**

R cuadrado expresa la proporción de varianza de la variable dependiente que esta aplicada por la variable independiente. Es el coeficiente de determinación. En nuestro trabajo de investigación  $R^2$  toma un valor 55,2.

Coeficiente de correlación: La primera información que obtenemos se refiere al coeficiente de correlación múltiple R, puesto que solo tenemos dos variables, el coeficiente de correlación múltiple no es otra cosa que el valor absoluto del coeficiente de correlación de Pearson entre nuestras dos variables.

**R= 0.743**

Entonces R está dentro del  $\pm 0.70 \leq r < \pm 1.00$  por lo tanto, existe un alto grado de correlación

Por ende: podemos decir que existe una correlación significativa entre el tipo de mezcla y las características mecánicas de las baldosas.

El  $R^2$  corregida, es una corrección a la baja de  $R^2$ . En nuestro trabajo, como hay pocos casos y una sola variable  $R^2$  corregida es más bajo. Nuestro R cuadrado corregido o ajustado es 0.519

En el análisis estadístico se incluirá lo siguiente: El valor de significancia de la prueba es de  $\alpha = 0.05$  (5%), si es  $>$  se acepta la hipótesis nula si es  $<$  se rechaza la hipótesis nula.

**Tabla 16.** Características mecánicas de las baldosas

ANOVA <sup>a</sup>					
Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1					
Regression	4869,424	1	4869,424	17,217	,001
Residual	3959,576	14	282,827		
Total	8829,000	15			

a. Dependent Variable: Características mecánicas de las baldosas

b. Predictors: (Constant), tipo de mezcla

Fuente: Elaboración propia

Valor de F: El estadístico F permite contrastar la hipótesis nula de que el valor población de R es cero, lo cual en el modelo de regresión simple es equivalente a contrastar la hipótesis de que la pendiente de la recta de regresión vale cero. El nivel crítico (sig) indica que, si suponemos que el valor poblacional de R es cero, es improbable (probabilidad = 0.001) que R en nuestra muestra, toma un valor de 0,743. Lo cual implica que R es mayor que cero y que en consecuencia ambas variables están linealmente relacionadas.

Ho:  $R=0$

HA:  $R>0$

**Resumen:**

Como  $P=0.001 < 0.05$  rechazamos la hipótesis nula y aceptamos nuestra hipótesis, por lo que podemos concluir que nuestras variables están linealmente relacionadas.

**Tabla 17.** Características mecánicas de la compresión de las baldosas

Model		Coefficients <sup>a</sup>				
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	147,809	6,476		22,823	,000
	tipo de mezcla	1,817	,438	,743	4,149	,001

a. Dependent Variable: Características mecánicas (compresión) de las baldosas

Fuente: Elaboración propia

La tabla 17, muestra los coeficientes de la recta de regresión

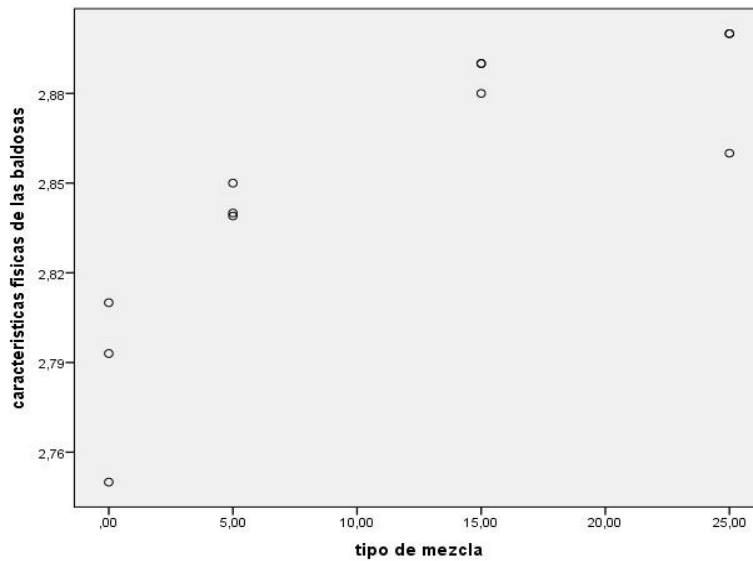
El coeficiente correspondiente a constante es de origen de la recta de regresión a =4.678

El coeficiente correspondiente a tipo de mezcla es la pendiente de la recta de regresión b = -0.095

Según esto la ecuación de regresión queda de la siguiente manera

Características mecánicas= 147,8 – 1,817 tipo de mezcla

## Características físicas de las baldosas de cemento.



**Independiente:** Tipo de mezcla  
**Dependiente:** Características mecánicas de las baldosas.  
**Ho:** Los datos de las variables siguen una distribución normal.  
**Ha:** Los datos de las variables NO siguen una distribución normal.

Figura 11. Características, gráfico de dispersión

Fuente: Elaboración Propia

Constante:

Si P-Valor es < que 0.01, se rechaza la Ho

Si P-Valor es > que 0.01, se acepta la Ho

Tabla 18. Prueba normalidad características físicas

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
tipo de mezcla	,233	12	,070	,851	12	,038
características físicas de las baldosas	,156	12	,200*	,909	12	,210

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Resumen: La observación Sig. En cada uno de los grupos es mayor que 0.01, entonces se acepta la hipótesis nula el cual demuestra que nuestros datos tienen distribución normal

**Tabla 19. Regresión características físicas**

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,82	,680	<b>,648</b>	,02787	,680	21,241	1	10	,001

a. Predictors: (Constant), tipo de mezcla

Fuente: Elaboración propia

R cuadrado expresa la proporción de varianza de la variable dependiente que esta aplicada por la variable independiente. Es el coeficiente de determinación. En nuestro trabajo de investigación  $R^2$  toma un valor 55,2

La primera información que obtenemos se refiere al coeficiente de correlación múltiple R, puesto que solo tenemos dos variables, el coeficiente de correlación múltiple no es otra cosa que el valor absoluto del coeficiente de correlación de Pearson entre nuestras dos variables

**R= 0.825**

Entonces R está dentro del  $\pm 0.70 \leq r < \pm 1.00$  por lo tanto, existe un alto grado de correlación

Resumen:

Por ende: podemos decir que existe una correlación significativa entre el tipo de mezcla y las características físicas de las baldosas

El  $R^2$  corregida, es una corrección a la baja de  $R^2$ . En nuestro trabajo como hay pocos casos y una sola variable  $R^2$  corregida es más bajo. Nuestro R cuadro corregido o ajustado es 0.648

En el análisis estadístico se incluirá lo siguiente: El valor de significancia de la prueba es de  $\alpha = 0.05$  (5%), si es  $>$  se acepta la hipótesis nula si es  $<$  se rechaza la Hipótesis nula. Se utilizó el Software SPSS v 21

**Tabla 20.** *Anova de las características físicas de las baldosas*

ANOVA <sup>a</sup>						
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
1	Regression	,017	1	,017	21,241	,001 <sup>b</sup>
	Residual	,008	10	,001		
	Total	,024	11			

a. Dependent Variable: características físicas de las baldosas

b. Predictors: (Constant), tipo de mezcla

Fuente: Elaboración propia

Valor de F: El estadístico F permite contrastar la hipótesis nula de que el valor población de R es cero, lo cual en el modelo de regresión simple es equivalente a contrastar la hipótesis de que la pendiente de la recta de regresión vale cero. El nivel crítico (sig) indica que, si suponemos que el valor poblacional de R es cero, es improbable (probabilidad = 0.001) que R en nuestra muestra, toma un valor de 0.825. Lo cual implica que R es mayor que cero y que en consecuencia ambas variables están linealmente relacionadas.

Ho:  $R=0$

HA:  $R>0$

Resumen:

Como  $P=0.001 < 0.05$  rechazamos la hipótesis nula y aceptamos nuestra hipótesis, por lo que podemos concluir que nuestras variables están linealmente relacionadas

**Tabla 21.** Características físicas de las baldosas

Model	Coefficients <sup>a</sup>					
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	2,807	,012		226,453	,000
	tipo de mezcla	,004	,001	,825	4,609	,001

a. Dependent Variable: características físicas de las baldosas

Fuente: Elaboración propia

La tabla muestra los coeficientes de la recta de regresión

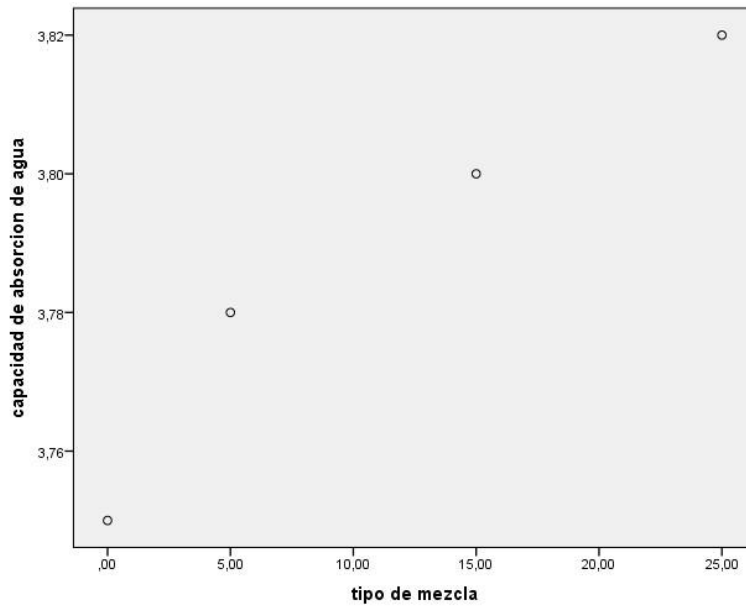
El coeficiente correspondiente a constante es de origen de la recta de regresión  $a = 2,807$

El coeficiente correspondiente el tipo de mezcla es la pendiente de la recta de regresión  $b = 0.004$

Según esto la ecuación de regresión queda de la siguiente manera

Características físicas =  $2,807 - 0,004$  tipo de mezcla X

## Capacidad de absorción de agua



**Independiente:** Tipo de mezcla  
**Dependiente:** Características mecánicas de las baldosas.  
**Ho:** Los datos de las variables siguen una distribución normal.  
**Ha:** Los datos de las variables NO siguen una distribución normal.

Figura 12. Gráfico dispersión de la capacidad de absorción de agua

Fuente: Elaboración propia

Si P-Valor es  $<$  que 0.01, se rechaza la Ho

Si P-Valor es  $>$  que 0.01, se acepta la Ho

**Tabla 22.** Test de Normalidad de capacidad de absorción de agua

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
tipo de mezcla	,214	4	.	,963	4	,798
capacidad de absorcion de agua	,162	4	.	,989	4	,952

a. Lilliefors Significance Correction

Fuente: Elaboración propia

La observación del Sig. en cada uno de los grupos es mayor que ,798 y ,952 entonces se acepta la hipótesis nula, el cual demuestra que nuestros datos tienen una distribución



**Tabla 23. Regresión de tipos de mezcla**

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,969 <sup>a</sup>	,939	,909	,00902	,939	30,880	1	2	,03931

a. Predictors: (Constant), tipo de mezcla

Fuente: Elaboracion propia

R cuadrado expresa la proporción de varianza de la variable dependiente que esta aplicada por la variable independiente. Es el coeficiente de determinación. En nuestro trabajo de investigación  $r^2$  toma un valor 55,2

La primera información que obtenemos se refiere al coeficiente de correlación múltiple R, puesto que solo tenemos dos variables, el coeficiente de correlación múltiple no es otra cosa que el valor absoluto del coeficiente de correlación de Pearson entre nuestras dos variables

**R= 0.969**

Entonces R está dentro del  $\pm 0.70 \leq r < \pm 1.00$  por lo tanto, existe un alto grado de correlación

Por ende: podemos decir que existe una correlación significativa entre el tipo de mezcla y la capacidad de absorción del agua de las baldosas

El  $r^2$  corregida, es una corrección a la baja de  $r^2$ . En nuestro trabajo como hay pocos casos y una sola variable  $r^2$  corregida es más bajo. Nuestro R cuadrado corregido o ajustado es 0.909

En el análisis estadístico se incluirá lo siguiente: El valor de significancia de la prueba es de  $\alpha = 0.05$  (5%), si es  $>$  se acepta la hipótesis nula si es  $<$  se rechaza la hipótesis nula. Se utilizó el Software SPSS v 21.

**Tabla 24.** Anova de la capacidad de absorción de agua

ANOVA <sup>a</sup>						
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
1	Regression	,003	1	,003	30,880	,003 <sup>b</sup>
	Residual	,000	2	,000		
	Total	,003	3			

a. Dependent Variable: capacidad de absorción de agua

b. Predictors: (Constant), tipo de mezcla

Fuente: Elaboracion propia

Valor de F: El estadístico F permite contrastar la hipótesis nula de que el valor población de R es cero, lo cual en el modelo de regresión simple es equivalente a contrastar la hipótesis de que la pendiente de la recta de regresión vale cero. El nivel crítico (sig) indica que, si suponemos que el valor poblacional de R es cero, es improbable (probabilidad = 0.001) que R en nuestra muestra, toma un valor 0.969. Lo cual implica que R es mayor que cero y que en consecuencia ambas variables están linealmente relacionadas.

**Ho: R=0**

**HA: R>0**

Resumen:

Como  $P=0.003 < 0.05$  rechazamos la hipótesis nula y aceptamos nuestra hipótesis, por lo que podemos concluir que nuestras variables están linealmente relacionadas

**Tabla 25.** *Coefficients de la capacidad de absorción de agua*

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
		B	Std. Error			
1	(Constant)	3,758	,007		540,966	,000
	tipo de mezcla	,003	,000	,969	5,557	,031

a. Dependent Variable: capacidad de absorción de agua

Fuente: Elaboración propia

Constante:

La tabla muestra los coeficientes de la recta de regresión

El coeficiente correspondiente a constante es de origen de la recta de regresión  $a = 2,807$

El coeficiente correspondiente el tipo de mezcla es la pendiente de la recta de regresión  $b = 0.004$

Según esto la ecuación de regresión queda de la siguiente manera

Capacidad de absorción de agua =  $2,807 - 0,004$  tipo de mezcla X

## 2.5. Procedimiento

### 2.5.1. Descripción del proceso

#### Obtención del material de descarte

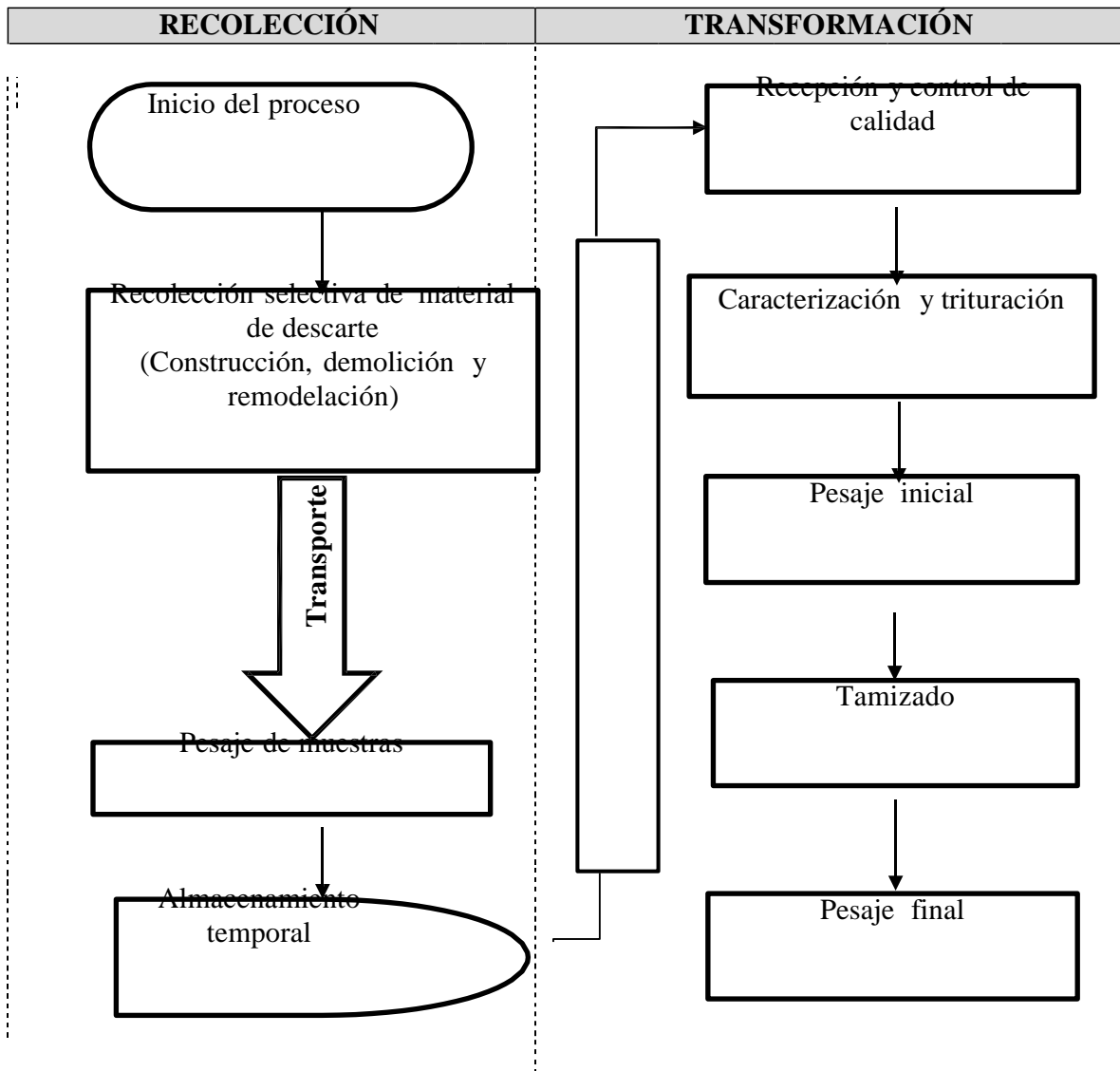


Figura 13. Diagrama de proceso de elaboración de baldosas

Fuente: Elaboración propia

## **Material de descarte de la construcción y demolición**

### **a. Recolección de material de descarte de la construcción, demolición y remodelación**

- ✓ Material de descarte de construcción
- ✓ Material de descarte de demolición
- ✓ Material de descarte de remodelación

### **b. Caracterización**

Se logró separar los RCD en: concreto duro, concreto suave, mayólicas ladrillos.

### **c. Trituración**

El proceso de trituración de los RCD fue de manera manual, reduciendo así su tamaño.

## **Material de descarte de neumáticos**

### **a. Recepción y clasificación de las llantas**

Se recolectan las llantas en las mecánicas ubicadas por la av. Wiese, donde se reciben y clasifican, la clasificación consiste en separar aquellos que aún se reencauchan.

### **b. Destalonado**

Este proceso es muy importante para propender la eficiencia de las fases sucesivas, lo usual para este proceso es utilizar una máquina que es la destalonadora para extraer el anillo de alambres de acero que se encuentra en el interior de la llanta, pero la extracción en este proyecto se realizó de manera manual.

### **c. Lavado y secado**

En esta fase se procedió a lavar las llantas con agua y jabón, una vez limpia la llanta se procede a secar al ambiente.

### **d. Almacenamiento**

Una vez secas las llantas, estas se transportan al área de almacenamiento.

### **e. Trituración primaria**

La máquina que se utiliza en este proceso es la trituradora primaria que realiza la primera trituración, esta máquina cuenta con dos ejes con cuchillas de corte rotantes que reduce la llanta a pedazos de aproximadamente 300 mm.

f. **Trituración secundaria**

La trituración secundaria reduce los trozos de 300 mm a 50 mm a través de una acción análoga a la anterior esta trituradora cuenta con una parrilla metálica para la calibración del tamaño del material en la salida.

g. **Granulometría**

En este proceso se reduce los pedazos provenientes de la trituración secundaria a un tamaño de 16 mm.

h. **Tamizado**

Una vez obtenido el material con un tamiz se procede a separar la fibra de nylon de los granos de caucho.

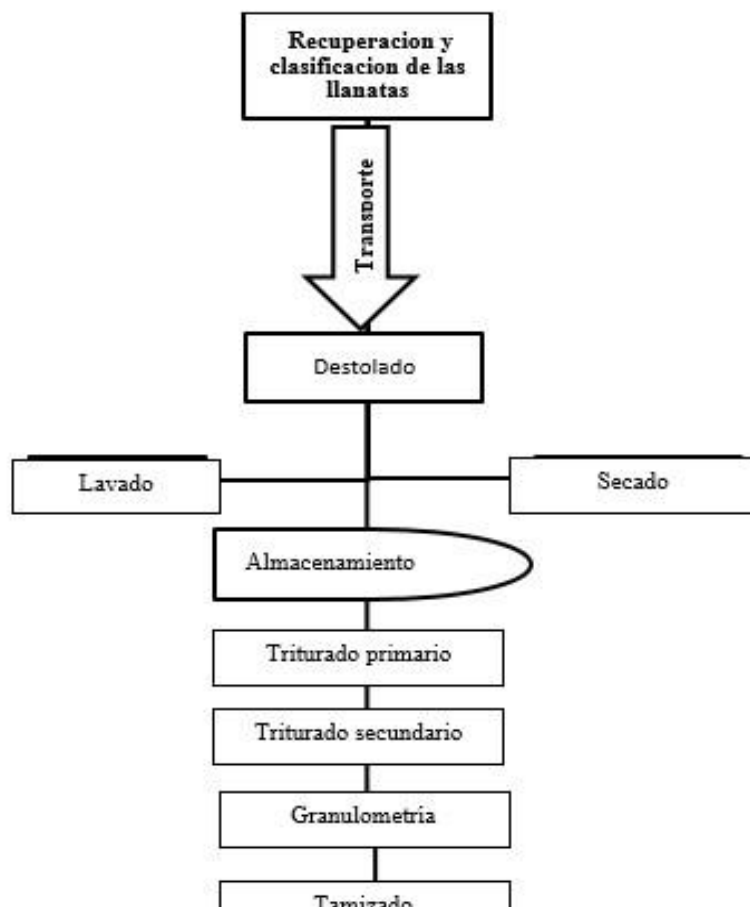


Figura 14. Proceso de elaboración de baldosas

Fuente: Elaboración propia

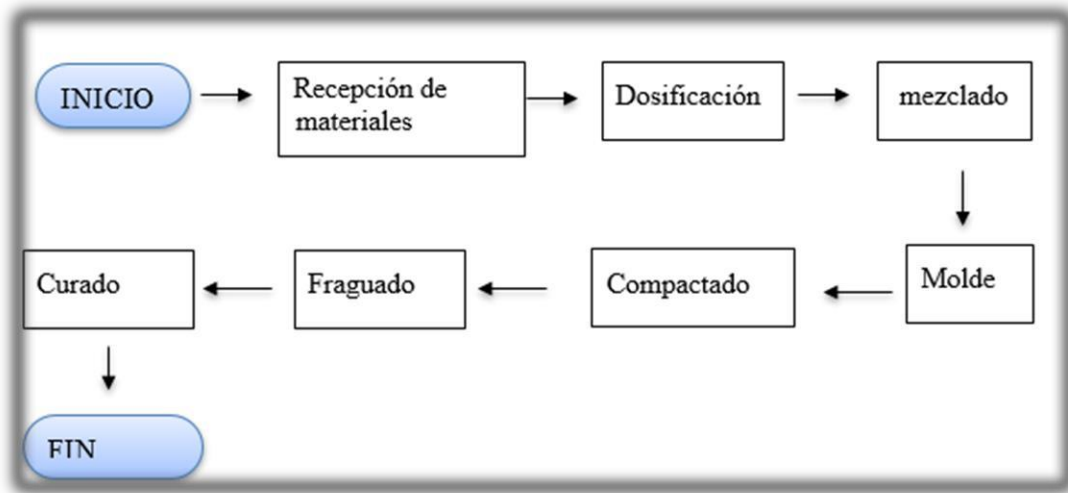


Figura 15. Elaboracion de baldosas de cemento del tipo 3B

Fuente: Elaboracion propia

## 2.6. Métodos de análisis de datos

- **Dimensiones**

Entre las dimensiones se tienen las, más comunes como 25 cm x 25 cm, 30 cm x 30 cm y 40 cm x 40cm, su dimensión real según la norma ISO 1045-2, a las baldosas del tipo 3 con Longitud de  $\geq 200$  mm se le permite una variación de  $\pm 0,5\%$  ( $< 1,5$  mm).

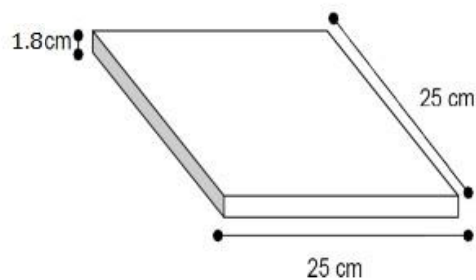


Figura 16. Baldosas de media estandar

Fuente: Norma F.H.A medidas de baldosas

- **Formas**

Pueden ser cuadradas y rectangulares, para las baldosas de cemento se tiene las cuadradas que cuentan con incerteza de  $\pm 0,5$  mm según norma ISO 1045-2.

- **Espesor**

Las baldosas de cemento del tipo 3B tienen 2.5 cm de espesor con una incerteza de  $\pm 5\%$  según la norma ISO 1045 – 2.

- **Granulometría**

Se aplicó la granulometría a los diferentes agregados como, por ejemplo: (material de descarte de la construcción, demolición, remodelación, arena, caucho reciclado) que se han utilizados para la elaboración de las baldosas de cemento del tipo 3B teniendo como referencia la NTP 400.12.

**Tabla 26.** *Análisis granulometría por tamices, realizado en el laboratorio*

<b>Tamiz N°</b>	<b>9.40</b>	<b>4.76</b>	<b>2.38</b>	<b>1.19</b>	<b>0.59</b>	<b>0.29</b>	<b>0.15</b>
<b>% Que pasa</b>	<b>100.00</b>	<b>99.65</b>	<b>87.78</b>	<b>61.13</b>	<b>44.22</b>	<b>33.43</b>	<b>21.65</b>

Fuente: Elaboración propia

- **Prueba de Resistencia a la Absorción de Agua**

Se determina midiendo la humedad de lado superior durante un rango de 24 horas, en donde se mide absorción del agua y la masa constante de la baldosa. (ISO 10545-3, 1997)

- **Prueba de resistencia a la abrasión**

Se determina el desgaste el material a través de la abrasión al someter el lado superior de la baldosa. (ISO 10545-6, 2012).

- **Prueba de Resistencia a la Flexión o Rotura**

Se determina midiendo el valor de carga el cual produce la rotura en la probeta al ser sometidas a la prueba en el laboratorio. (ISO 10545-4, 2015).

• **Prueba de Resistencia a la Compresión o Impacto** Se determina la resistencia al dejar caer sobre el lado



superior de la baldosa una bola de acero de 1 kg de masa desde una altura 400 y 1000mm. (ISO 10545-5, 1998).

- **Resistencia a la compresión del caucho**

Según al periodo de tiempo que es 7,28, 90 días se puede observar disminución de la resistencia a la compresión. A los 7 días su resistencia a la compresión es 65.5 Mpa en el prototipo sin caucho, por otro lado, al cumplir los 28 días se obtuvo una resistencia de 60 Mpa en la mezcla de 0 a 10%, debido que, al añadir, más caucho ocurre que se reducen dicha resistencia en un 20%. De tal manera que las propiedades físicas y mecánicas va depender los materiales utilizados.

## **2.7. Aspectos éticos**

Los aspectos éticos y valores que se verán reflejados en esta investigación será:

- Confiabilidad y privacidad sobre La información obtenida en esta investigación se basará solo para fines académicos
- Se respetará el medio ambiente ya que, se pretende originar conocimiento sobre la importancia del reaprovechamiento de residuos sólidos de construcción.

### 3. RESULTADOS

Para este capítulo la presentación de resultados sobre el aprovechamiento del caucho reciclado y del material de descarte de los residuos de construcción y demolición elaborados sin y con material de descarte todos estos con diferentes porcentajes de material de descarte, cuya elaboración fue de manera artesanal.

Con respecto a las propiedades físicas de las baldosas se tomaron en cuenta las dimensiones, peso. Así mismo, para las propiedades mecánicas, la resistencia a la compresión, flexión y la absorción, estas serán determinadas y justificadas por métodos de laboratorio.

Adicionalmente se añade a los resultados, los ensayos que se realizaron a las materias primas como el agregado natural como también, al material de descarte, para la realización de la mezcla y así poder obtener el adoquín de buena calidad, se realizaron los siguientes ensayos: contenido de humedad, peso específico, peso volumétrico suelto, peso volumétrico compactado y absorción.

#### 3.1. Resultados de aprovechamiento de los RCD

**Tabla 27.** Pesos del material de descarte de la construcción y demolición

Material de descarte				Peso total
Material de descarte de construcción	Material de descarte de demolición	Material de descarte de remodelación	Agregado reciclado de caucho	
<b>47.5 kg</b>	<b>30 kg</b>	<b>41.6 kg</b>	<b>12 kg</b>	<b>131.1 kg</b>

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 27, presenta los datos obtenidos del recojo de material de descarte de construcción y demolición de los diferentes procesos, dando así un resultado de total de 131.1 kg.

**Tabla 28.** *Aprovechamiento del material de descarte de la construcción y demolición*

<b>Material de descarte</b>	<b>Total de residuos</b>	<b>% aprovechable</b>	<b>Total aprovechable</b>
Material de descarte de construcción	47.5 kg	80%	38 kg
Material de descarte de demolición	30 kg	50%	15 kg
Material de descarte de remodelación	46.6 kg	60%	28 kg
Agregado reciclado de caucho	12 kg	16%	2 kg
<b>Total</b>	<b>131.1 kg</b>	<b>63.35 %</b>	<b>83 kg</b>

Fuente: Elaboración propia

La tabla N°28, presenta el peso de los distintos residuos encontrados en determinados procesos, se clasificaron por cuatro materiales aprovechables teniendo así un 80% de la construcción, 50% de demolición, 60% de remodelación y un 16% de caucho.

**Tabla 29.** *Total de residuos aprovechables*

Total de material de descarte	Total aprovechable	Total no aprovechable
<b>131.1 kg</b>	<b>83 kg</b>	<b>48.1 kg</b>

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 29, presenta los pesos del material de descarte aprovechable y no aprovechable para la investigación.

### 3.2. Resultados de la dosificación

**Tabla 30.** *Dosificación según porcentajes*

DOSIFICACIÓN				
Material	Porcentaje de material de descarte.			
	Patrón	5 %	15 %	25%
<b>Cemento</b>	<b>42.5 kg</b>	<b>42.5 kg</b>	<b>42.5 kg</b>	<b>42.5 kg</b>
<b>Arena</b>	<b>62.5 kg</b>	<b>59.30 kg</b>	<b>53.20 kg</b>	<b>53.20 kg</b>
<b>Reciclado</b>	<b>----</b>	<b>3.30 kg</b>	<b>9.40 kg</b>	<b>15.63 kg</b>
<b>Agua</b>	<b>15,13 kg</b>	<b>15.90 kg</b>	<b>16.50 kg</b>	<b>17.2 kg</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 31.** *Total de materiales para la elaboración de las baldosas de cemento de tipo 3B*

TOTAL DE MATERIALES	
<b>Cemento</b>	<b>212.5 kg</b>
<b>Arena</b>	<b>281.4 kg</b>
<b>Reciclado</b>	<b>55 kg</b>
<b>Agua</b>	<b>81.93 kg</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Propiedades físicas de la muestra patrón de las baldosas de cemento del tipo 3B.

**Tabla 32.** *Propiedades físicas del patrón con 0 % de material de descarte*

% de material de descarte	N° de muestra	Características dimensionales				
		Medidas			Peso kg	Planitud de superficie
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (mm)		
0%	1	25	25	18	2.793	
	2	25	25	18	2.896	
	3	25	25	18	2.796	
	4	25	25	18	2.839	
	5	25	25	18	2.789	
	6	25	25	18	2.784	
	7	25	25	18	2.895	
	8	25	25	18	2.789	
	9	25	25	18	2.678	
	10	25	25	18	2.706	
	11	25	25	18	2.863	
	12	25	25	18	2.799	
				<b>2.802</b>		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°32, se muestra las características físicas de las baldosas fabricadas con 0% de material de descarte, podemos observar que la variación más notable sobre estas, vendría ser el peso.

**Tabla 33.** La variación más notable sobre las propiedades físicas, vendría ser el peso

% de material de descarte	N° de muestra	Características dimensionales				
		Medidas			Peso kg	Planitud de superficie
		Largo (cm)	Ancho (cm)	espesor (mm)		
5%	1	25	25	18	2.753	
	2	25	25	18	2.397	
	3	25	25	18	2.789	
	4	25	25	18	2.789	
	5	25	25	18	2.987	
	6	25	25	18	2.784	
	7	25	25	18	2.963	
	8	25	25	18	2.989	
	9	25	25	18	2.687	
	10	25	25	18	2.706	
	11	25	25	18	2.863	
	12	25	25	18	2.799	
					2.792	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°33, se muestra las características físicas de las baldosas fabricadas con 5% de material de descarte, podemos observar que la variación más notable sobre estas, vendría ser el peso. También podemos observar que el peso en este porcentaje está por debajo del peso de la muestra patrón o de las baldosas con 0% de material de descarte.

**Tabla 34.** La variación más notable sobre las propiedades físicas, vendría ser el peso

% de material de descarte	N° de muestra	Características dimensionales				
		Medidas			Peso kg	Planitud de superficie
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (mm)		
15%	1	25	25	18	2.706	
	2	25	25	18	2.863	
	3	25	25	18	2.799	
	4	25	25	18	2.789	
	5	25	25	18	2.987	
	6	25	25	18	2.784	
	7	25	25	18	2.963	
	8	25	25	18	2.789	
	9	25	25	18	2.587	
	10	25	25	18	2.985	
	11	25	25	18	2.734	
	12	25	25	18	2.654	
					<b>2.803</b>	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°34, se muestra las características físicas de las baldosas fabricadas con 15% de material de descarte, podemos observar que la variación más notable sobre estas, vendría ser el peso, también podemos observar que el promedio de peso es muy parecido a la muestra patrón o muestra con 0% de agregado reciclado.

**Tabla 35.** *La variación más notable sobre las propiedades física, vendría ser el peso*

% de material de descarte	N° de muestra	Características dimensionales				
		Medidas			Peso kg	Planitud de superficie
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (mm)		
<b>25%</b>	<b>1</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>2.963</b>	
	<b>2</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>2.789</b>	
	<b>3</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>2.587</b>	
	<b>4</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>2.985</b>	
	<b>5</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>2.734</b>	
	<b>6</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>2.654</b>	
	<b>7</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>2.793</b>	
	<b>8</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>2.896</b>	
	<b>9</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>2.796</b>	
	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>2.839</b>	
	<b>11</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>2.789</b>	
	<b>12</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>2.784</b>	
				<b>2.800</b>		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°35, se muestra las características físicas de las baldosas fabricadas con 25% de material de descarte, podemos observar que la variación más notable sobre estas, vendría ser el peso, también podemos observar que el promedio de peso es muy parecido a la muestra patrón o muestra con 0% de agregado reciclado.



### 3.4. Propiedades mecánicas

**Tabla 36.** Resistencia a la compresión con 0 % de material de descarte

Resistencia a la compresión con 0% de material de descarte												
Fecha de muestreo	17-jun-19			17-jun-19			10-jun-19			01-jul-19		
Fecha de rotura	24-jun-19			18-jun-19			01-ene-19			03-jul-19		
Edad días	7			14			21			28		
n° de mezcla	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Diámetro	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.050	15.000	15.020	15.000	15.010	15.000	15.000
área (cm <sup>2</sup> )	176.7200	176.7200	177.4200	176.7200	176.7200	177.9000	176.7200	177.1900	176.7200	176.9500	176.7200	176.7200
Carga (KN)	262.43	258.71	254.53	314.76	311.66	310.80	344.43	339.67	338.42	364.12	366.97	367.75
Carga kg	26,760.41	26,381.07	25,954.83	32,096.58	31,780.47	31,780.47	35,122.08	34,636.69	34,509.23	37,129.90	37,420.52	37,500.06
Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	151.43	149.28	146.29	181.62	179.84	178.15	198.74	195.48	195.28	209.83	211.75	212.20
Porcentaje obtenido (%)	72.00	71.00	70.00	86.00	86.00	85.00	95.00	93.00	93.00	100.00	101.00	101.00
Promedio (%)	71.00			86.00			94.00			101.00		
fe diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	210.00	210.01	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00

Fuente: Elaboracion propia

### Resumen de la tabla 36

0 % de material de descarte		
Edad	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (MPA)
7	149.00	14.6119
14	180.00	17.652
21	197.00	19.3191
28	211.00	20.692

En la tabla N° 36, se muestra las características mecánicas de las baldosas fabricadas con 0% de material de descarte, podemos observar la resistencia a la compresión en diferentes días de curado mostrando así también que el día 28 logra su mayor resistencia a la compresión, cumpliendo así con las especificaciones de la ISO 1045-4.

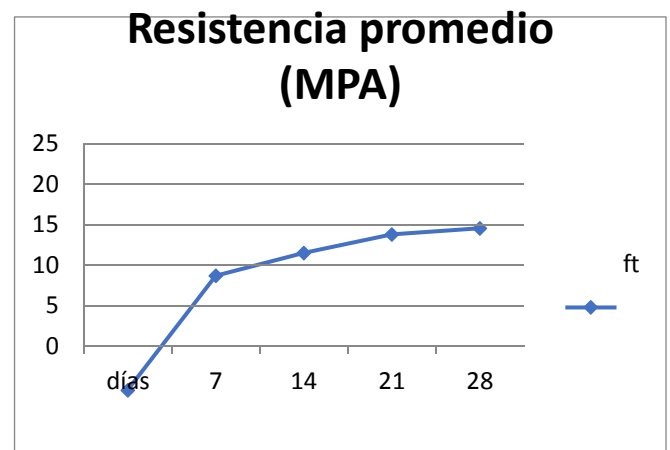
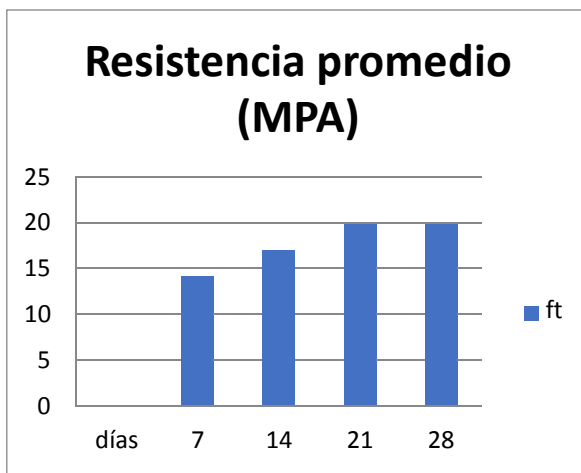


Figura 17. Resistencia promedio de las baldosas fabricadas con 0% material de descarte

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 37.** Resistencia a la compresión con 5% de material de descarte

<b>Resistencia a la compresión con 5% de material de descarte</b>												
<b>Fecha de muestreo</b>	<b>17-jun-19</b>			<b>17-jun-19</b>			<b>10-jun-19</b>			<b>01-jul-19</b>		
<b>Fecha de rotura</b>	<b>24-jun-19</b>			<b>18-jun-19</b>			<b>01-ene-19</b>			<b>03-jul-19</b>		
<b>Edad días</b>	<b>7</b>			<b>14</b>			<b>21</b>			<b>28</b>		
<b>n° de mezcla</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Diámetro</b>	<b>15.000</b>	<b>15.000</b>	<b>15.000</b>	<b>15.000</b>	<b>15.000</b>	<b>15.050</b>	<b>15.000</b>	<b>15.020</b>	<b>15.000</b>	<b>15.010</b>	<b>15.000</b>	<b>15.000</b>
<b>área (cm2)</b>	<b>176.7200</b>	<b>176.7200</b>	<b>177.4200</b>	<b>176.7200</b>	<b>176.7200</b>	<b>177.9000</b>	<b>176.7200</b>	<b>177.1900</b>	<b>176.7200</b>	<b>176.9500</b>	<b>176.7200</b>	<b>176.7200</b>
<b>Carga (KN)</b>	<b>250.34</b>	<b>155.40</b>	<b>169.21</b>	<b>328.88</b>	<b>320.81</b>	<b>322.43</b>	<b>350.43</b>	<b>352.30</b>	<b>355.30</b>	<b>387.19</b>	<b>399.21</b>	<b>389.45</b>
<b>Carga kg</b>	<b>25,527.57</b>	<b>26,043.55</b>	<b>27,451.77</b>	<b>33,536.42</b>	<b>32,713.51</b>	<b>32,878.70</b>	<b>35,733.91</b>	<b>35,924.59</b>	<b>36,234.59</b>	<b>39,482.38</b>	<b>40,708.08</b>	<b>39.712.84</b>
<b>Resistencia (kg/cm2)</b>	<b>144.45</b>	<b>147.37</b>	<b>154.73</b>	<b>189.77</b>	<b>185.11</b>	<b>184.82</b>	<b>202.21</b>	<b>202.75</b>	<b>205.04</b>	<b>223.13</b>	<b>230.35</b>	<b>224.72</b>
<b>Porcentaje obtenido (%)</b>	<b>69.00</b>	<b>70.00</b>	<b>74.00</b>	<b>90.00</b>	<b>88.00</b>	<b>88.00</b>	<b>96.00</b>	<b>97.00</b>	<b>98.00</b>	<b>106.00</b>	<b>110.00</b>	<b>107.00</b>
<b>Promedio (%)</b>	<b>71.00</b>			<b>89.00</b>			<b>97.00</b>			<b>108</b>		
<b>fe diseño (kg/cm2)</b>	<b>210.00</b>	<b>210.00</b>	<b>210.00</b>	<b>210.00</b>	<b>210.00</b>	<b>210.00</b>	<b>210.00</b>	<b>210.00</b>	<b>210.00</b>	<b>210.00</b>	<b>210.00</b>	<b>210.00</b>

Fuente: Elaboración propia

### Resumen de tabla 37

5 % de material de descarte		
Edad	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (MPA)
7	149	14.6119
14	187	18.3384
21	203	19.9075
28	226	22.163

En la tabla N° 37, se muestra un resumen de las características mecánicas de las baldosas fabricadas con 5% de material de descarte, podemos observar una variación en la resistencia a la compresión en diferentes días de curado mostrando así también que el día 28 logra su mayor resistencia a la compresión, pero no logra superar a la muestra patrón, pero si cumple con las especificaciones de la ISO 1045-4.

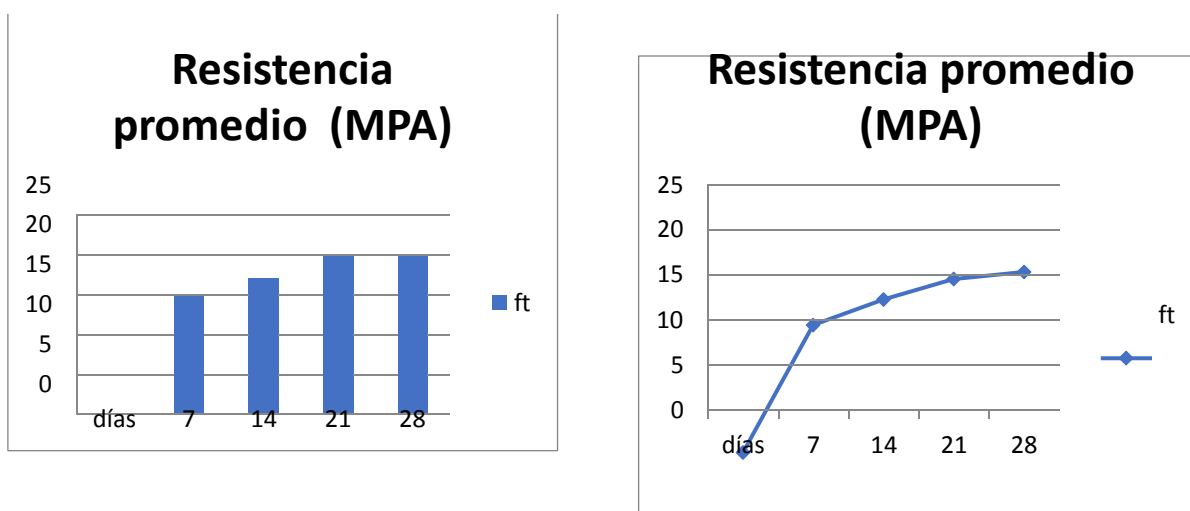


Figura 18. Resistencia promedio de las baldosas fabricadas con el 5% de material de descarte

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 38.** Resistencia a la compresión con 15 % de material de descarte

Resistencia a la compresión con 15% de material de descarte												
Fecha de muestreo	17-jun-19			17-jun-19			10-jun-19			01-jul-19		
Fecha de rotura	24-jun-19			18-jun-19			01-ene-19			03-jul-19		
Edad días	7			14			21			28		
n° de mezcla	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Diámetro	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.050	15.000	15.020	15.000	15.010	15.000	15.000
área (cm <sup>2</sup> )	176.7200	176.7200	177.4200	176.7200	176.7200	177.9000	176.7200	177.1900	176.7200	176.9500	176.7200	176.7200
Carga (KN)	261.20	262.43	264.30	330.43	327.98	313.34	355.42	360.30	351.20	376.65	380.40	381.20
Carga kg	26,634.98	26,760.41	26,951.09	33,694.48	33,444.65	31,951.78	36,242.75	36,740.37	35,812.43	38,407.60	38,790.00	38,871.57
Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	150.72	151.43	151.91	190.67	189.25	179.61	205.09	207.35	202.65	217.05	219.50	219.96
Porcentaje obtenido (%)	72.00	72.00	72.00	91.00	90.00	86.00	98.00	99.00	97.00	103.00	105.0	105.00
Promedio (%)	72.00			89.00			98.00			104.00		
fe diseño (kg/cm <sup>2</sup> )		210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00

Fuente: Elaboración propia

### Resumen tabla N° 38

15 % de material de descarte		
Edad	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (MPa)
7	151	14.808
14	187.00	18.3384
21	205.00	20.1036
28	219.00	21.4766

En la tabla N° 38, se muestra un resumen de las características mecánicas de las baldosas fabricadas con 15% de material de descarte, podemos observar una variación en la resistencia a la compresión en diferentes días de curado mostrando así también que el día 28 logra su mayor resistencia a la compresión, cumpliendo así con las especificaciones de la ISO 1045-4, y este supera a la muestra patrón que no tiene agregado reciclado en su composición.

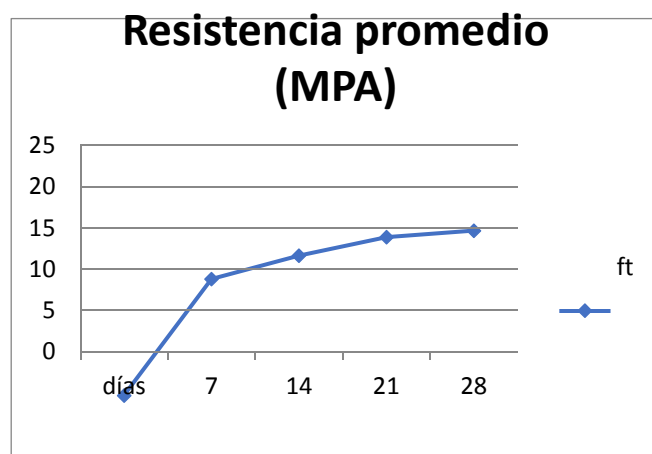
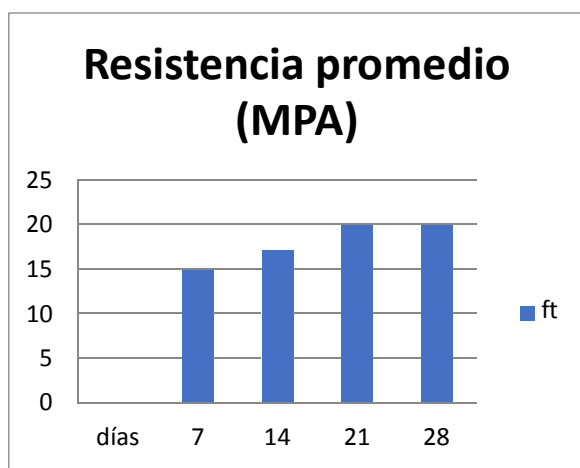


Figura 19. Resistencia promedio de las baldosas fabricadas con el 15% de material de descarte

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 39.** Resistencia a la compresión con 25% de material de descarte

Resistencia a la compresión con 25% de material de descarte												
Fecha de muestreo	17-jun-19			17-jun-19			10-jun-19			01-jul-19		
Fecha de rotura	24-jun-19			18-jun-19			01-ene-19			03-jul-19		
Edad días	7			14			21			28		
N° de mezcla	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Diámetro	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.050	15.000	15.020	15.000	15.010	15.000	15.000
área (cm2)	176.7200	176.7200	177.4200	176.7200	176.7200	177.9000	176.7200	177.1900	176.7200	176.9500	176.7200	176.7200
Carga (KN)	250.30	249.34	252.03	300.32	298.78	302.05	339.80	340.30	342.04	351.10	355.43	356.87
Carga kg	25,523.49	25,425.60	25,699.90	30,624.11	30,467.07	30,800.52	34,649.95	34,700.94	34,878.37	35,802.23	36,243.77	36,390.60
Resistencia (kg/cm2)	144.43	143.88	144.85	173.29	172.40	173.13	196.07	195.84	197.37	202.33	205.09	205.92
Porcentaje obtenido (%)	69.00	69.00	69.00	83.00	82.00	82.00	93.00	93.00	94.00	96.00	98.00	98.00
Promedio (%)	69.00			82.00			93.00			97.00		
fe diseño (kg/cm2)		210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00

Fuente: Elaboracion propia

**Resumen tabla N° 39**

<b>25 % de material de descarte</b>		
<b>Edad</b>	<b>Resistencia promedio (kg7cm2)</b>	<b>Resistencia promedio (MPA)</b>
7	144	14.1216
14	173	16.9655
21	196	19.221
28	204	20.0056

En la tabla N° 39, se muestra un resumen de las características mecánicas de las baldosas fabricadas con 25% de material de descarte, podemos observar una variación en la resistencia a la compresión en diferentes días de curado mostrando así también que el día 28 logra su mayor resistencia a la compresión cumpliendo así con las especificaciones de la ISO 1045-4, y este supera a la muestra patrón que no tiene agregado reciclado en su composición.

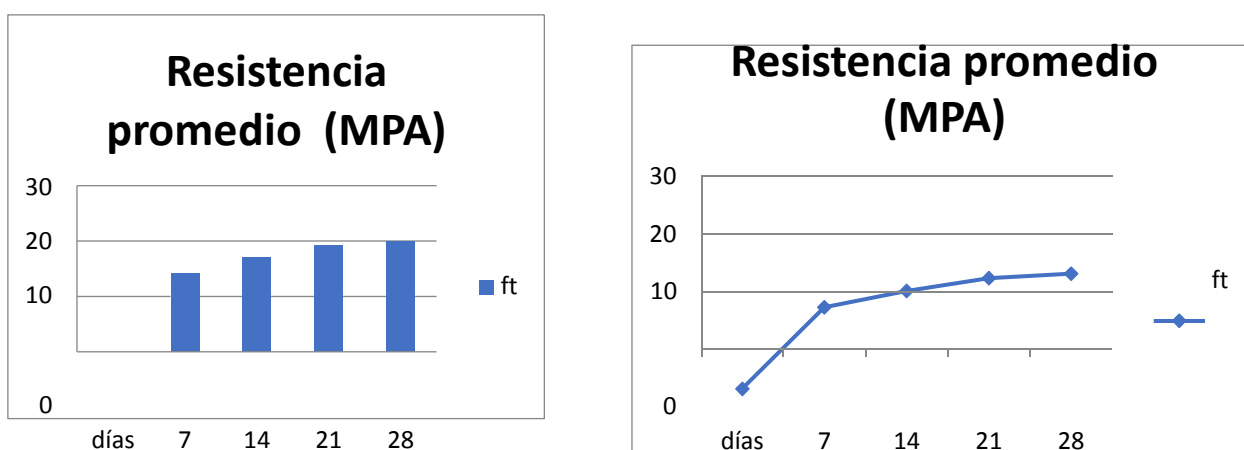


Figura 20. Resistencia promedio de baldosas fabricadas con el 25% de material de descarte

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 40.** Prueba de absorción 0% de material de descarte

Prueba de absorción 0% de material de descarte			
N° de baldosa	1	2	3
<b>Peso saturado</b>	<b>10.6</b>	<b>10.6</b>	<b>10.7</b>
<b>Peso seco</b>	<b>10.5</b>	<b>10.5</b>	<b>10.5</b>
<b>Absorción %</b>	<b>0.95%</b>	<b>0.95%</b>	<b>1.9%</b>
<b>Absorción promedio (kg/m3)</b>	<b>1.26%</b>		

Fuente: Elaboracion propia

**Tabla 41.** Prueba de absorción 5% de material de descarte

Prueba de absorción 5% de material de descarte			
N° de baldosa	1	2	3
<b>Peso saturado</b>	<b>10.9</b>	<b>10.9</b>	<b>10.9</b>
<b>Peso seco</b>	<b>10.6</b>	<b>10.5</b>	<b>10.5</b>
<b>Absorción %</b>	<b>2.83%</b>	<b>3.8%</b>	<b>3.8%</b>
<b>Absorción promedio (kg/m3)</b>	<b>3.47 %</b>		

Fuente: Elaboracion propia

**Tabla 42.** Prueba de absorción 15% de material de descarte

Prueba de absorción 15% de material de descarte			
N° de baldosa	1	2	3
<b>Peso saturado</b>	<b>10.8</b>	<b>10.8</b>	<b>10.8</b>
<b>Peso seco</b>	<b>10.4</b>	<b>10.4</b>	<b>10.4</b>
<b>Absorción %</b>	<b>3.84%</b>	<b>3.84%</b>	<b>3.84%</b>
<b>Absorción promedio (kg/m3)</b>	<b>3.84%</b>		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 43.** Prueba de absorción 25 % de material de descarte

Prueba de absorción 25% de material de descarte			
N° de baldosa	1	2	3
<b>Peso saturado</b>	<b>10.7</b>	<b>10.7</b>	<b>10.7</b>
<b>Peso seco</b>	<b>10.4</b>	<b>10.5</b>	<b>10.4</b>
<b>Absorción %</b>	<b>2.88%</b>	<b>1.9%</b>	<b>2.8%</b>
<b>Absorción promedio (kg/m3)</b>	<b>2.5%</b>		

Fuente: Elaboracion propia

#### **4. DISCUSIÓN**

En este proyecto se analizaros diferentes parámetros obtenidos de la elaboración de baldosas de cemento del tipo 3 B a partir del aprovechamiento del caucho reciclado y material de descarte de la construcción, demolición y remodelación este capítulo se analizarán y valorarán los resultados obtenidos de los ensayos de cada muestra realizada con y sin material de descarte.

- Se analizan los resultados obtenidos del aprovechamiento de caucho reciclado y material de descarte de la construcción y demolición, para que facilite la dosificación en la realización de la mezcla.
- Se analizan los resultados el comportamiento de los agregados obtenidos del aprovechamiento de caucho reciclado y material de descarte de la construcción y demolición, en las características físicas
- Se analizan los resultados el comportamiento de los agregados obtenidos del aprovechamiento de caucho reciclado y material de descarte de la construcción y demolición, en las características mecánicas
- Se analizan los resultados el comportamiento de los agregados obtenidos del aprovechamiento de caucho reciclado y material de descarte de la construcción y demolición, en la capacidad de absorción del agua.

Se analizan los resultados obtenidos de los ensayos que fueron realizados a cada muestra de las probetas sin y con material de descarte en distintos porcentajes, las propiedades físicas (dimensiones, peso) y las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión y la absorción de agua).

##### **Desarrollo de la discusión**

Ensayo de absorción

El autor Rodríguez(2017). Menciona en una de sus conclusiones que el agregado reciclado (material de descarte) tiene una mayor capacidad de absorción de agua, se reafirma la conclusión del autor ya que los datos obtenidos en esta investigación sobre la absorción de agua para las muestras con diferentes porcentajes de material de descarte en promedio fue 3.27 % de absorción, esto se debe a que los agregados reciclados cuentan en su composición,

agregados de concreto suave y compactado , ladrillo, mayolica y a la trituracion de ellos. a diferencia de los 1.26% de la muestras sin material de descarte.

### Capacidad de absorción de agua.

En los siguientes gráficos se observa notablemente que al incremento del porcentaje del agregado reciclado proporciona un incremento en el peso y la capacidad de absorción de agua.

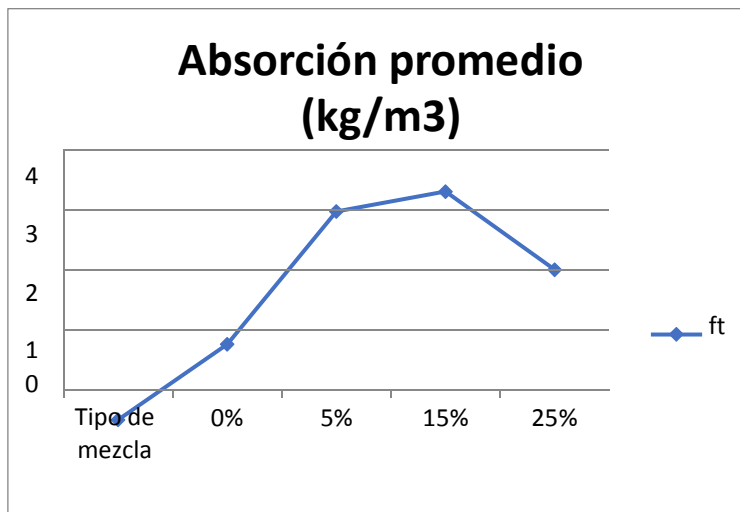
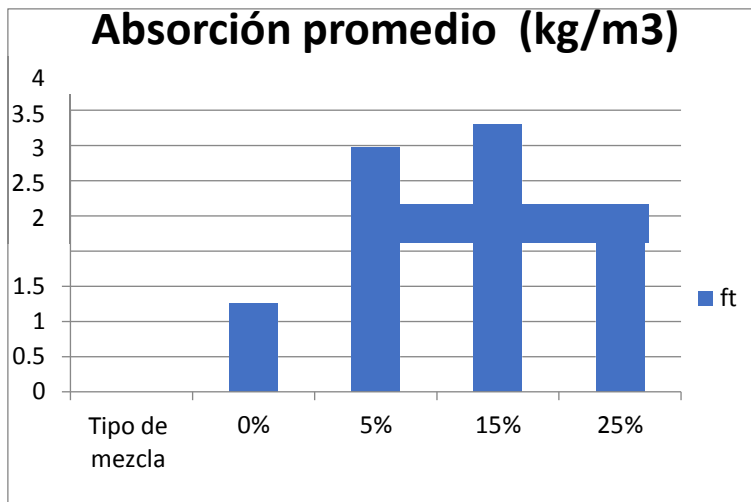


Figura 21. Absorción promedio según el porcentaje de material de descarte.

Fuente: Elaboracion propia

## Propiedades Físicas

Con respecto a las dimensiones de las baldosas de cemento de tipo 3B elaborados, los datos obtenidos demuestran que no hay variaciones considerables, esto debido a que mantiene las dimensiones dadas por el molde realizado.

Con respecto a los datos sobre el peso se muestran que el 0% que viene a ser la baldosa convencional, tiene un peso promedio de 2.802 kg, en comparación de los porcentajes 25% (2.800 kg), el 15% (2.803kg), demuestran que tiene una aproximación muy cercana al convencional, lo cual no sucede en el 5% (2.792 kg); ya que, el peso disminuye un tanto más que los demás.

Porcentaje del peso de baldosas

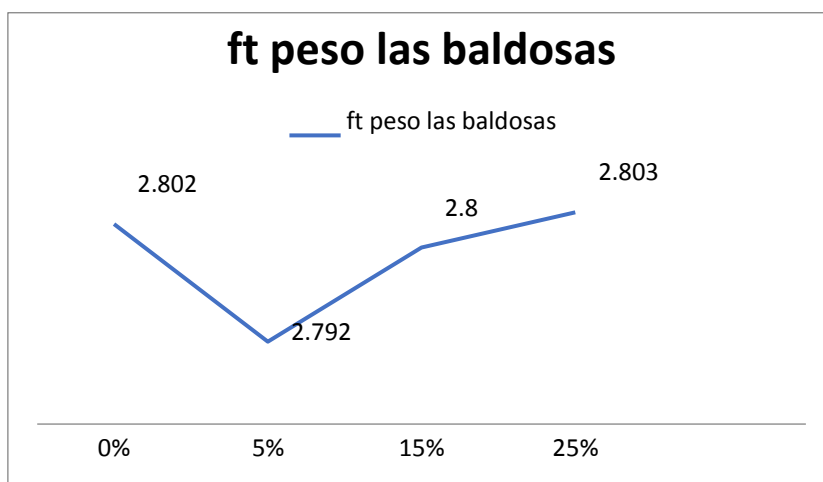
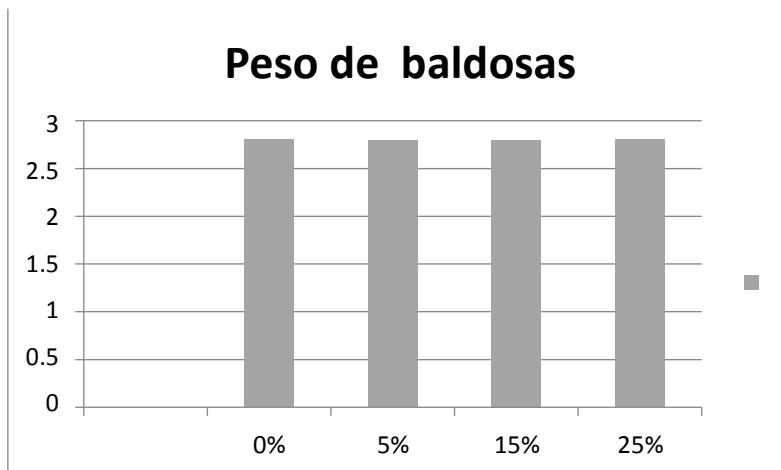


Figura 22. Variación de peso según el porcentaje de material de descarte

Fuente: Elaboracion propia

Con los datos obtenidos se demuestra que a medida que se incrementa los porcentajes del material de descarte en la mezcla, las propiedades físicas con respecto al peso se incrementan, afirmando una de nuestras hipótesis de que el material de descarte influye significativamente las propiedades físicas.

#### **Dosificación de la mezcla.**

**Tabla 44.** *Dosificación según porcentajes*

<b>DOSIFICACIÓN</b>				
<b>Material</b>	<b>Porcentaje de material de descarte.</b>			
	<b>Patrón</b>	<b>5 %</b>	<b>15 %</b>	<b>25%</b>
<b>Cemento</b>	42.5 kg	42.5 kg	42.5 kg	42.5 kg
<b>Arena</b>	62.5 kg	59.30 kg	53.20 kg	53.20 kg
<b>Reciclado</b>	----	3.30 kg	9.40 kg	15.63 kg
<b>Agua</b>	15,13 kg	15.90 kg	16.50 kg	17.2 kg

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 45.** *Total de materiales para la elaboración de las baldosas de cemento de tipo 3b*

<b>TOTAL DE MATERIALES</b>	
<b>Cemento</b>	<b>212.5 kg</b>
<b>Arena</b>	<b>281.4 kg</b>
<b>Reciclado</b>	<b>55 kg</b>
<b>Agua</b>	<b>81.93 kg</b>

Fuente: Elaboración propia

#### **Resistencia la compresión**

Experiencias anteriores como de los investigadores Xiao, Jiabin Li y Ch. Zang, C , (2018), mencionan que, a mayor porcentaje de agregado reciclado en la mezcla convencional, la propiedad de resistencia a la compresión se ven disminuida, este resultado brindado por los autores difiere los resultados mostrados en esta investigación, ya que los valores obtenidos

nos demuestran que a mayor porcentaje de agregado reciclado aumentan la resistencia a la compresión.

Con respecto a la resistencia a la compresión, el promedio que se obtuvo demuestra que los Las baldosas elaborados con un 0% de material de descarte son los siguientes: 14,6 MPa (149 Kg/cm<sup>2</sup>) a los 7 días , 17,6 MPa (180 Kg/cm<sup>2</sup>) a los 14 días , 19,31MPa (197 Kg/cm<sup>2</sup>) a los 21 días y 20,69 MPa (211 Kg/cm<sup>2</sup>) a los 28 días , por lo tanto con estos valores demuestran que hasta los 21 días se cumplen con los requerimientos establecido por la ISO 1045-2.

Por otro lado, los datos obtenidos demuestran que las baldosas con distintos porcentajes de agregado reciclado, en la prueba de resistencia a la compresión son los siguientes:

Con 5 % de material de descarte es: 14,61 MPa (149 kg/cm<sup>2</sup>) a los 7 días, 18,33 MPa (187 kg/cm<sup>2</sup>) a los 14 días, 19,9 MPa (203 kg/cm<sup>2</sup>) a los 21 días y 22 MPa (226 kg/cm<sup>2</sup>) a los 28 días, como también para el 15 % de material de descarte es, 14,81 MPa (151 kg/cm<sup>2</sup>) a los 7 días, 18,33 MPa (205 kg/cm<sup>2</sup>) a los 14 días, 20,11 (205 kg/cm<sup>2</sup>) a los 21 días, 21,48 MPa (219 kg/cm<sup>2</sup>) a los 28 días. Con 25 % de material de descarte 14,12 MPa (144 kg/cm<sup>2</sup>) a los 7 días, 16,97 MPa (173 kg/cm<sup>2</sup>) a los 14 días, 19,21 MPa (196 kg/cm<sup>2</sup>) a los 21 días, 20 MPa (204 kg/cm<sup>2</sup>) a los 28 días.

Con los datos obtenidos se demuestra que a media que se incrementa los porcentajes de material de descarte en la mezcla, los aumentan su resistencia de las baldosas de cemento a la compresión; estos en el día 28, afirmando así la hipótesis específica que el material de descarte influye significativamente en las propiedades mecánicas de las baldosas.

## **5. CONCLUSIONES**

A partir de los resultados obtenidos con respecto al aprovechamiento de caucho reciclado y material de descarte de construcción y demolición, para elaborar baldosas de cemento del tipo 3B donde se añadió en distintos porcentajes a la mezcla convencional, para así poder determinarla influencia que tiene en las propiedades físicas y propiedades mecánicas con respecto a la resistencia a la compresión como también, a la absorción de agua, surgen las siguientes conclusiones.

- El aprovechamiento del caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición influyen significativamente en las características físicas, más en el peso se pudo apreciar que a mayor cantidad de material de descarte el peso se incrementa.
- El aprovechamiento del caucho reciclado y el material de descarte de la construcción y demolición influyen significativamente en las características mecánicas, más en la capacidad de absorción de agua se pudo apreciar que a mayor cantidad de material de descarte el peso se incrementa. Mientras que en la compresión la variación se incrementa llegando al día 28 del curado determinando esto con los datos obtenidos
- Finalmente, el porcentaje más apto para la elaborar baldosas de cemento del tipo 3B con material de descarte de la construcción y demolición es el 15%, ya que esta investigación muestra los resultados de: MPa en la resistencia a la compresión y 21,48 y 3,8% de absorción promedio, demostrando así que si existe similitud con las baldosas de cemento de tipo 3B elaborados de forma convencional como también cumple con los requerimientos la norma ISO 1045-2.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda investigar otras propuestas de las mezclas ya que, se proporciona un extenso panorama a la contribución al poder elaborar nuevos materiales de construcción, enfocados en el reaprovechamiento de cualquiera material reciclado.
- Se recomienda fomentar el aprovechamiento del caucho reciclado y el material de descarte de los residuos de construcción y demolición, volviéndolos a involucrar como nuevos materiales de construcción sin duda debe estar presente en programas dirigidos al cuidado del medio ambiente.
- La presente tesis, se encuentra en la posibilidad de ser observada para posteriores proyectos de investigación de las futuras generaciones, ya que se brindándole una valorización importante a los residuos de construcción y demolición.
- Se recomienda investigar otras propuestas de las mezclas ya que, se proporciona un extenso panorama a la contribución al poder elaborar nuevos materiales de construcción, enfocados en el reaprovechamiento de cualquiera material reciclado.



## REFERENCIAS

A, Sofi. Effect of waste tyre rubber on mechanical and durability properties of concrete - A review. *Ain shams engineering journal*. [en línea]. Volume 9, Issue 4. December 2018. [Fecha de consulta: 15 de Mayo del 2019]

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447917301132>

ALY Muhammed Aly, M.S. El-Feky, Mohamed Kohail, El-Sayed AR Nasr. Performance of geopolymer concrete containing recycled rubber. *Construction and Building Materials* [en línea]. 20 May 2019. [Fecha de consulta: 28 de Mayo de 2019].

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061819304167?via%3Dihub>

ALBANO, Carmen, Camacho. N, Hernández. M, Bravo. A, Guevara, H. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V*, [en línea]. Volumen 23, N 1. Marzo de 2007 [Fecha de consulta: 23 de Mayo del 2019]

Disponible en [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652008000100005](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000100005)

ASENSIO de Lucas, Eloy. Valorización de residuos de construcción y demolición como puzolanas alternativas para cementos eco-eficientes. Tesis (Doctor de Ingeniería). Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2016.

Disponible en <https://eprints.ucm.es/36531/1/T36973.pdf>

ASOCIACIÓN Brasileira de Normas Técnicas. (Brasil). ABNT NBR 15116, of: 2018 Agregados reciclados de residuos sólidos de construcción civil- Utilizado en pavimento o preparación de concreto estructural. Brasil: 2004, 12pp.

Disponible en <http://areiaovitoria.com.br/download/NBR%2015116.pdf>

ASTM (EE. UU). Standard Test Method for Moisture in Mineral Aggregate Used on Built-Up Roofs. ASTM D1864. 2017. EE. UU: ASTM, 2017. 2pp.

ARCE Jáuregui, Luis; Tapia Gonzales, Eduardo. Planteamiento de un manual para la gestión de los residuos de construcción y demolición en edificaciones urbanas. Tesis (Pregrado de Ingeniería). Perú, 2014.

Disponible en file:///C:/Users/Investigacion01/Downloads/arce\_j.pdf.

ARIAS Fidias. El proyecto de investigación [en línea] Caracas. Julio del 2012. [Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2018].

Disponible en [https://books.google.com.pe/books?id=W5n0BgAAQBAJ&pg=PA81&dq=metodologia+de+la+investigacion,+poblacion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjintSv\\_\\_XeAhVCjpAKHXnuC604FBDoAQgrMAE#v=onepage&q=metodologia%20de%20la%20investigacion%2C%20poblacion&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=W5n0BgAAQBAJ&pg=PA81&dq=metodologia+de+la+investigacion,+poblacion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjintSv__XeAhVCjpAKHXnuC604FBDoAQgrMAE#v=onepage&q=metodologia%20de%20la%20investigacion%2C%20poblacion&f=false).

BAZÁN Garay, Irwin. Caracterización de Residuos de Construcción Lima y Callao (Estudio caso). Tesis (Pregrado en Ingeniería). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018.

Disponible en [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/10189/BAZAN\\_GARAY\\_CHARACTERIZACION\\_RESIDUOS\\_TESIS.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/10189/BAZAN_GARAY_CHARACTERIZACION_RESIDUOS_TESIS.pdf?sequence=1).

BARBUDO Muñoz, Auxiliadora. Aplicaciones de los áridos reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición en la construcción de infraestructuras viarias. Tesis (Doctorado en Ingeniería). Córdoba: Universidad de Córdoba, 2013

Disponible en <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/7653>.

BIZCOCHO Tocón, Nuria. Aplicación del análisis de ciclo de vida a la gestión de los residuos de construcción. Tesis (Doctorado en Arquitectura). Sevilla: Universidad de Sevilla, 2014.

Disponible en <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/56324/Aplicaci%C3%B3n.pdf?sequence=1>

BEGUM, R.A., Siwar, C., Pereira, J.J., Jaafar, A.H. (2013). “Attitude and behavioral factors in waste management in the construction industry of Malaysia”. Resources, Conservation and Recycling 53: 321–328

CARBAJAL Silva, Marcia. Situación de la gestión y manejo de los residuos sólidos de las actividades de construcción civil del sector vivienda en la ciudad de lima y callao. Tesis (Pregrado de Ingeniería). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2018.

Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3215>.

CARRASCO Montesdeoca, Raúl. Aplicación del uso de los residuos de construcción para la fabricación de bloques de hormigón en la ciudad de Riobamba, análisis de costo e impacto

ambiental. Tesis (Pregrado en Ingeniería). Bogotá: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2018.

Disponible en <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14857/TESIS%20MAS%202018%20%28RA%C3%9AL%20CARRASCO%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CASTAÑO, Jesús, Rodríguez, Rodrigo, Lasso, Leonardo, Cabrera, Adriana y Ocampo, Manuel. Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectiva y limitantes. Revista Pontificia Universidad Javeriana [en línea]. 15 de abril de 2013, vol. 17 n. 38. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2018].

Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v17n38/v17n38a10.pdf>

CASTELLANO Giraldo, Julio; Rivera Martínez, Fredy; Roa Morales, Miguel. Comparación estructural y estimación de costos de la utilización de concreto con agregado naturales y concretos con residuos de construcción y demolición (R.C.D) como agregado. Tesis (Pregrado en Ingeniería). Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2017.

Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15275/1/Tesis%20especializacio%CC%81n%20RCD.pdf>

CASTRO, Macarena y Bernal, Lourdes. Actividades clasificadas, medio ambiente y residuos sólidos urbanos. [En línea]. 1ra. ed. Madrid. 2013. [Fecha de consulta: 17 de Noviembre de 2018].

Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=TIcHI-Qbq-oC&pg=PA1209&dq=valorizacion+rcd+construccion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiuiIHolN\\_eAhVCo1kKHXYxcBcEQ6AEIMTAC#v=onepage&q=valorizacion%20rcd%20construccion&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=TIcHI-Qbq-oC&pg=PA1209&dq=valorizacion+rcd+construccion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiuiIHolN_eAhVCo1kKHXYxcBcEQ6AEIMTAC#v=onepage&q=valorizacion%20rcd%20construccion&f=false)

CONTRERAS Gonzales, Rodrigo, J. Montesdeoca, Raúl. Influencia del tamaño y porcentaje de caucho reciclado en un concreto estructural sobre su compresión, asentamiento, peso unitario y deformación. Tesis (Pregrado en Ingeniería). Perú: Universidad Privada del Norte, 2018.

Disponible en <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13858>

COMERCIO. El sector de construcción creció un 5.1 % en el primer trimestre. [en línea]. El Comercio.PE. 21 de mayo de 2018. [Fecha de Consulta: 02 de octubre de 2018].

Disponible en <https://elcomercio.pe/economia/peru/sector-construccion-crecio-5-1-primer-trimestre-noticia-521581>

EDUARDO de J. Ciudad Quintana, Ingrid N. Vidaud Quintana. Fallo estructural del concreto en diagramas de dominio. *Revista Construcción y tecnología*. [en línea]. 15 de abril de 2013, vol. 1 n. 2. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2018].

Disponible en <http://www.revistacyt.com.mx/index.php/contenido/ingenieria?start=45>

EUFORMACIÓN Consultores S. L. Gestión de residuos inertes [en línea]. 2. ° ed. Malaga. IC Editorial. [Fecha de Consulta: 28 de Noviembre de 2018].

Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=6X1DDwAAQBAJ&pg=PT8&dq=residuo+inerte+en+construccion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKewjt-se7m\\_\\_eAhVIq1kKHf\\_0AGMQ6AEIKDAA#v=onepage&q=residuo%20inerte%20en%20construccion&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=6X1DDwAAQBAJ&pg=PT8&dq=residuo+inerte+en+construccion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKewjt-se7m__eAhVIq1kKHf_0AGMQ6AEIKDAA#v=onepage&q=residuo%20inerte%20en%20construccion&f=false)

DURAN X, Lenihan H, O'regan B. (2014). A model for assessing the economic viability of construction and demolition waste recycling—the case of Ireland. *Resources, Conservation and Recycling* 46(3):302–20.

ENVIRONMENTAL Protection Department (EPD) Hong Kong. (2013). The legislation for the Construction Waste Disposal Charging Scheme (Charging Scheme). Recuperado de: <http://www.epd.gov.hk/epd/misc/cdm/scheme.htm#a>

FAO. Materiales básicos para la construcción. [en línea]. 16 de abril de 2015, [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2018].

Disponible en:

[http://www.fao.org/tempref/FL/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6708s/x6708s03.htm](http://www.fao.org/tempref/FL/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6708s/x6708s03.htm)

FATTA, D., Papadopoulos, A., Avramikos, E., Sgourou, E., Moustakas, K., Kourmoussis, F., Mentzis, A., Loizidou, M. (2015). Generation and management of construction and demolition waste in Greece – an existing challenge. *Resources, Conservation and Recycling* 40 (1): 81–91.

GAITÁN Castiblanco, María Lineamientos para la gestión ambiental de residuo de construcción y demolición en Bogotá. Tesis (Maestría de Ingeniería). Barranquilla: Pontificia Universidad Javeriana, 2013.

Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/13498/GaitanCastiblancoMariaAlejandra2013.pdf?sequence=1>

GARCÍA Garrido, Lirio. La utilización de materiales reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD) en firmes de carreteras y urbanizaciones. Tesis (Doctorado en Arquitectura). Sevilla: Universidad de Sevilla E.T.S. Arquitectura, 2015.

Disponible en [file:///C:/Users/Investigacion01/Downloads/TESIS%20MARIA%20DEL%20LIRIO%20GARCIA%20GARRIDO%20protegido%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Investigacion01/Downloads/TESIS%20MARIA%20DEL%20LIRIO%20GARCIA%20GARRIDO%20protegido%20(1).pdf)

GUÍA de manejo de escombros y otros residuos de la construcción. [en línea]. Costa rica: UICN, Oficina regional para Mesoamérica para la conservación de la naturaleza y de los recursos naturales. [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2018].

Disponible en [https://cmsdata.iucn.org/downloads/guia\\_escombros\\_baja.pdf](https://cmsdata.iucn.org/downloads/guia_escombros_baja.pdf)

GENNARO, Alfonso. Remington farmacia. [en línea]. Bogotá. Editorial medica panamericana. [Fecha de consulta: 19de octubre de 2018].

Disponible en [https://books.google.com.pe/books?id=Av4IIsyH-qcC&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Alfonso+R.+\(DRT\)+Gennaro%22&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjH67n7i4LfAhXmpVkKHcAkBd4Q6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=Av4IIsyH-qcC&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Alfonso+R.+(DRT)+Gennaro%22&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjH67n7i4LfAhXmpVkKHcAkBd4Q6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false)

GIEDRUS Girkas, Dzigita Nagrockiene. Crushed rubber waste impact of concrete basic properties. *Construction and Building Materials*. [en línea]. Volume 140 . 1 June 2017. [Fecha de consulta: 15 de Mayo del 2019]

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061817302969>

GÓMEZ García, Diego. IX Congreso de Nacional de las propiedades mecánicas de los sólidos [en línea]. 1° ed. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2004. [Fecha de consulta: 01 de diciembre de 2018].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=VJNWVezsoU0C&pg=PA113&dq=probetas+mecanicas&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjRyLbqooLfAhXqzVkKHQYcBewQ6AEIODAD#v=onepage&q=probetas%20mecanicas&f=false>

HERNÁNDEZ Moreno, Silverio. Diseño sustentable de materiales de construcción; caso del concreto de matriz de cemento. [en línea]. Febrero de 2014, vol. 1. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2018].

Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10415308>

INSTITUTO de promoción cerámica. Revista de Baldosas cerámicas [en línea]. Mayo de 2016. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2018].

Disponible en <http://www.ipc.org.es/home.html>.

JARAMILLO, A; Álvarez, M. Construcción inclinómetro óptico. Revista Mexicana de Física [en línea]. 21 de Junio de 2007. [Fecha de consulta: 01 de diciembre de 2018].

Disponible en:

<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmf/v53n4/v53n4a7.pdf>

INACAL (Perú). Manejo de residuos de la construcción. Manejo de residuos de la actividad de la construcción y demolición. NTP 400.050.2017. Perú: NTP, 2017. 30pp.

INSTITUTO Ecuatoriano de Normalización (Ecuador). Mercados saludables. Requisitos. NTE INEN 2687:2013. Ecuador: INEN 2013. 21pp.

INDECOPI. (Perú). Agregados. Especificaciones normalizadas para agregado en concreto. NTP. 400.037.2014. Perú: NTP, 2014. 26pp

INDECOPI. (Perú). Agregados. Cementos. Cementos portland. Requisitos. NTP. 334.009.2013 Perú: NTP, 2013. 26pp

INDECOPI. (Perú). Agregados. Cementos. Cementos portland. Requisitos. NTP. 334.006.2013 Perú: NTP, 2013. 24pp

INDECOPI. (Perú). Agregados. Cementos. Cementos portland. Requisitos. NTP. 334.090.2013 Perú: NTP, 2013. 40pp

INDECOPI. (Perú). Agregados. Cementos. Cementos portland. Requisitos. NTP. 334.090.2013 Perú: NTP, 2013. 40pp

INDECOPI. (Perú). Agregados. Cementos. Cementos portland. Requisitos. NTP. 334.048.2013 Perú: NTP, 2013. 40pp

INDECOPI. (Perú). Determinación del contenido de cemento en morteros y hormigón. NTP. 334.048.2014 Perú: NTP, 2014. 40pp

INDECOPI. (Perú). Determinación del contenido de cemento en morteros y hormigón. NTP. 344.051 Perú: NTP, 2013. 40pp

INDECOPI. (Perú). Determinación del contenido de cemento en morteros y hormigón. NTP. 399.088 Perú: NTP,2014. 40pp

INDECOPI. (Perú). Determinación del contenido de cemento en morteros y hormigón. NTP. 399.088 Perú: NTP,2014. 40pp

INDECOPI. (Perú). Agregados. Método peso específico y absorción del agregado fino. NTP. 400.022 Perú: NTP,2013. 25pp

INDECOPI. (Perú). Agregados. y análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. NTP. 400.022 Perú: NTP,2013. 20pp

MINISTERIO DEL AMBIENTE. (Perú). Decreto legislativo que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos. D.S. Decreto Legislativo N°1278. 35pp

I.B. Tepú , T. Uygunoglu. 23 - Sustainability of using waste rubber in concrete

[en línea]. Woodhead publishing series in civil and structural engineering. [en línea]. 2016 [Fecha de consulta: 16 de Mayo del 2019].

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081003701000238>

ISO. Organización internacional de normalización. ISO 1045-4. Carga de rotura a la flexión. España, 2016, 4pp

ISO. Organización internacional de normalización ISO 10545-6 Baldosas Cerámicas. Determinación de la resistencia a la abrasión profunda de las baldosas no esmaltadas. España, 2016

ISO. Organización internacional de normalización. ISO 10545-7. Resistencia a la abrasión superficial para baldosas. España: 2016,3pp.

LEÓN, Juan. En Lima se generan 19 mil toneladas de desmonte al día y el 70% va al mar o ríos [en línea]. El Comercio.PE. 26 de octubre de 2017. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2018].

Disponible en:

<https://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-generan-19-mil-toneladas-desmonte-dia-70-mar-rios-noticia-453274>

LÓPEZ Martínez, Francisco. Análisis de la viabilidad de uso de residuos de construcción como árido reciclado en la fabricación de hormigón. Tesis (Pregrado en Ingeniería). Bogotá: Universitat Jaume I, 2015.

Disponible en [http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/165088/PFG\\_L%C3%B3pez%20Mart%C3%ADnez%2C%20Francisco%20Javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y%20Martinez%20,%20P%20http://oa.upm.es/39585/1/PABLO\\_SAIZ\\_MARTINEZ.pdf](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/165088/PFG_L%C3%B3pez%20Mart%C3%ADnez%2C%20Francisco%20Javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y%20Martinez%20,%20P%20http://oa.upm.es/39585/1/PABLO_SAIZ_MARTINEZ.pdf)

M. Farfan. Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante. *Revista ingeniería de construcción*. [en línea]. Volumen 33, N° 33. Diciembre 2018. [Fecha de consulta: 19 de Mayo del 2019]

Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732018000300241](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000300241)

MARAVETE, A; Cuartero, A. Materiales compuestos. [en línea]. 1°ed. Vol.2. Zaragoza, 2003. [Fecha de consulta: 01 de diciembre de 2018].

Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=Olb5CZWG\\_yMC&pg=PA709&dq=probetas+mecanicas++TUBULARES&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjroK\\_2pYlFAhXGzlkKHULOBRiQ6AEILTAB#v=onepage&q=probetas%20mecanicas%20%20TUBULARES&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=Olb5CZWG_yMC&pg=PA709&dq=probetas+mecanicas++TUBULARES&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjroK_2pYlFAhXGzlkKHULOBRiQ6AEILTAB#v=onepage&q=probetas%20mecanicas%20%20TUBULARES&f=false)

MINISTERIO DEL AMBIENTE. (Perú). Decreto legislativo que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos. D.S. Decreto Legislativo N°1278. 35pp

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Vivienda. Norma Técnica Peruana de Edificación E.060 Concreto Armado. Lima, 2009. 255pp.

MINISTERIO de Vivienda. (Perú). Decreto supremo N° 019-2016 que modifica el reglamento para la gestión de manejo de los residuos de las actividades de la construcción demolición, aprobado por el decreto supremo. Lima: 2016. 90 pp.

MUNICIPALIDAD Metropolitana de Lima (Perú). Ordenanza N° 1915 de Gestión Metropolitana de Residuos Sólidos Municipales. Lima: 2015 .1pp

MULDERS, Luis (2013, p.7). Aplicación sostenible de residuos de construcción y demolición como árido de mezcla bituminosas en frío. [en línea]. Coruña. [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2018].

Disponible en:



<https://core.ac.uk/download/pdf/61915227.pdf>

MINISTERIO del Ambiente. (Perú). Decreto legislativo que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos. D.S. Decreto Legislativo N°1278. 35pp

MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento. (Perú). Norma E.060 Concreto armado. NTE. 205pp.

OROZCO, Mauricio, García, Marcelo, Duin, Robert y Castellano Cesar. Earth sciences research journal. Universidad Nacional de Colombia. Vol.10 N° 2 [En línea]. December de 2014, vol.10 n° 2. [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2018].

Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/esrj/v10n2/v10n2a01.pdf>

OROZCO Gutiérrez, Jaime, Gómez Rodríguez, Franz, Severiche Ramírez, Jesús, Rico Gómez, Karen, Pinto Farjardo, Nagia, Guía para la elaboración del plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición en obra. [en línea]. Bogotá: Alcaldía mayor de Bogotá. [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2018].

Disponible en:

[http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Gu%C3%ADa%20para%20la%20elaboraci%C3%B3n%20del%20plan%20de%20gesti%C3%B3n%20integral%20de%20residuos%20de%20construcci%C3%B3n%20y%20demolici%C3%B3n%20\(RCD\)%20en%20obra.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Gu%C3%ADa%20para%20la%20elaboraci%C3%B3n%20del%20plan%20de%20gesti%C3%B3n%20integral%20de%20residuos%20de%20construcci%C3%B3n%20y%20demolici%C3%B3n%20(RCD)%20en%20obra.pdf)

PACHECO Bustos, Carlos, Fuentes Pumarejo, Luis. Construction demolition waste (CDW) a perspective of achievement for the city of Barranquilla since its management model. Artículo de Ingeniería y Desarrollo .Universidad del Norte. Artículo de Ingeniería y Desarrollo [en línea]. Diciembre de 2017, vol.37 n°2 2017). [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2018].

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v35n2/2145-9371-inde-35-02-00533.pdf>

PRIYANKA Asutkar, S.B Shinde, Rakesh Patel. Study on the behaviour of rubber aggregates concrete beams using analytical approach. *Engineering Science and Technology, an International Journal*. [en línea]. Volume 20, Issue 1. February 2017. [Fecha de consulta: 15 de Mayo]

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215098616302713>

RAMÍREZ Duran, Daniel, Sosa Chaparro, Angie. Formulación de alternativas de manejo para residuos de construcción y demolición (RCD) para la ciudad de Bogotá. Tesis (Pregrado de Ingeniería). Bogotá. Universidad la Salle, 2016.

Disponible en  
[http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20468/41111064\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20468/41111064_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

RAMÍREZ, Santiago. Aprovechamiento y revalorización de residuos de la construcción y demolición generados por un evento adverso para la construcción de obras civiles sostenibles. Tesis (Pregrado en Ingeniería). Colombia: Pontificia Universidad Católica de Manizales, 2015.

Disponible en <https://www.kpesic.com/wp-content/uploads/2018/02/Aprovechamiento-y-revalorizacio%CC%81n-de-residuos-de-la-construccion%CC%81n-y-demolicio%CC%81n-generados-por-un-evento-adverso-para-la-construccion%CC%81n-de-obras-civiles-sostenibles.pdf>

RESTREPO Díaz, Jaime. Metrología. Aseguramiento metrológico industrial Tomo II. [en línea]. 2007, Vol. 1. [Fecha de consulta: 29 de noviembre de 2018].

Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=jH\\_Cmv0R7V8C&pg=PA39&dq=Calibre+pie+de+rey+o+Vernier&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj44KzuYLFhAhUjqlkKHaxPDeUQ6AEIKDAA#v=onepage&q=Calibre%20pie%20de%20rey%20o%20Vernier&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=jH_Cmv0R7V8C&pg=PA39&dq=Calibre+pie+de+rey+o+Vernier&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj44KzuYLFhAhUjqlkKHaxPDeUQ6AEIKDAA#v=onepage&q=Calibre%20pie%20de%20rey%20o%20Vernier&f=false)

RETAMOZO Lizaraso, Beatriz. Reaprovechamiento de los residuos sólidos de la construcción y demolición depositados en espacios públicos en el distrito de Los Olivos, Lima. Tesis (Pregrado en Ingeniería). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2014.

Disponible en:  
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/2756>.

RENTERÍA Sacha, Jose; Zevallos Villareal, María. Propuesta para la mejora para la gestión estratégica del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de los olivos. Tesis (Pregrado en Ingeniería). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.

Disponible en  
[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6285/RENTERIA\\_JOSE\\_ZEBALLOS\\_MARIA\\_PROPUESTA\\_MEJORA.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6285/RENTERIA_JOSE_ZEBALLOS_MARIA_PROPUESTA_MEJORA.pdf?sequence=1)

RODRÍGUEZ Martín, José. El ladrillo en la arquitectura en la ciudad de Cartagena. Revista Politécnica de Cartagena. [en línea]. 2015, Vol. 1. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2018].

Disponible en:

<http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/5299/lac.pdf?sequence=1>

RODRIGUEZ, Julián; Cerda, Miguel; Sánchez, Roberto. Automatismos industriales. [en línea] 1ªed. España, 2014. [Fecha de consulta: 29 de octubre de 2018].

Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=R9\\_7CAAQBAJ&pg=PA145&dq=Calibre+pie+d+e+rey+o+Vernier&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj53PGCvoLfAhVRq1kKHaZ7BYQQ6wEIMzAC#v=onepage&q=Calibre%20pie%20de%20rey%20o%20Vernier&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=R9_7CAAQBAJ&pg=PA145&dq=Calibre+pie+d+e+rey+o+Vernier&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj53PGCvoLfAhVRq1kKHaZ7BYQQ6wEIMzAC#v=onepage&q=Calibre%20pie%20de%20rey%20o%20Vernier&f=false)

ROCHA Osorio, Cristian. Aprovechamiento y revalorización de residuos de la construcción y demolición generados por un evento adverso para la construcción de obras civiles sostenibles. Tesis (Pregrado en Ingeniería) Manizales: Universidad Católica de Manizales, 2015.

Disponible en <https://www.kpesic.com/wp-content/uploads/2018/02/Aprovechamiento-y-revalorizacio%CC%81n-de-residuos-de-la-construccion%CC%81n-y-demolicio%CC%81n-generados-por-un-evento-adverso-para-la-construccion%CC%81n-de-obras-civiles-sostenibles.pdf>.

SACHAHUMAN, Sandra. Reciclaje de desechos de construcción residuos áridos pétreos. Revista digital de arquitectura. [en línea]. 30 de junio de 2015. [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2018].

Disponible en: <http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2015/06/reciclaje.html>

SEGAL, Claudia; Orteaga, Gustavo. Manual de prácticas de biología molecular de la célula I. [en línea]. 1ªed, 2005 [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2018].

Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=i\\_7RXUu44IC&pg=PT24&dq=balanza+analitica&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiMq8HfrILfAhUu1lkKHbkwApwQ6wEIRTAE#v=onepage&q=balanza%20analitica&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=i_7RXUu44IC&pg=PT24&dq=balanza+analitica&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiMq8HfrILfAhUu1lkKHbkwApwQ6wEIRTAE#v=onepage&q=balanza%20analitica&f=false)

SILVA Arriola, Carmen. Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta de tratamiento y transformación de RCD en agregado de concreto. Tesis (Pregrado de Ingeniería). Lima: Pontificia Universidad Católica de Perú, 2017.

Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/9389>.

SUÁREZ Silgado, Sindy. Propuesta metodológica para evaluar el comportamiento ambiental y económico de los residuos de construcción y demolición en la producción de materiales pétreos. Tesis (Doctorado en Ingeniería). Barcelona: Unisversitat Politècnica de Catalunya, 2015.

Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/96103/TSSSS1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

SECRETARIA distrital del ambiente. Guía técnica ambiente para la formulación del plan de gestión de RCD en obra. [en línea]. Bogotá. [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2018].

Disponible en:

<http://ambientebogota.gov.co/documents/664482/0/Expo+Foro+RCD+Lineamientos+y+Guia+final.pdf>

SUAREZ, Jaime. Deslizamientos. Tomo I: Análisis geotécnico. [en línea]. Colombia [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2018].

Disponible en:

file:///C:/Users/PC/Downloads/librodeslizamientosti\_cap12.pdf

TAPIAS Mendivelso, Jimmy. Guía de intervención sostenible de los residuos de construcción. [en línea]. Universidad Santo Tomas, Bucaramanga, 2017. [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2018].

Disponible en:

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10696/Guia%20de%20intervencion%20sostenible%20de%20los%20residuos%20de%20la%20construcci%C3%B3n-.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica incluye evaluación y administración de proyectos de investigación. 4° ed. México, D.F. Editorial Ilmusa, S.A. 2003. 176 pp.

ISBN 968-18-5872-7

UNE. Unidad Normalización Española 67-101. Determinación de la dureza al rayado de la superficie según Mohs. España: 2016, 3pp.

UNIVERSIDAD de Ingeniería técnica agrícola de ciudad real. Mortero. [En línea]. Catedra de Ingeniería rural, 2017. [Fecha de consulta: 06 de octubre de 2018].

Disponible en:

[https://previa.uclm.es/area/ing\\_rural/Trans\\_const/Tema9.pdf](https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_const/Tema9.pdf)

VIVIENDA (Perú). Decreto supremo que modifica el reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición, aprobado por decreto supremo n° 003.-2013-vivienda. D.S N° 019-2016. Perú: D.S, 2016.30pp.

XIAOYAN Huang, Ravi Ranade, Wen Ni, Victor C. Li. On the use of recycled tire rubber to develop low E- modulus ECC for durable concrete repairs. *Construction and Building Materials*. [en línea]. Volume 46. September 2013. [Fecha de consulta: 15 de Mayo]

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061813003504>

ZAMORA, Juan. Optimización de suelos planos bajo terraplenes. Tesis (Pregrado en Ingeniera). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.

Disponible en [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5596/ZAMORA\\_JUAN\\_TRATAMIENTOS\\_SUELOS\\_BLANDOS\\_TERRAPLENES.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5596/ZAMORA_JUAN_TRATAMIENTOS_SUELOS_BLANDOS_TERRAPLENES.pdf?sequence=1)

## ANEXOS

### Recolección de residuos de construcción y demolición



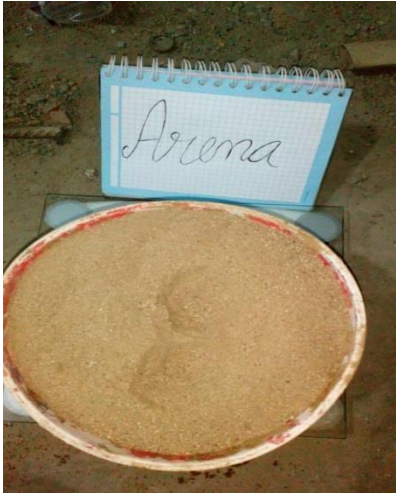
### Molienda



### Tamizado



## Pesado



## Elaboración de las mezclas



### Fraguado de las probetas



### Tipos de mezcla según dosificación



### Curado



### Elaboración de baldosas de cemento





Pesaje de las probetas





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Camera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for Engineering and Technology



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : BEATRIZ CONSUELO VALDEZ ASCENCIO  
 Obra : BEATRIZ CONSUELO VALDEZ ASCENCIO  
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
 Expediente N° : 19-2677  
 Recibo N° : 66565  
 Fecha de emisión : 01/07/2019

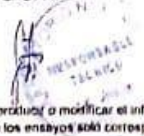
1. DE LA MUESTRA : Consistente en 2 probetas cilíndricas de concreto
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ELE INTERNATIONAL  
 Certificado de Calibración CMC-104-2018
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034-2015.  
 Procedimiento Interno AT-PR-12.
4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FRACTURA
1	M1	02/06/2019	01/07/2019	178.5	43,662	245	Tipo 2
2	M2	02/06/2019	01/07/2019	178.5	36,640	208	Tipo 5

**5. OBSERVACIONES:**

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : Sr. L. O. R.  
 ASV



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata  
 Jefa (e) del laboratorio

**NOTAS**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos sólo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



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



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



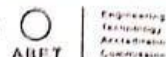
www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : BEATRIZ CONSUELO VALDEZ ASCENCIO  
 Obra : BEATRIZ CONSUELO VALDEZ ASCENCIO  
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral  
 Expediente N° : 10-2670  
 Recibo N° : 00000  
 Fecha de emisión : 05/07/2019

1. DE LA MUESTRA : Constatante en 2 probetas cilíndricas de concreto.  
 2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ELE INTERNATIONAL.  
 Certificado de Calibración CMC-104-2018  
 3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.084:2012.  
 4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (Kg/cm²)
1	M1	02/00/2010	01/07/2019	14.90	30.3	5070	7.9
2	M3	02/00/2010	01/07/2019	15.02	30.27	14632	20.5

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : Sr. L. O. R.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakala  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



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

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.unl.edu.pe  
 lem@unl.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





CÓDIGO DE RNP REGISTRADO POR LA OSCE: S0683331, C77038 Y B0282813

**LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE CONCRETO  
SUELOS Y ASFALTO**

CONTRATISTAS GENERALES GEOINGENIERIA E.I.R.L.  
RUC: 20534562943

DIRECCION: JR. BARCELONA MZA. 0 11 LOTE: 5 A.H. TRABAJADORES DEL HOSPITAL DEL NIÑO  
(ALTURA DE LA ESTACION BAYOVAR, LINEA 01) LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES

(ASTM C-39)

TEMA DE TESIS : APROVECHAMIENTO DE CAUCHO RECICLADO Y MATERIAL DE DESCARTE DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION PARA LA

ELABORACION DE BALDOSAS DE CEMENTO DEL TIPO 3B

SOLICITANTE : BENDEZU OLIVARES, ANALIK EMERITA Y VALDEZ ASCENCIO, BEATRIZ CONSUELO

LUGAR : DISTRITO SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA-LIMA

N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Diam. (cm)	Area (Cm²)	Carga (KS)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm²)	Res.Prom. (kg/cm²)	Porcentaje Obrindado(%)	Promed. (%)	F' e Diseño (kg/cm²)	Características de las Probetas	Identificación de Probeta
1	17-jun-19	24-jun-19	7	15,000	176,7200	250,30	25,323,49	144,43		69,00	69,00	210,00	25% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 01.01
2	17-jun-19	24-jun-19	7	15,000	176,7200	349,34	25,425,60	143,88	144,00	69,00	69,00	210,00	25% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 01.02
3	17-jun-19	24-jun-19	7	15,000	177,4200	232,03	25,699,90	144,85		69,00	69,00	210,00	25% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 01.03
4	17-jun-19	01-jul-19	14	15,000	176,7200	300,32	30,624,11	173,29	175,00	83,00	82,00	210,00	25% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 02.01
5	17-jun-19	01-jul-19	14	15,000	176,7200	298,78	30,467,07	173,40		82,00	82,00	210,00	25% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 02.02
6	17-jun-19	01-jul-19	14	15,000	177,9000	302,05	30,800,52	173,13		82,00	82,00	210,00	25% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 02.03
7	17-jun-19	08-jul-19	21	15,000	176,7200	339,80	34,649,95	196,07	196,00	93,00	93,00	210,00	25% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 03.01
8	17-jun-19	08-jul-19	21	15,020	177,1900	340,30	34,700,94	195,84	196,00	93,00	93,00	210,00	25% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 03.02
9	17-jun-19	08-jul-19	21	15,000	176,7200	342,04	34,878,37	197,37		94,00	94,00	210,00	25% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 03.03
10	05-jun-19	03-jul-19	28	15,010	176,9500	331,10	35,802,23	202,33	204,00	96,00	97,00	210,00	25% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 04.01
11	05-jun-19	03-jul-19	28	15,000	176,7200	335,43	36,243,77	205,09		98,00	98,00	210,00	25% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 04.02
12	05-jun-19	03-jul-19	28	15,000	176,7200	336,87	36,390,60	205,92		98,00	98,00	210,00	25% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 04.03

FECHA DE EXPEDICION : 06-jul-19

### OBSERVACIONES

SE HICIERON TOTAL (12) PRUEBAS DE RESISTENCIA DE 210kg/cm2, A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO, LA OBTENCION DE LA FECHA DE MUESTREO ES RESPONSABILIDAD DE LOS SOLICITANTES, LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR LOS SOLICITANTES.

LA RESISTENCIA MINIMA ALCANZADA AL ENSAYAR LAS PROBETAS (EN kg/cm2) CON CEMENTO TIPO I DEBE SER DE LA SIGUIENTE MANERA:  
A LOS 07 DIAS : 30% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO.  
A LOS 14 DIAS : 45% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO.  
A LOS 28 DIAS : 100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO.

**C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L.**

Miguel Ángel Saavedra Apaza  
Técnico de Laboratorio

Abel Pilla Esquivel  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 68557



CODIGO DE RNP REGISTRADO POR LA OSCE: S0693331, C77008 Y B0282813

**LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE CONCRETO  
SUELOS Y ASFALTO**

CONTRATISTAS GENERALES GEOINGENIERIA E.I.R.L.

DIRECCION: JR. BARCELONA N°2A, 03 LOTE: 8 A.H. TRABAJADORES DEL HOSPITAL DEL NIÑO  
(ALTIURA DE LA ESTACION MAYOR, LINEA 01) LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO  
RUC: 2053452943

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES**

(ASTM C-39)

TEMA DE TESIS : APROVECHAMIENTO DE CAUCHO RECICLADO Y MATERIAL DE DESCARTE DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION PARA LA ELABORACION DE BALDOSAS DE CEMENTO DEL TIPO 3B

SOLICITANTE : BENDEZU OLIVARES, ANALIK EMERITA Y VALDEZ ASCENCIO, BEATRIZ CONSUELO  
LUGAR : DISTRITO SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA-LIMA

N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de Ruptura	Edad (Días)	Diam. (cm)	Area (Cm²)	Carga (KNS)	Carga (Kg)	Resistencia (kg/cm²)	Res. Prom. (kg/cm²)	Porcentaje Deteriorado (%)	Promed. (%)	F. e. Diseño (kg/cm²)	Características de los Probetas	Identificación de Probeta
1	17-jun-19	24-jun-19	7	15.000	176.7200	261.20	26,634.98	180.72		73.00		210.00	15% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 01B
2	17-jun-19	24-jun-19	7	15.000	176.7200	262.43	26,790.41	181.43	151.00	72.00		210.00	15% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 02B
3	17-jun-19	24-jun-19	7	15.000	177.4200	264.30	26,951.00	181.91		71.00		210.00	15% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 03B
4	17-jun-19	01-jul-19	14	15.000	176.7200	330.43	33,299.48	196.67		91.00	89.00	210.00	15% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 04B
5	17-jun-19	01-jul-19	14	15.000	176.7200	327.98	33,444.65	189.25	187.00	90.00		210.00	15% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 05B
6	17-jun-19	01-jul-19	14	15.000	177.9000	313.34	31,951.78	179.61		86.00		210.00	15% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 06B
7	17-jun-19	08-jul-19	21	15.000	176.7200	355.42	36,242.75	238.09		98.00		210.00	15% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 07B
8	17-jun-19	08-jul-19	21	15.000	177.1900	360.30	36,740.37	237.35	205.00	99.00	98.00	210.00	15% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 08B
9	17-jun-19	08-jul-19	21	15.000	176.7200	351.30	35,812.43	232.66		97.00		210.00	15% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 09B
10	05-jun-19	05-jul-19	28	15.000	176.9500	376.05	38,407.60	247.05	219.00	103.00	104.00	210.00	15% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 10B
11	05-jun-19	05-jul-19	28	15.000	176.7200	360.40	36,790.00	239.60		104.00		210.00	15% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 11B
12	05-jun-19	05-jul-19	28	15.000	176.7200	341.20	34,871.57	219.76		106.00		210.00	15% CAUCHO RECICLADO	MUESTRA 12B

OBSERVACIONES

SE HICIERON TOTAL 120 PRUEBAS DE RESISTENCIA DE 210kg/cm2, A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO. LA OBTENCION DE LA FECHA DE MUESTREO EN RESPONSABILIDAD DE LOS SOLICITANTES. LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR LOS SOLICITANTES

LA RESISTENCIA MINIMA ALCANZADA AL ENSAYAR LAS PROBETAS (EN KG/CM2) CON CEMENTO TIPO I DEBE SER DE LA SIGUIENTE MANERA:  
A LOS 07 DIAS : 70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO.  
A LOS 14 DIAS : 85% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO.  
A LOS 28 DIAS : 100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO.

C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L.

Miguel Ángel Saavedra Apaza  
Técnico de Laboratorio

Abel Pillaca Esquivel  
INGENIERO CIVIL  
REG. CP N° 69957



CODIGO DE RNP REGISTRADO POR LA OSCE: S0683331, C77038 Y B0282813

**LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE CONCRETO  
SUELOS Y ASFALTO**

CONTRATISTAS GENERALES GEOINGENIERIA E.I.R.L.  
DIRECCION JR. BARCELONA N° 01 LOTE: 5 A.H. TRABAJADORES DEL HOSPITAL DEL NIÑO (ALTURA DE LA ESTACION BAYOVARI, LINEA 03) LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO  
RUC: 20534562843



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES

(ASTM C-39)

APROVECHAMIENTO DE CAUCHO RECICLADO Y MATERIAL DE DESCARTE DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION PARA LA ELABORACION DE BALDOSAS DE CEMENTO DEL TIPO 3B

TEMA DE TESIS :  
SOLICITANTE :  
LUGAR :

BELENDEZU OLIVARES, ANALIK EMERITA Y VALDEZ ASCENCIO, BEATRIZ CONSUELO  
DISTRITO SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA-LIMA

FECHA DE EXPEDICION : 06-jul-19

N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de Suplente	Edad (Días)	Diam. (mm)	Área (Cm²)	Carga (Ks)	Carga (KPa)	Resistencia (kg/cm²)	Res. Prom. (kg/cm²)	Porcentaje Obtención (%)	Promed. (%)	F e Diverg. (Kg/cm²)	Características de las Probetas	Identificación de Probeta
1	17-jun-19	24-jun-19	7	15.000	176.7200	255.34	25.277.57	144.45	149.00	69.00	71.00	210.00	5% CAUCHO RECICLADO	MEJSTRA 01 01
2	17-jun-19	24-jun-19	7	15.000	176.7200	255.40	26.043.55	147.37	149.00	70.00	71.00	210.00	5% CAUCHO RECICLADO	MEJSTRA 01 02
3	17-jun-19	24-jun-19	7	15.000	177.4200	346.21	27.431.77	154.73	147.00	74.00	89.00	210.00	5% CAUCHO RECICLADO	MEJSTRA 01 03
4	17-jun-19	01-jul-19	14	15.000	176.7200	328.88	35.536.42	189.77	147.00	85.00	89.00	210.00	5% CAUCHO RECICLADO	MEJSTRA 02 01
5	17-jun-19	01-jul-19	14	15.000	176.7200	330.81	32.713.51	185.11	147.00	88.00	89.00	210.00	5% CAUCHO RECICLADO	MEJSTRA 02 02
6	17-jun-19	01-jul-19	14	15.000	177.9000	322.43	32.878.70	184.82	203.00	96.00	97.00	210.00	5% CAUCHO RECICLADO	MEJSTRA 02 03
7	17-jun-19	08-jul-19	21	15.000	176.7200	350.43	35.733.91	202.31	203.00	106.00	108.00	210.00	5% CAUCHO RECICLADO	MEJSTRA 03 01
8	17-jun-19	08-jul-19	21	15.000	177.1900	352.36	35.924.59	202.75	203.00	106.00	108.00	210.00	5% CAUCHO RECICLADO	MEJSTRA 03 02
9	17-jun-19	08-jul-19	21	15.000	176.7200	354.14	36.234.99	205.64	203.00	106.00	108.00	210.00	5% CAUCHO RECICLADO	MEJSTRA 03 03
10	05-jun-19	05-jul-19	28	15.000	176.9500	387.19	39.482.38	224.13	226.00	118.00	126.00	210.00	5% CAUCHO RECICLADO	MEJSTRA 04 01
11	05-jun-19	05-jul-19	28	15.000	176.7200	399.21	40.708.08	230.35	226.00	107.00	107.00	210.00	5% CAUCHO RECICLADO	MEJSTRA 04 02
12	05-jun-19	05-jul-19	28	15.000	176.7200	399.45	39.712.84	224.72	226.00	107.00	107.00	210.00	5% CAUCHO RECICLADO	MEJSTRA 04 03

SE OBTUVIERON TOTAL (02) PRUEBAS DE RESISTENCIA DE 210kg/cm². A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO. LA OBTENCION DE LA FECHA DE MUESTREO ES RESPONSABILIDAD DE LOS SOLICITANTES. LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR LOS SOLICITANTES.

OBSERVACIONES

LA RESISTENCIA MUESTRA ALCANZADA AL ENSAYAR LAS PROBETAS (EN KOCAD) CON CEMENTO TIPO I, DEBE SER DE LA SIGUIENTE MANERA:

AL OS 07 DIAS - 70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO  
AL OS 14 DIAS - 85% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO  
AL OS 28 DIAS - 100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

C.G. GEOINGENIERIA E.I.R.L.

Miguel Ángel Saavedra Apaza  
Técnico de Laboratorio

Abel Piliacá Esquivel  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 68557