



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán  
- Lima – 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR(ES):

Edwar Antony Cruz Ramos

Clinzon Palomino Taipe

ASESOR(A):

Dra. María Ysabel García Álvarez

Mgtr. Luis Díaz Huiza

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2018

## Página del Jurado

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 29 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **CRUZ RAMOS, EDWAR ANTONY**

Cuyo título es: **"DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RECICLADO PARA LAS VÍAS PEATONALES - HUAYCÁN - LIMA - 2018"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12 (número) DOCE (letras)**.

Lima, San Juan de Lurigancho, 10 de Diciembre de 2018

  
-----  
Mgtr. Ing. **ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN**

PRESIDENTE

  
-----  
Mgtr. Ing. **RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ**

SECRETARIO

  
-----  
Mgtr. Ing. **DELGADO ORTEGA HENRRY SAUL**

VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **PALOMINO TAIPE, CLINZON**  
 Cuyo título es: **"DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RECICLADO PARA LAS VÍAS PEATONALES - HUAYCÁN - LIMA - 2018"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12 (número) DOCE (letras)**.

Lima, San Juan de Lurigancho, 10 de Diciembre de 2018

  
 \_\_\_\_\_  
**Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN**  
 PRESIDENTE

  
 \_\_\_\_\_  
**Mgtr. Ing. RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ**  
 SECRETARIO

  
 \_\_\_\_\_  
**Mgtr. Ing. DELGADO ORTEGA HENRRY SAUL**  
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

### **Dedicatoria**

Dedicamos esta investigación a nuestros Padres ya que son el motivo fundamental por el cual llegamos a culminar nuestra carrera profesional, Ingeniería civil.

### **Agradecimientos**

Agradecemos a Dios y a todas aquellas personas que nos apoyaron incondicionalmente en nuestra carrera profesional; así también a la Universidad Cesar Vallejo y los ingenieros docentes que nos inculcaron de sabiduría y conocimiento acerca de la carrera profesional.

## **Declaratoria de autenticidad**

### **Declaratoria de autenticidad**

Edwar Antony Cruz Ramos con DNI N° 77148116, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 de diciembre del 2018



---

Edwar Antony Cruz Ramos

DNI: 77148116

### **Declaratoria de autenticidad**

Clinzon Palomino Taipe con DNI N° 48093830, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 de diciembre del 2018



Clinzon Palomino Taipe

DNI: 48093830

## Presentación

### Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presentamos ante ustedes la tesis titulada “Diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018”, cuyo objetivo fue determinar la influencia del concreto reciclado en el diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018. Que sometemos a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. La investigación consta de seis capítulos. En el primer capítulo se explica los antecedentes nacionales e internacionales que van a apoyar a mi tema de investigación para luego formular el problema de investigación, los objetivos y las hipótesis a partir del marco teórico y los antecedentes; en el segundo capítulo se muestra la metodología que se va a utilizar, se determina la población y la muestra, además la técnica o instrumento de recolección de datos y la forma de cómo se va a analizar dicha información, en el tercer capítulo se detalla los resultados que se obtienen en la recolección de datos para luego analizarlo. En el cuarto capítulo se explica la discusión de los objetivos con los resultados. En el quinto capítulo se presenta las conclusiones a lo que se ha llegado con respecto a la investigación. En el sexto capítulo se detalla las recomendaciones.



---

Edwar Antony Cruz Ramos

DNI: 77148116



---

Clinzon Palomino Taipe

DNI: 48093830



## Resumen

En la presente tesis nombrada “Diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018” damos a conocer los resultados obtenidos en los ensayos y la aplicación en campo. En la ciudad de Lima por cada proyecto de gran envergadura, se realizan muchos de testigos de concreto (Probetas), esto con el fin de ensayarlas y tener la obtención de la resistencia deseada por cada testigo estructural; laboratorios hay muchos que realizan este ensayo; el laboratorio de prueba y ensayo de materiales de La Universidad Nacional Agraria La Molina presta sus servicios. Al darse estos ensayos se almacena una gran cantidad de residuos de concreto lo cual puede ser aprovechado para darle un uso nuevo y a la vez preservar el medio ambiente.

Para la fabricación del concreto reciclado y el uso en la vía peatonal debíamos asegurar que llega a la resistencia deseada ( $175 \text{ kg/cm}^2$ ); por esta razón se realizaron testigos para 7, 14 y 28 días con porcentajes de agregado reciclado distintas (0%, 20%, 50% y 100%).

Aquellos resultados obtenidos a través de las pruebas realizadas de rotura de las probetas, nos indica que la diferencia entre un concreto convencional y un concreto reciclado no son excesivas, cumpliendo así con la resistencia deseada para la vereda.

**Palabras clave:** Concreto reciclado, aplicación, ensayos.

## **Abstract**

In this thesis named "Design of mixed recycled concrete for pedestrian routes - Huaycán - Lima - 2018" we present the results obtained in the trials and the application in the field. In the city of Lima for each large-scale project, many concrete witnesses (Probetas) are made, in order to test them and obtain the desired resistance for each structural witness; there are many laboratories that perform this test; the laboratory of testing and testing of materials of the National Agrarian University La Molina provides its services. When these tests are carried out, a large amount of concrete waste is stored, which can be used to give it a new use while preserving the environment.

For the manufacture of the recycled concrete and the use in the pedestrian way we had to ensure that it reaches the desired resistance ( $175 \text{ kg / cm}^2$ ); for this reason, controls were made for 7, 14 and 28 days with different percentages of recycled aggregate (0%, 20%, 50% and 100%).

Those results obtained through the tests made of breakage of the test pieces, indicates that the difference between a conventional concrete and a recycled concrete are not excessive, thus fulfilling the desired resistance for the path.

**Keywords:** Recycled concrete, application, tests.

## Índice

Página del Jurado .....	ii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimientos .....	v
Declaratoria de autenticidad .....	vi
Presentación .....	viii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
Índice .....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>23</b>
1.1 Realidad problemática .....	24
1.2 Trabajos previos .....	24
1.3 Teorías relacionadas al tema .....	33
1.4 Formulación del problema .....	50
1.5 Justificación .....	50
1.6 Hipótesis .....	51
1.7 Objetivos .....	52
<b>II. MÉTODO</b> .....	<b>53</b>
2.1 Diseño de la investigación .....	54
2.2 Variables, Operacionalización .....	54
2.3 Población, muestra y muestreo .....	58
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	58
2.5 Métodos de análisis de datos .....	59
2.6 Aspectos éticos .....	60
<b>III. RESULTADOS</b> .....	<b>61</b>
3.1 Resultados del Análisis Granulométrico de los Agregados .....	62
3.2 Diseño de mezcla de concreto $F'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> .....	88
3.3 Verificación de slump .....	94
3.4 Elaboración de los testigos .....	97
3.5 El curado de los testigos .....	107
3.6 Ensayo de la resistencia a la compresión de los testigos .....	107
3.7 Aplicación del concreto en una vereda peatonal .....	119
<b>IV. DISCUSION</b> .....	<b>132</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>138</b>

<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	140
<b>VII. REFERENCIAS</b> .....	142
<b>VIII ANEXO</b> .....	146

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de cementos y composición.....	36
Tabla 2: Selección de asentamientos recomendados (slump).....	43
Tabla 3: Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire.....	43
Tabla 4: Selección de la relación a/c.....	44
Tabla 5: Relación a/c por resistencia a la compresión del concreto.....	44
Tabla 6: Relación a/c máximas permisibles para concreto sujeto a exposiciones severas.....	45
Tabla 7: Estimación del contenido de agregado grueso.....	45
Tabla 8: Resultado de los testigos a realizar.....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Análisis granulométrico del agregado fino.....	39
Figura 2: Análisis granulométrico del agregado grueso.....	39
Figura 3: Determinación del peso específico y % absorción del agregado grueso.....	40
Figura 4: Determinación del peso específico y % absorción del agregado fino.....	41
Figura 5: Determinación del peso volumétrico suelto y compacta.....	41
Figura 6: Determinación del contenido de humedad.....	42
Figura 7: Calculo de contenido de cemento.....	45
Figura 8: Calculo de contenido de agregado grueso.....	46
Figura 9: Calculo de volumen del agregado fino.....	46
Figura 10: Ajustes por el contenido de humedad de los agregados.....	46
Figura 11: Corrección del agua de mezclado.....	47
Figura 12: Resistencia a compresión de testigo.....	47
Figura 13: Modulo de elasticidad de testigo.....	48
Figura 14: Anchos mínimos de vereda.....	49
Figura 15: Medidas de capas de vereda.....	50
Figura 16: Cuarteo del material y peso de 600 g de muestra.....	62
Figura 17: Juegos de tamices y 14,3 g de muestra retenida de la malla N°4.....	62
Figura 18: 119,5 y 151,6 g de muestras retenidas en las mallas N°8 y N°16.....	63
Figura 19: 132,6 y 93,6 g de muestras retenidas en las mallas N°30 y N°50.....	63
Figura 20: 55.3 y 33.1 g de muestras retenidas en las mallas N°100 y fondo.....	63
Figura 21. Análisis granulométrico del agregado fino.....	64
Figura 22. Curva granulométrica del agregado fino.....	64
Figura 23. Cuarteo del material y peso de 1000 g de muestra.....	65
Figura 24. Extender el agregado fino sobre una superficie plana.....	65

Figura 25. Verter el material en el molde cónico dando golpe 25 veces con la barra metal y retirarlos.....	66
Figura 26. Verificación de la muestra desmoronada pulsando con el pulgar.....	66
Figura 27. Equipos y la obtención del peso del picnómetro con agua.....	66
Figura 28. 500 g de muestra pesada y llenar al picnómetro.....	67
Figura 29. Muestra vertida en el picnómetro y obtención del peso del picnómetro + muestra + agua.....	67
Figura 30. Muestra extraída del picnómetro y llevada al horno a $110 \pm 5^{\circ} \text{C}$ .....	68
Figura 31. Obtención del peso de la muestra seco del agregado.....	68
Figura 32. Determinación del Pe, PeSSS y % Abs de la muestra del agregado fino.....	68
Figura 33. Cuarteo de la muestra y peso del cilindro.....	69
Figura 34. Vertimiento del material y enrasarlo.....	69
Figura 35. Peso de la muestra suelta.....	70
Figura 36. Peso de la muestra suelta.....	70
Figura 37. Determinación del peso volumétrico suelto y compacta.....	70
Figura 38. Peso de la muestra húmeda y peso de la muestra seca luego de retirar del horno.....	71
Figura 39. Determinación del contenido de humedad.....	71
Figura 40. Cuarteo del material tomando una muestra de 3000 g.....	72
Figura 41. Respectivos tamices y 184 g de muestra retenida en la malla 1”.....	72
Figura 42. 1704 y 1088 g de muestra retenida en cada malla de $\frac{3}{4}$ y $\frac{1}{2}$ ”.....	73
Figura 43. 18 y 6 g de muestra retenida en cada malla de $\frac{3}{8}$ ” y fondo.....	73
Figura 44. Análisis granulométrico del agregado grueso.....	73
Figura 45. Curva granulométrica del agregado grueso.....	74
Figura 46. Cuarteo del material y tomando muestra de 4000 g de agregado grueso.....	74
Figura 47. Muestra sumergida durante 24 h y tomando 1500 g de agregado grueso.....	75
Figura 48. Muestra + cesta sumergida y obteniendo el peso sumergida en agua.....	75
Figura 49. Peso seco del agregado grueso.....	76

Figura 50. Determinación del Pe, PeSSS y %A del agregado grueso.....	76
Figura 51. Cuarteo del material y peso del cilindro.....	76
Figura 52. Vertimiento y enrasado de la muestra suelta.....	77
Figura 53. Peso de la muestra suelta.....	77
Figura 54. Material vertido en el cilindro y el peso de muestra compacta.....	77
Figura 55. Determinación del peso volumétrico suelto y compacta.....	78
Figura 56. Peso de la muestra húmeda y secado en el horno a una temperatura de $110 \pm 5$ °C..	78
Figura 57. Peso de la muestra seca después de haber retirado del horno.....	79
Figura 58. Determinación del contenido de humedad.....	79
Figura 59. Probetas recicladas y proceso de trituración primaria.....	80
Figura 60. Trituración secundaria a través de la trituradora y obtención del agregado reciclado	80
Figura 61. Cuarteo del material reciclado y 3000 g de agregado reciclado.....	80
Figura 62. Juego de tamices y 1668 g de muestra retenida en la malla 1”.....	81
Figura 63. 858 y 458 g de muestras retenidas en las mallas $\frac{3}{4}$ ” y $\frac{1}{2}$ ”.....	81
Figura 64. 10 y 6 g de muestras retenidas en la malla $\frac{3}{8}$ ” y en fondo.....	81
Figura 65. Análisis granulométrico de agregado grueso reciclado.....	82
Figura 66. Curva granulométrica de agregado grueso reciclado.....	82
Figura 67. Cuarteo del material tomando 4000 g de agregado grueso reciclado.....	83
Figura 68. Agregado grueso reciclado sumergido durante un periodo de 24 h.....	83
Figura 69. Tomando 1500 g del agregado grueso reciclado.....	83
Figura 70. Muestra + cesta sumergida obteniendo el peso sumergido en agua.....	84
Figura 71. Peso seco del agregado grueso reciclado.....	84
Figura 72. Determinación del Pe, PeSSS y %A del agregado grueso reciclado.....	85
Figura 73. Cuarteo del material, peso del cilindro a usar.....	85
Figura 74. Enrasado de la muestra, obteniendo el peso de la muestra suelta.....	86
Figura 75. Vertimiento del material al cilindro, obteniendo el peso de la muestra compacta....	86



Figura 76. Determinación del peso volumétrico suelto y compacta.....	86
Figura 77. Peso de la muestra húmeda y secado en el horno a una temperatura de $110 \pm 5$ °C..	87
Figura 78. Enrasado de la muestra, obteniendo el peso de la muestra suelta.....	87
Figura 79. Determinación del contenido de humedad.....	88
Figura 80. Diseño de mezcla de $F'c = 175$ kg/cm <sup>2</sup> sin aire incluido.....	88
Figura 81. Selección del asentamiento (slump 3").....	88
Figura 82. Estimación de agua.....	89
Figura 83. Factor K por control de calidad en obra.....	89
Figura 84. Incremento de resistencia de diseño $F'cr$ .....	90
Figura 85. Interpolación para el cálculo de relación a/c.....	90
Figura 86. Cálculo del contenido de cemento.....	91
Figura 87. Estimación del contenido del agregado grueso.....	91
Figura 88. Cálculo del contenido del agregado grueso.....	91
Figura 89. Cálculo del contenido del agregado fino.....	92
Figura 90. Ecuación para el cálculo del peso húmedo.....	92
Figura 91. Cálculo del peso húmedo de los agregados.....	92
Figura 92. Ecuación para la corrección de agua.....	92
Figura 93. Cálculo de la corrección de agua de mezclado.....	93
Figura 94. Dosificación en peso de los agregados.....	93
Figura 95. Proporción de la dosificación en peso de los agregados.....	93
Figura 96. Dosificación en volumen de los agregados.....	93
Figura 97. Proporción de la dosificación en volumen de los agregados.....	93
Figura 98. Metrados para el cálculo de materiales para la mezcla.....	94
Figura 99. 209 y 561 g del cemento y agregado fino.....	94
Figura 100. 693 g del agregado grueso, agua requerida para la mezcla.....	94
Figura 101. Muestras requeridas para la mezcla.....	95

Figura 102. Mezclado del concreto fluida.....	95
Figura 103. Metrado para la corrección de la mezcla.....	95
Figura 104. Mezcla requerida.....	96
Figura 105. Mezcla vertida en el cono de abrams y obtención del slump de 3”.....	96
Figura 106. Dosificación en peso de los agregados.....	96
Figura 107. Proporción de la dosificación en peso de los agregados.....	97
Figura 108. Dosificación en volumen de los agregados.....	97
Figura 109. Proporción de la dosificación en volumen de los agregados.....	97
Figura 110. Metrados para 3 testigos de concreto (Patrón).....	97
Figura 111. Peso del cemento y agregado fino para la mezcla.....	98
Figura 112. Peso del agregado grueso y el agua requerida.....	98
Figura 113. Vertimiento de la mezcla al cono de abrams.....	98
Figura 114. Verificación del slump.....	99
Figura 115. Cálculo para el cumplimiento del slump 3”.....	99
Figura 116. Slump deseada de 3”.....	99
Figura 117. Mezcla vertida en los moldes de las probetas.....	100
Figura 118. Metrados para 3 testigos con 20% de A.G. Reciclado.....	100
Figura 119. Pesado del cemento y agregado fino requerida para la mezcla.....	100
Figura 120. Pesado del agregado grueso y reciclado requerida.....	101
Figura 121. Agua requerida para el mezclado.....	101
Figura 122. Verificación del slump requerida.....	101
Figura 123. Cálculo para el cumplimiento de slump de 3”.....	102
Figura 124. Retiro del cono de abrams para verificar el slump.....	102
Figura 125. Slump deseada de 3”.....	102
Figura 126. Metrados para 3 testigos con 50% de A.G. Reciclado.....	102
Figura 127. Pesado del cemento y agregado fino requeridas.....	103

Figura 128. Pesados de agregado grueso y reciclado para el uso.....	103
Figura 129. Agua requerida y la verificación del slump deseada.....	103
Figura 130. Cálculo para el cumplimiento del slump 3”.....	104
Figura 131. Cumplimiento del slump deseada de 3”.....	104
Figura 132. Metrados para 3 testigos con 100% de A.G. Reciclado.....	104
Figura 133. Pesado de cemento y agregado fino.....	105
Figura 134. Pesado del agregado grueso reciclado y el agua requerida.....	105
Figura 135. Verificación del Slump requerida.....	105
Figura 136. Cálculo para el cumplimiento del slump 3”.....	106
Figura 137. Cumplimiento del slump deseada de 3”.....	106
Figura 138. Probetas finalizadas.....	106
Figura 139. Curado de testigos por un periodo de 7, 14 y 28 días.....	107
Figura 140. Testigos a resistencia a compresión de 7 días, concreto patrón.....	107
Figura 141. Resistencia de 135 kg/cm <sup>2</sup> y las fallas mostradas en los testigos.....	108
Figura 142. Testigos de resistencia a compresión de 7 días con un 20% de a.g. reciclado.....	108
Figura 143. Fallas encontradas en los testigos.....	109
Figura 144. Testigos de resistencia a compresión con un 50% de a.g. reciclado.....	109
Figura 145. Fallas de los testigos.....	109
Figura 146. Testigos de resistencia a compresión con 100% de a.g. reciclado con una resistencia registrada de 105.3 kg/cm <sup>2</sup> .....	110
Figura 147. Fallas encontradas en los testigos.....	110
Figura 148. Resultados de la resistencia a compresión de probetas a los 7 días de curado, 1ra parte.....	111
Figura 149. Resultados de la resistencia a compresión de probetas a los 7 días de curado, 2da parte.....	111
Figura 150. Testigos a resistencia a compresión de 14 días, concreto patrón.....	111
Figura 151. Resistencia de 178.1 kg/cm <sup>2</sup> y las fallas mostradas en el testigo.....	112

Figura 152. Testigos de resistencia a compresión de 14 días con un 20% de a.g. reciclado.....	112
Figura 153. Resistencia registrada de 163.7 kg/cm <sup>2</sup> y las fallas mostradas.....	112
Figura 154. Testigos a resistencia a compresión de 14 días, con un 50% de a.g. reciclado.....	113
Figura 155. Resistencia registrada de 162.8 kg/cm <sup>2</sup> y las fallas mostradas.....	113
Figura 156. Testigos a resistencia a compresión de 14 días, con 100% de a.g. reciclado.....	114
Figura 157. Resistencia registrada de 140.4 kg/cm <sup>2</sup> y las fallas mostradas.....	114
Figura 158. Resultados de la resistencia a compresión de probetas a los 14 días de curado, 1ra parte.....	115
Figura 159. Resultados de la resistencia a compresión de probetas a los 14 días de curado, 2da parte.....	115
Figura 160. Testigos a resistencia a compresión de 28 días, concreto patrón.....	115
Figura 161. Resistencia de 210.1 kg/cm <sup>2</sup> y las fallas mostradas en el testigo.....	116
Figura 162. Testigos de resistencia a compresión de 28 días con un 20% de a.g. reciclado y una resistencia de 186 kg/cm <sup>2</sup> .....	116
Figura 163. Pequeñas fallas mostradas.....	116
Figura 164. Testigos de resistencia a compresión de 28 días con un 50% de a.g. reciclado y una resistencia de 177.1 kg/cm <sup>2</sup> .....	117
Figura 165. Pequeñas fallas mostradas.....	117
Figura 166. Testigos de resistencia a compresión de 28 días el 100% de a.g. reciclado y una resistencia de 152.9 kg/cm <sup>2</sup> .....	118
Figura 167. Pequeñas fallas mostradas.....	118
Figura 168. Resultados de la resistencia a compresión de probetas a los 28 días de curado, 1ra parte.....	119
Figura 169. Resultados de la resistencia a compresión de probetas a los 28 días de curado, 2da parte.....	119
Figura 170. Resultados de los cálculos de la cantidad de materiales.....	119
Figura 171. Cantidad de materiales en bolsas y m <sup>3</sup> .....	120
Figura 172. Resultados de los cálculos de la cantidad de materiales.....	120

Figura 173. Cantidad de materiales en bolsas y m <sup>3</sup> .....	120
Figura 174. Cantidad general de materiales en bolsas y m <sup>3</sup> .....	121
Figura 175. Materiales cemento sol y arena gruesa.....	121
Figura 176. Materiales piedra chancada y agregado grueso reciclado.....	122
Figura 177. Limpieza del terreno natural.....	122
Figura 178. Trazo en el terreno y encofrado de la vereda.....	122
Figura 179. Compactando el terreno y nivelando con la manguera de agua.....	123
Figura 180. Terreno saturado y cama con piedra chancada.....	123
Figura 181. Mezclado de concreto.....	123
Figura 182. Vertimiento del concreto y nivelando superficialmente.....	124
Figura 183. Acabado de la vereda.....	124
Figura 184. Acabado de las bruñas.....	124
Figura 185. Agregando arena, agregado grueso reciclado y cemento.....	125
Figura 186. Mezcla de los agregados.....	125
Figura 187. Mezcla de concreto.....	125
Figura 188. Vertimiento del concreto a la vereda.....	126
Figura 189. Nivelación de la vereda.....	126
Figura 190. Realización de la bruñas.....	126
Figura 191. Acabado de la vereda.....	127
Figura 192. Nivelación y acabado del tramo pequeño.....	127
Figura 193. Finalización del acabado de la vereda.....	127
Figura 194. Imagen final.....	128
Figura 195. Peso específico de los agregados.....	128
Figura 196. Porcentaje de absorción de los agregados.....	129
Figura 197. Porcentaje de absorción de los agregados.....	129
Figura 198. Porcentaje de absorción de los agregados.....	130

Figura 199. Porcentaje de absorción de los agregados.....	130
Figura 200. Resistencia a la compresión de testigos 1ra parte.....	131
Figura 201. Resistencia a la compresión de testigos 2da parte.....	131

## **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Realidad problemática**

En la actualidad, pocos países realizan la práctica de reciclar residuos de construcción y demolición, sin embargo, esto poco a poco va en crecimiento. Este tema es de mucha importancia hoy en día, debido a que los residuos desechados en obras civiles pueden ser usados para nuevas obras. El concreto como reciclaje, ya ha comenzado a realizarse, y esto con el fin de utilizar de manera abrupta los agregados naturales.

En el territorio peruano el concreto como escombros es visto en distintos lugares; esto es causado debido a que hay obras civiles informales, que dejan sus residuos producidos de demoliciones, o también debido a desastres naturales. Sabemos que hoy en día la construcción en el territorio peruano va ascendiendo años tras años, conllevando así al agotamiento de agregados naturales, y generando cambios en el ecosistema.

En los países de mayor desarrollo, anualmente las demoliciones de elementos estructurales son producidas en mayor cantidad de residuos y escombros, debido a esto la actividad de construcción ha tenido un factor problemático tanto social y ambiental en las ciudades, debido a que las personas poseen la necesidad de tener una vivienda digna. No obstante, el reciclaje de los residuos y escombros producidos por la industria de la construcción tiende a ser importante en la actualidad.

En este país el uso de reciclaje de los residuos y escombros de la construcción no se ven mucho, debido a esta realidad las investigaciones realizadas sobre este tema continúan desarrollándose con la experiencia adquirida en el lapso de ejecución de obras y proyectos, para así dar a conocer ampliamente la reutilización de estos materiales para un nuevo uso, formando empresas que realicen esta operación del reciclaje.

## **1.2 Trabajos previos**

### **Antecedentes internacionales**

En Bogotá, Agreda, G. y Moncada, G. (2015) en su trabajo titulada “Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados”, teniendo el objetivo de utilizar los escombros obtenidos (agregado grueso) en nuevos elementos de concreto, en este caso para el uso de sardineles, cunetas u otros más, siempre y cuando cumpla con la norma colombiana.

Los autores obtuvieron resultados del comportamiento de las tres muestras que realizaron, la primera mezcla que hicieron fue con 70% de agregado grueso reciclado, demostrando una mejor mezcla obteniendo el mejor rendimiento en la prueba de



compresión con 3.5 MPa como lo exige la norma para elementos prefabricados, la segunda que fue con 50% del agregado grueso reciclado presento un desempeño inferior, pese a que obtuvieron 3.41 MPa al realizar la compresión, y la tercera muestra que fue hecha con un 25% del agregado grueso reciclado, demostró menor comportamiento al ser sometido a la resistencia a compresión del concreto, sin embargo su comportamiento siempre fue constante superando los estándares mínimos requeridos.

Los autores al realizar tres tipos de diseño de mezcla llegaron a una conclusión, donde sustituyeron el agregado convencional en proporciones iguales al 25, 50 y 70 por ciento del agregado grueso reciclado. En su evaluación de sus propiedades mecánicas y físicas, lograron demostrar a partir de los ensayos realizados dando favorables de las resistencias a la compresión de los tres tipos de mezcla. Registrando unos valores iguales y/o mayores a 28 Mpa requeridos para su diseño, sin embargo, la mezcla con el mayor porcentaje del agregado reciclado se mantiene constantemente superior con un valor de 8 por ciento de diferencia a los 7,14 y 21 días de edad.

En Bogotá, Bojacá, N. (2013) en tesis de maestría titulada “Propiedades mecánicas y de durabilidad de concretos con agregado reciclado” En vista con un objeto de estudio del efecto causada en la resistencia y durabilidad del concreto elaborado con diferentes porcentajes del agregado reciclado a través de probetas ensayadas.

De acuerdo los resultados que el autor obtuvo en sus ensayos realizados que el material reciclada a través de la trituración del concreto en comparación al agregado natural presentaron mayor porcentaje de absorción y menos densidad. Concluyendo que al reemplazar con un porcentaje de 40 del material reciclada por la piedra chancada no tiende a producir ningún desgaste en su propiedad mecánica del concreto arrojando una resistencia de rotura similar a la muestra. También concluyó que al reemplazar el 20 % tuvo una resistencia similar a la muestra. Además, recomendó que la elaboración de las losas fabricadas con el concreto reciclado se use en tipos de elementos estructurales.

En México, Morales, J. Suaste, D. y Ávila, A. (2017) en su tesis titulada “Diseño de una mezcla con materiales reciclados para producción de adoquines” teniendo como objetivo de determinar una mezcla ideal con material reciclado para la producción de adoquines ensayándolos a compresión en concordancia con la norma.

Los autores mostraron sus resultados de los ensayos que realizaron usando los residuos de construcción y residuos de llanta como materia prima, determinado 8 mezclas de concreto variando desde 0 %, 2 %, 5 % y 10 % de llanta, para las 4 mezclas utilizaron únicamente los desechos de construcción y los restantes de los desechos de varios

materiales, lo cual para cada mezcla que propusieron, realizaron probetas cilíndricas para luego someterlos a los ensayos de compresión. Obteniendo así una resistencia máxima con desechos de construcción sin llanta de 8.86 MPa, con una mezcla de porcentajes en peso de 0 % llanta, 26.35 % agregado fino, 42.4 % agregado grueso, 18.66 % cemento y un 12.59 % agua. Y la otra resistencia máxima que obtuvieron usando los desechos de construcción con llanta de 6.38 MPa, con una mezcla de 2 % llanta, 24.35 % agregado fino, 42.4 % agregado grueso, 18.66 % cemento y un 12.59 % agua.

Concluyeron de manera que, para mejorar las propiedades del material, propusieron estandarizar el proceso de la fabricación de probetas para una mejor obtención de resultados confiables agregando algún aditivo a la mezcla, ya que en su investigación los autores vieron que por sus características de la llanta y del cemento al unirlos son muy débiles por lo cual propusieron estudiar el comportamiento de la mezcla con aditivos para integrar de mejor forma y hacer más resistentes a las fuerzas de cohesión existentes.

En México, Montiel, J. (2017) tesis de maestría titulada “Uso de agregados reciclados para la fabricación de adoquines que se puedan utilizar en la pavimentación de calles, avenidas y pasos peatonales” con el objetivo a realizar un estudio teórico a la vez experimental donde se observe factible o no al ser usado el material reciclada.

Los resultados que obtuvo en su investigación a partir de los escombros de la obra y demolición que le resultaron viables para su elaboración de los adoquines, concluyendo así, que al utilizar cierto material reciclada lograron alcanzar la resistencia de 400 Kg/cm<sup>2</sup> en el cual, les dio una menor resistencia a lo que la norma mexicana les pide, que es una resistencia mínima de 405 Kg/cm<sup>2</sup>.

En Valencia, Skevik, M. (2013) tesis titulada “Used concrete recycled as aggregate for new concrete” con una visión enfocada del concreto con agregado reciclado y la importancia de utilizarlo. De manera que el autor da a conocer una nueva forma para dosificar la mezcla de concreto denominado método de volumen de concreto equivalente que se crea en una hoja de Excel, esta hoja de trabajo es más como un ejemplo de programa para una dosificación concreta. Además, dando a conocer de cómo disminuye la resistencia de una viga sometida a la compresión, esta reducción es calculada a través de una ecuación propuesta que toma la cantidad del agregado reciclado de concreto.

Concluyendo su investigación de manera que el concreto con los agregados reciclados se ve afectado negativamente, sin embargo, si la mezcla de hormigón, la dosificación, el fraguado y el curado son controladas por un experto, el concreto de

agregados reciclados se puede crear con propiedades similares a la de un concreto con agregados naturales.

En Finlandia Sorato, R. (2016) en su tesis de bachiller titulada “Recycled aggregate concrete” teniendo como objetivo de investigar si los materiales reciclados pueden incorporarse a la producción de concreto, el autor muestra lo que encontró en su investigación de algunos agregados reciclados que se pueden usar como un componente al momento de elaborar el concreto sin debilitar su resistencia a compresión del concreto producido. Una de las pruebas que se presentó el autor ha reemplazado parcial y/o totalmente el agregado convencional por el agregado reciclado.

Concluyendo así de su investigación que los comportamientos del concreto reciclado dependen en gran medida de la calidad del material de desecho que es utilizado para hacer el concreto sostenible, que cuanto más homogénea sea el agregado reciclado, más fuerte será su aplicación a la producción de concreto.

En la ciudad de México, López, J. (2018) en su trabajo titulada “Análisis de la propiedades fisicoquímicas y mineralógicas de los materiales empleados en la elaboración de recobloques” teniendo como objetivo elaborar bloques ecológicos usando una mezcla del material excavado, residuos de construcción, residuos de la madera y una mezcla de agua-mucilago, basada en resultados previos.

El autor a través de pruebas físicas, químicas y mineralógicas, caracterizo los residuos de construcción, siendo realizada en base a estudios y ensayos como usos para concreto y mortero; en la etapa de los ensayos para poder obtener resultados con respecto a la cantidad de sulfatos, azufres y cloruros se concluyó que es inferior a la norma española UNE-17441.

El autor finalizó la investigación indicando que los recobloques es una buena alternativa, ya que está compuesta por material reciclado y además es una opción amigable con el ambiente.

En Colombia, Guacaneme, F. (2015) en su trabajo titulada “Ventajas y usos del concreto reciclado” teniendo como objetivo demostrar a través de datos y gráficos de la cantidad de escombros de construcción y demolición que son aprovechados y hacer un análisis comparativo con distintos países del entorno.

El autor a través de tablas y gráficos manifiesta la cantidad de metros cúbicos utilizado en Colombia, por diferentes años, así también por sectores públicos. Proporciona también un cuadro en donde se visualiza la manera que se debe clasificar los residuos de construcción.

El autor llegó a la conclusión mencionando de que la cantidad de escombros de construcción y demolición son muy bajos en comparación con países del entorno como por ejemplo con estados unidos, china, Japón, Australia, esto debido a la manera de cómo se maneja este tema.

En Santiago – Chile, Chauveinc, J. (2013) en su trabajo titulada “Estudio experimental de propiedades mecánicas de hormigones con árido reciclado mediante la modificación del método de mezclado del hormigón” teniendo como objetivo analizar y visualizar la modificación que se da en la fabricación del hormigón al agregarle árido reciclado.

El autor a través de ensayos y cálculos demostró las propiedades mecánicas y físicas del hormigón hecho con árido reciclada, así también llegó a determinar los límites de uso con este tipo de árido.

El autor a través de los ensayos obtuvo valores de resistencia a la compresión durante 28 días en promedio 55 MPa para los hormigones con 30% y una razón A/C de 0,52 y 52 MPa para los hormigones con 50% de árido reciclado y la misma razón A/C, con respecto a unos valores de promedio 57 MPa para los hormigones patrones; debido a estos resultados se puede determinar que son aceptables para un uso estructural de este tipo de hormigón.

En Bogotá – Colombia, Arriaga, L. (2013) en su trabajo titulada “Utilización de agregado grueso de concreto reciclado en elementos estructurales de concreto reforzado” teniendo como objetivo principal obtener resultados de la manera de cómo se comporta un elemento estructural con un concreto reforzado aplicándole a la mezcla el agregado grueso reciclado.

A través de los ensayos realizados desea determinar la resistencia que puede tener el elemento a flexión y cortante, y el desempeño que tendrá al aplicarle una fuerza.

El autor luego de utilizar el agregado grueso reciclado en elementos estructurales, se han obtenido comportamientos satisfactorios; las diferencias que se obtuvo entre un concreto usual con un concreto elaborado a base del agregado reciclado no tiende a ser muy característico de tal manera que utilizar este tipo de concreto si es dable.

### **Antecedentes nacionales**

En Perú - Chimbote, Jordan, J. y Viera, N. (2014) con su tesis titulado “Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra”, trazándose el objetivo demostrar cambios del concreto convencional a uno con contenido

reciclado, elaborando ensayos y dando a conocer los resultados a través de porcentajes y tablas.

Los autores mostraron sus resultados de ensayos que elaboraron utilizando principalmente los agregados de concreto reciclado para hacer su cálculo en función con la norma ACI. Procediéndose a elaborarse los testigos de concreto, luego para ser sometidos durante los 7, 14 y 28 días de curado en el agua, después los sometieron las probetas ensayadas con la máquina de compresión.

Terminando con una conclusión de su elaboración de los ensayos que mostraron el uso del agregado obtenido de escombros en la realización de la mezcla, genera un incremento de la cantidad de agua, debido a que tal agregado genera una mayor absorción, debido a su composición.

En Perú - Cajamarca, Asencio, A. (2014) en su tesis titulado “Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ”, teniendo como objetivo realizar el estudio del material reciclada a base de un concreto de  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , con previo de un análisis de las características necesarias de los agregados.

El autor obtuvo un resultado experimental del ensayo de rotura del cilindro de  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  que fueron elaborados con materiales recicladas, dando un menor porcentaje de 15.49 al concreto diseñado  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  elaborados con los materiales convencionales.

Concluyendo así de los resultados obtenidos el autor mencionó que el concreto producido a base del material reciclado con  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  es liviano en  $147 \text{ Kg/cm}^2$  que el concreto elaborado con los agregados convencionales. Lo cual también su deformación es de 18.7% que del concreto normal.

En Perú – Tacna, Carizaile, E. y Anquise, S. (2015) en su tesis titulada “Viabilidad del uso de concreto reciclado para la construcción de viviendas en la ciudad de Tacna”, teniendo como objetivo de estudiar las características del concreto fabricado a base del material reciclada y dar a conocer si su uso es viable para la construcción de viviendas en la ciudad de Tacna.

Los autores tuvieron sus resultados en la fabricación de concreto reciclado que realizaron 16 diseños de mezclas representativas, considerando porcentajes de sustitución de 0%, 20%, 50% y 100% para resistencia de 210 a 280  $\text{kg/cm}^2$  con la inclusión de aditivos, además determinaron las propiedades de un concreto reciclado son semejantes a las de un concreto usual, sin embargo su costo de producción es más elevado a

comparación de un concreto convencional debido a que el costo de este agregado reciclado es 20 soles más a comparación de un agregado convencional.

Los autores llegaron a concluir que los agregados reciclados procedentes de RCD's tiene propiedades semejantes en comparación con los agregados convencionales, la principal diferencia radica en el bajo peso específico que tiene, por lo tanto, absorbe más agua que los agregados convencionales, además las variaciones que presentaron de las características de distintos materiales recicladas de concreto son a base del material demolido, su estado de preservación y por ende de la forma de reciclaje.

En Perú – Lima, Ramos, J. (2018) en tesis “Dosificación del concreto reciclado para el uso en unidades de pavimentos de bajo tránsito, distrito de lince, lima 2018”, proponiéndose un objetivo de definir la determinación del concreto reciclado que permita utilizarse en unidad de pavimentación de poca circulación de transporte.

Llego a obtener resultados factibles al realizar sus ensayos utilizando agregados reciclados procedentes de la trituración de probetas y de la construcción, con un 10 %, 30 % y 50 % de agregados a los 7, 14 y 28 días de curado, propuestos a cumplir la resistencia a compresión de 320 kg/cm<sup>2</sup>.

Llego concluir en su investigación de manera que la utilización de un porcentaje de 10 del material reciclada, con proporciones mezcladas de los materiales con 1 cemento, 1.46 a. f, 1.57 a. g, 0.16 a. f. reciclada, 0.18 a. g. reciclada y 9.42 agua, lo cual se dio factible el uso de este concreto cumpliendo con la NTP. Y al determinar con 10 % y 30 % de agregados reciclados no son factibles ya que no cumple con la NTP. Además, el autor llego a concluir de las resistencias a compresión que obtuvo al realizarla, que a medida de incorporarla los agregados reciclados del 10 % obtuvo la resistencia de 321.2 kg/cm<sup>2</sup>, del 30 % obtuvo la resistencia de 302.1 kg/cm<sup>2</sup> y por ultimo del 50 % obtuvo la resistencia de 279.5 kg/cm<sup>2</sup>.

En Perú – Lima, Sumari, J. (2016) tesis titulada “Estudio del concreto de mediana a alta resistencia elaborado con residuos de concreto y cemento portland tipo I” con un objetivo de realizar el estudio de las características tanto físicas como mecánicas del material reciclada (a. fino y a. grueso) a través de la trituración, concreto fresco y endurecido.

Llegando el autor a unos resultados de materiales reciclados ensayados a diferencia de los agregados usuales con un incremento de porcentaje de absorción de los

agregados finos y gruesos, también en la disminución del peso específico. Además, la resistencia a compresión a los 28 días, la disminución de peso unitario del concreto fresco.

Llego a concluir que el agregado fino y grueso reciclada tiene un incremento de porcentaje de absorción en 639 % y 867 %, la disminución del peso unitario suelto en 15.2 % y 11.3 %, disminución del peso unitario compactado en un 14.8 % y 10.5 % respectivamente. Además, concluye que el concreto ensayada de aspecto fresco disminuye su peso unitario en porcentaje de 5, aumentando la facilidad de mezcla en 15 % y el contenido de aire en 23 %. La resistencia resultante de lo ensayado a diferencia del concreto usual disminuye en porcentaje de 15 en relación de agua/cemento.

En Perú – Lima, Velásquez, L. (2015) con su tesis titulado “Propiedades físico mecánicas del concreto reciclado para lima metropolitana” con un objetivo estudiar la escala en el que actúa en las características mecánicas del material grueso reciclada utilizada en la determinación de la mezcla.

Los resultados experimentales realizados por el autor, indicó del aguante que tuvo el concreto a compresión y a tracción, de no ser dañado claramente al reemplazarlos con un porcentaje de 20 % a. usual a la mezcla, además, indicó que, a un mayor porcentaje de reemplazo del agregado reciclado, dado que la resistencia sometida tiende a bajar.

Llegando a concluir de acuerdo a las soluciones obtenidos del aguante del concreto reciclado con el cemento del uso general durante 3, 7, 14 y 28 días de edad, al ser reemplazados a mayores de 40% de agregado grueso reciclado tiende a alterarse desfavorablemente su resistencia.

En Perú – Piura, Samaniego, K. (2018) en su tesis “Uso del concreto simple como agregado grueso para el diseño de los elementos de concreto simple de un parque recreativo en la urbanización San José del distrito veintiséis de octubre-Piura-Piura, 2018” con los objetos de determinación de las propiedades físicas trituradas de unos concretos simples ensayadas de una forma fresca y endurecido del elemento.

En sus resultados mostradas del concreto simple luego de haber realizado los diferentes ensayos en el laboratorio concluye que el material granular grueso evidencia en la absorción de 7.11 %, implicada por tener una alta porosidad en la partícula. Otras de las características que obtuvieron fue del volumen específico de 2.422 gr/cm<sup>3</sup>, volumen unitario suelto y compactada 1224.17 y 1439.59 Kg/m<sup>3</sup> correspondientemente. Además del material fino que utilizaron presentó un módulo de fineza de 2.90 %, con un

volumen específica de 2.631 gr/cm<sup>3</sup>, un volumen unitario suelto y compactada 1646.83 y 1720.13 Kg/m<sup>3</sup> correspondientemente. La investigación que realizaron de un  $F'c=175$  Kg/cm<sup>2</sup>, lograron alcanzar su ensayo de rotura de probeta  $F'c$  iguales a 179.87 Kg/cm<sup>2</sup> a una edad de 28 días.

En Perú – Lima, Esteban, K. (2018) con su tesis titulado “Reaprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, como agregado reciclado para la elaboración de adoquines, 2018” siendo el principal objetivo obtener el porcentaje ideal del agregado reciclado de aquellos escombros encontrados en la construcción y demolición para emplearlos en la elaboración de los adoquines.

El autor demostró que aquellos escombros encontrados en la construcción y demolición pueden ser reaprovechados en la elaboración de adoquines con agregado reciclado, de tal manera que se cuida el medio ambiente; para que pueda cumplirse con este objetivo los agregados fueron ensayados tal como indica la Norma Técnica Peruana.

El autor concluyó que, a través de los ensayos, el porcentaje más adecuado para la elaboración de adoquines es el 50% del agregado reciclado obtenido, ya que con esta cantidad de ensayos se demostró resistencia a compresión de 41 MPa y 6.42 % de absorción, siendo similar estas magnitudes a los adoquines convencionales.

En Perú - Cajamarca, Rodríguez, G. (2018) con su tesis titulado “Resistencia a la compresión del concreto  $F'c= 175$  Kg/cm<sup>2</sup> con tres porcentajes de reemplazo de agregados con concreto reciclado” teniendo como objetivo obtener a través de ensayos basadas a la norma técnica peruana, características tanto físicas como mecánicas del concreto reciclado triturado, a la vez el agregado de cantera roca fuerte.

El autor a través de trabajos ensayados dentro del laboratorio, obtuvo unos resultados para el caso del material fino un valor de 2.97 módulo de finura, 2.82 gr/cm<sup>3</sup> del volumen específico, 3.68 porcentaje de absorción, 8.84 porcentaje de contenido de humedad, 1636.31 y 1753.49 Kg/m<sup>3</sup> del volumen unitario suelto y compactada respectivamente, para el caso de material gruesa obtuvo valores 7.88 módulo de finura, 2.66 gr/cm<sup>3</sup> del volumen específico, 1.29 porcentaje de absorción, 0.44 porcentaje de contenido de humedad, 1443.78 y 1512.99 Kg/m<sup>3</sup> volumen unitario suelto y compactado respectivamente.



El autor concluyo que, a través de ensayos sometidos a la compresión del elemento con agregado reciclada obtuvo un valor de 245 kg/cm<sup>2</sup>., ensayándose con 3 porcentajes de reemplazo de agregado (50%, 75% y 100%) para 28 días de curado.

En Perú - Lima, Conocc, J. (2018) con su tesis titulado “Viabilidad del uso de agregado reciclado para la elaboración de concreto de  $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$  proveniente de la trituración de probetas del laboratorio de ensayos de materiales de una obra en el distrito de la Molina” teniendo como objetivo detallar las características físicas que posee el agregado reciclado provenientes de probetas trituradas de concreto, comparándolas con material convencional, de igual manera determinando la diferencia que poseen entre ambos concretos.

El autor a través de los ensayos dio a conocer que el elemento ensayado alcanzo la resistencia deseada, sin embargo, el concreto con material reciclado arrojo una menor resistencia que el concreto patrón, siendo diseñados para ambos con una misma resistencia, de la cual demuestra que se dio esa diferencia debido a la baja calidad del agregado reciclado.

Concluyendo que el concreto con material reciclado y el concreto patrón tiene una diferencia del 7% en sus resistencias.

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

#### **El concreto**

El concreto como material es muy usado en la construcción debido a la gran diversidad de uso que se dan, que van desde la estructura de una vivienda hasta las obras de saneamiento; en si es poco probable no encontrar una obra de construcción sin el empleo de este material (Uribe, 2015, p. 237).

Según el ASTM (C 125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates) el concreto viene ser un material compuesto de agregados y conglomerados; en esta se encuentra los materiales de la mezcla de concreto, y en circunstancias debido a ciertos factores se utilizan aditivo; el cemento al agregarle agua químicamente reacciona y se endurece. El agregado más utilizado y conocido es el cemento Portland; esta llega a producirse debido a la pulverización del clinker; esta es formada por concentraciones de sulfato de calcio y silicato de calcio (Burgueño, 2014, p. 56).

### **Propiedades del concreto fresco**

El concreto fresco para que pueda ser transportado, vaciado, compactado y terminado, debe obtener ciertas propiedades; debe haber una combinación de los materiales adecuadamente, para que así tenga uniformidad y mejor acomodación de las partículas (Ferreira, 2013, p. 48).

**Manejabilidad:** También conocido como trabajabilidad, viene ser la propiedad del material para así ser colocado de manera apropiada sin que se dé la segregación de los materiales en un determinado encofrado.

**Consistencia:** Es el grado de plasticidad producido por la humedad (seca o blanda) de la mezcla para fluir.

**Plasticidad:** Viene ser la parte consistente del material, la cual, debido a los agregados, cemento y la determinada cantidad de agua, permite ser moldeado y a la vez trabajable, permitiendo así cambiar de forma en un determinado encofrado.

### **Propiedades del concreto endurecido**

Luego de realizarse la mezcla y ya vertida en el cilindro, el concreto debe hidratarse por un determinado tiempo, obteniendo así, el concreto endurecido; de esta manera el concreto obtiene una resistencia; la cual es figurada a través de un ensayo (Serrano, 2014, p. 64).

La evaluación que se da en esta propiedad es obtener la resistencia a compresión, flexión, módulo de elasticidad u otros más; obteniendo estos resultados a través de la prueba a compresión (Serrano, 2014, p. 66).

Para poder obtener la resistencia de un concreto ya endurecido, se puede realizar una serie de técnicas, las cuales pueden ser clasificadas como invasivas y no invasivas; algunas de estas pruebas no invasivas para la obtención de la resistencia del concreto son: martillo de rebote, muestras extraíbles de concreto, prueba dinámica (Torres, 2016, p. 75).

**Durabilidad:** El elemento deberá ser resistente a las acciones producidas por elementos químicos, diferentes daños patológicos exteriormente sometidos en el ambiente.

**Impermeabilidad:** Esta propiedad es de gran importancia debido a que pueda darse mejoras en reducir la porción de agua presentada en la mezcla.

Resistencia: Es una capacidad física que tiene el concreto al esfuerzo sometido en un mayor tiempo, generalmente esta capacidad se obtiene a que un testigo en compresión llegue a la resistencia final, esta se da a los 28 días de curado.

### **Materiales para la elaboración del concreto**

Para poder realizar la mezcla y obtener el concreto se necesita de una serie de componentes, las cuales son la pasta y los agregados; el primer componente se encuentra conglomerado con cemento portland, agua y aire; mientras que el segundo componente está compuesto por materiales como la arena, grava y piedra chancada. El concreto para que tenga una buena calidad, está vinculada con la pasta de cemento y esta última con cantidad de agua y el tiempo de curado (Rivva, 2014, p. 83).

### **Cemento**

Según el ASTM (C219 Terminology Related to Hydraulic Cement)

Bien ser un material que, debido al contacto con el flujo, llega a endurecerse por cambios químicos. El cemento portland es obtenida debido a la trituración y pulverización del clinker; este elemento está conformada por silicato de calcio y pequeñas partes de sulfato de calcio. Debido a su composición y reacción, es utilizada en obras civiles (Pasquel, 2017, p. 83).

### **Fases de fabricación del cemento:**

Explotación: Debido a su dureza alta, para obtener las piedras calizas se utilizan una serie de explosivos y maquinarias para una siguiente trituración; también se extraen calizas blandas sin embargo debido a su consistencia no se necesita de explosivos (Ferreira, 2015, p. 72).

Preparación y dosificación: Se dan de dos maneras, por vía húmeda o seca; en la primera la arcilla es llevada a unos mezcladores formándose así una lechada, siendo seguidamente introducida a un molino; luego se da el mezclado de caliza triturada y arcilla formándose a si una pasta (Ferreira, 2015, p. 72).

Homogenización: El material obtenido es trasladado por bombeado a balas, esto realiza por vía húmeda, con el fin de conocer las propiedades químicas. Sin embargo, por vía seca el material molido es homogenizado con aire, y seguidamente pasa a un tanque de almacenamiento (Ferreira, 2015, p. 73).

Clinkerización: En esta etapa se llega a formar el clinker a través de un proceso, la cual es dada debido a la pulverización de arcillas y calizas siendo introducida a un horno y sometida a temperaturas altas (Ferreira, 2015, p. 73).

Enfriamiento: En esta etapa el enfriamiento es de mucha importancia ya que se da con el fin de que no se genere la formación de periclasa; esta viene ser el óxido de magnesio que sin embargo al ser hidratada pueda causar un cambio en el volumen de las estructuras (Ferreira, 2015, p. 74).

Adiciones – Molienda: En esta etapa el clinker al ser pulverizada se le agrega yeso, esto debido con el fin de controlar el fraguado y la velocidad de endurecimiento (Ferreira, 2015, p. 74).

Empaque y distribución: En esta etapa se da el control de calidad, se almacena en silos, para luego seguidamente hacer el despacho (Ferreira, 2015, p. 74).

### Tipos de cemento:

Debido a sus características y composición, existen 5 tipos de cemento, la cual se da a conocer a través de estas tablas (Rivva, 2014, p. 36).

Tabla 1  
Tipos de cementos y composición.

Tipo de cemento	Componente (%)							Características generales
	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF	CaSO <sub>4</sub>	CaO	MgO	
I Normal o regular	49	25	12	8	2.9	0.8	2.4	Todo uso
II Modificado	46	29	6	12	2.8	0.6	3.0	Liberación de menos cantidad de calor. Moderada resistencia a sulfatos.
III Alta resistencia o temprana edad	56	15	12	8	3.9	1.4	2.6	Consigue la resistencia en pocos días
IV Bajo calor de hidratación	30	46	5	13	2.9	0.3	2.7	Presas de concreto. Se consigue por encargo especial
V Resistencia a sulfatos	43	36	4	12	2.7	0.4	1.6	Alcantarillados y estructuras expuestas a altos contenidos de sulfatos.

Adaptado. Fuente: Muños, (2001).

### Agregados

Los agregados tienden a ser importantes en el momento de realizar nuestra mezcla de concreto, si en caso solo se utilizara agua y cemento, se daría un material muy costoso lo cual no es factible, se daría contracción excesiva y la resistencia a la abrasión sería muy baja. Los agregados llegan a cubrir un 60% y 80% el volumen del concreto de tal manera que permita conformar una masa. Los agregados que son utilizados son finos y gruesos (Alvarado, 2014, p. 36).

### **Agregados Naturales:**

Agregados naturales: Viene ser aquellos agregados que son utilizados al ser modificados sus tamaños, siendo adaptadas a las normas de construcción sus partículas.

Agregados por trituración: Viene ser aquellos agregados obtenidos de la trituración de rocas o también de los agregados naturales.

Hormigón: Es un agregado que puede ser obtenido de ríos, canteras o cerros; estando conformada de agregados finos y gruesos; con referente a su granulometría el material debe este filtrado por la malla 100 mínimo y como máximo la malla 2.

Agregado fino: Es un material que está compuesto de granos duros, fuertes y resistentes, además debe encontrarse limpio, fuera de impurezas, sin materiales orgánicos.

Agregado grueso: Este material es también conocido como piedra chancada, está compuesta por granos duros, así también como el agregado fino, debe estar libre de impurezas y material orgánico.

### **Agregado reciclado**

#### **Agregado de concreto reciclado**

El material reciclado es obtenido, debido a la desintegración de los testigos de concreto desechados en obras civiles. Para poder obtener agregados de tamaño nominal para obras, se realiza primeramente la trituración manualmente a través de una comba, luego pasa por la máquina trituradora de quijadas, así obteniendo un material optimo, debido a que obtenemos parcialmente polvos finos, se realiza el proceso de tamización para así desechar el material restante (polvo fino), ya que esta aumenta la absorción del agregado. (Aguja, 2015, p.78).

#### **Ventajas y desventajas de concreto reciclado**

##### **Ventajas de concreto reciclado**

- Permite conservar el medio ambiente.
- Propiedades similares a un concreto convencional.
- Permite usar mismos sistemas estructurales al de una convencional.
- Disminuye la necesidad de explotar nuevas fuentes de materiales.

##### **Desventajas de concreto reciclado**

- Necesidad de agregados reciclados que cumplan las normas vigentes.
- Se necesitan más plantas de reciclajes como chancadoras primarias y secundarias para la Obtención de agregado reciclado de calidad.
- Control de calidad exigente, en la fabricación del concreto.

## **Agua**

Este flujo es un agregado importante en la mezcla del concreto, a través de esta, vamos a obtener la trabajabilidad y la resistencia, sin embargo, para que pueda ver resultados el agua debe estar limpia de impurezas y sustancias contaminantes. El agua es de mucha importancia en la etapa del curado, ya que durante este tiempo el agua se evapora (Rivva, 2014, p. 39).

## **Tipos de Agua**

El agua al ser vertida al cemento, llegan a darse una serie de cambios en su composición, formándose así un sólido con los agregados. En una obra civil, normalmente se menciona de dos tipos las cuales son el agua de mezclado y curado (Rivva, 2014, p. 40).

Agua de mezclado: Viene ser la proporción necesaria del flujo que se requiere para agregarle al cemento y sus agregados, permitiendo lubricación a los agregados y obteniendo una pasta trabajable.

Agua de curado: Viene ser la proporción necesaria del flujo que es vertida a los elementos estructurales, con el fin de hidratar y obtener la resistencia necesaria, durante un determinado tiempo; así también esta depende de la humedad del ambiente y el vínculo de a/c.

## **Ensayos de los agregados**

### **Análisis granulométrico de los agregados**

Este ensayo de granulometría es realizado con el fin de determinar si los materiales son adecuados para el diseño de mezcla (NTP, 2013, p. 45).

Se obtiene el material pétreo, esta es colocada en una bandeja con el objetivo de seleccionar la muestra a estudiar; seguidamente este material es llevado al horno durante un tiempo determinado (24 horas) y a una temperatura de 110oC; luego de haber transcurrido el tiempo necesario, el material es lavado y se pasa por el tamiz No 200 con el fin de no perder material, nuevamente es llevado al horno por 24 horas (NTP, 2013, p. 45)

Ya luego de haber pasado las 24 horas, el material es pesado con ayuda de una balanza y luego se hace el respectivo tamizado según lo indicado en la norma peruana; el colocado de tamices es realizado de mayor a menor abertura; al efectuarse el respectivo tamizado, se va a obtener cantidades retenidas en cada tamiz, lo cual debe ser pesado. Al terminar el tamizado se deben efectuar los respectivos cálculos (NTP, 2013, p. 45).

<b>ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO-NTP 400.012</b>					
MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	8.40	0.62	0.62	99.38
Nº 8	2.360	188.90	13.90	14.52	85.48
Nº 16	1.180	323.30	23.79	38.31	61.69
Nº 30	0.580	275.90	20.30	58.61	41.39
Nº 50	0.300	191.10	14.06	72.67	27.33
Nº 100	0.150	163.20	12.01	84.68	15.32
FONDO		208.20	15.32	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>1359.00</b>			

Figura 1. Análisis granulométrico del agregado fino – NTP 400.012. Fuente: UNALAM, 2016.

<b>ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO - NTP 400.012</b>					
MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	832.00	6.96	6.96	93.04
¾"	19.05	8724.00	73.02	79.98	20.02
½"	12.70	2292.00	19.18	99.16	0.84
3/8"	9.53	100.00	0.84	100.00	0.00
Nº 4	4.75	0.02	0.00	100.00	0.00
FONDO		0.02	0.00	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>11948.04</b>			

Figura 2. Análisis granulométrico del agregado grueso – NTP 400.012. Fuente: UNALAM, 2016.

### **Peso específico y % absorción de los agregados**

#### **Peso específico y % absorción de los agregados gruesos**

En base a la NTP, el procedimiento general con respecto al tema: se toman 2/4 partes del cuarteo realizada del material, seguidamente es lavado y sumergido en el flujo con un tiempo de 24 horas a temperatura ambiente; luego de haber transcurrido este tiempo, se le deja por unos minutos escurriendo y se le seca superficialmente con una toalla, finalizando así con la lectura del peso saturado (NTP, 2013, p. 48).

Seguidamente el material es sumergido en el agua, con la finalidad de obtener su peso; luego de obtener la lectura pasa al horno con el fin de tener peso seco; ya obteniendo estos datos se determina el cálculo requerido (NTP, 2013, p. 48).

Wseco	: Peso seco del agregado grueso	3525.0	gr.
Ws	: Muestra saturada con superficie seca del agregado grueso	3548.0	gr.
Wa	: Peso de la muestra en el agua	2192.0	gr.

<p><b>AGREGADO GRUESO</b></p> $Pe_{SSS} = \frac{Ws}{Ws - Wa}$ $Pe = \frac{W_{seco}}{Ws - Wa}$ $\% A = \frac{Ws - W_{seco}}{W_{seco}} \times 100$	<p><b>PARA EL AGREGADO GRUESO</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Pe SSS =</td> <td>2.62</td> </tr> <tr> <td>Pe =</td> <td>2.60</td> </tr> <tr> <td>% A =</td> <td>0.65</td> </tr> </table>	Pe SSS =	2.62	Pe =	2.60	% A =	0.65
Pe SSS =	2.62						
Pe =	2.60						
% A =	0.65						

Figura 3. Determinación del peso específico y % absorción de agregado grueso NTP 400.021/400.022.

Fuente: UNALAM, 2016.

### **Peso específico y % absorción de los agregados finos**

Esta prueba es realizada a base de norma peruana; se realiza un cuarteo y se obtiene una muestra del material granular, esta es lavada y sumergida en el flujo por un periodo de 24 h. al aire libre, luego de cumplir las horas el flujo es escurrida cuidadosamente sin derramarla la muestra y se hace el secado durante un tiempo hasta que la muestra se encuentre suelta. Seguidamente se utiliza el molde cónico, se le vierte la arena y se le apisona 25 veces aproximadamente con 1 cm de altura, se saca el molde y si la muestra se llega a derrumbar parcialmente, eso quiere decir que esta lista, si no seguir con la aplicación; se obtiene un pequeña muestra de 500 gr de arena y es vertido al picnómetro, seguidamente se le hecha el agua y se tapa tomando el peso seguidamente, seguidamente se obtiene el material vertiendo al horno para la obtención de la muestra seca; así también se hace pesado del picnómetro limpio y lleno de agua; luego de realizar todo estos procedimientos se hacen los cálculos respectivos para así obtener lo requisitorio (NTP, 2013, p. 50).



W	: Peso seco del agregado fino	494.1	gr.
W1	: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	500.0	gr.
W2	: Picnometro + agua	664.8	gr.
W3	: Picnometro + agua + muestra	973.9	gr.

<p style="text-align: center;"><b>AGREGADO FINO</b></p> $Pe_{SSS} = \frac{W1}{W1+W2-W3}$ $Pe = \frac{W}{W1+W2-W3}$ $\% A = \frac{W1 - W}{W} \times 100$	<p style="text-align: center;"><b>PARA EL AGREGADO FINO</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Pe SSS =</td> <td>2.62</td> </tr> <tr> <td>Pe =</td> <td>2.59</td> </tr> <tr> <td>% A =</td> <td>1.19</td> </tr> </table>	Pe SSS =	2.62	Pe =	2.59	% A =	1.19
Pe SSS =	2.62						
Pe =	2.59						
% A =	1.19						

Figura 4. Determinación del peso específico y % absorción de agregado fino NTP 400.021/400.022. Fuente: UNALAM, 2016.

### Peso volumétrico de los agregados finos y gruesos

Según normas establecidas, el ensayo consiste en esta manera, para esta prueba del peso unitario suelto, el material es cuarteado, obteniendo así una muestra, seguidamente esta es vertida en un molde cilíndrico, la cual debe estar medida. Luego de realizarse esta etapa, es obtenido el pesado del material contenido en el molde y a la vez es hallado el volumen; al obtener estos resultados y empleando una pequeña formula, obtenemos el peso. Para la siguiente prueba que es peso compactado, se vuelve a utilizar el mismo molde, pero esta vez agregando 3 capas y apisonando 25 veces, obteniendo así su peso y volumen; y dándose la masa compacta (NTP, 2013, p. 52).

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO-NTP 400.017			
PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO FINO		PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO GRUESO	
$\gamma_s = \frac{Ms}{Vr}$		$\gamma_s = \frac{Ms}{Vr}$	
$\gamma_c = \frac{Mc}{Vr}$		$\gamma_c = \frac{Mc}{Vr}$	
<b>Ms</b>	: Peso del material suelto	4.538	kg.
<b>Mc</b>	: Peso del material compact	4.922	kg.
<b>Vr</b>	: Volumen del recipiente	0.00283	m <sup>3</sup>
<b>gs</b>	: Peso volumetrico suelto	kg/m <sup>3</sup>	
<b>gc</b>	: Peso volumetrico compacto	kg/m <sup>3</sup>	
<b>gs = 1603.53</b>		<b>gs = 1418.37</b>	
<b>gc = 1739.22</b>		<b>gc = 1539.93</b>	

Figura 5. Determinación del peso volumétrico suelta y compacta NTP 400.017. Fuente: UNALAM, 2016.

### Contenido de humedad de los agregados

Esta prueba es dada según norma establecida, con propósito de obtener contenido de humedad. Esta prueba tiene por objeto realizar la determinación del % humedad del material; esta se empieza pesando el molde en donde se vertida el agregado, y seguidamente se le lleva al horno, luego de cumplir un determinado tiempo, se le vuelve a pesar al material ya completamente seco, teniendo ya estos datos, se puede obtener el porcentaje de humedad (NTP, 2013, p. 54).

<b>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 339.185</b>			
<b>PARA EL AGREGADO FINO</b>		<b>PARA EL AGREGADO GRUESO</b>	
$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$		$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$	
donde:		donde:	
<b>% H</b>	: humedad natural	<b>% H</b>	: humedad natural
<b>Ph</b>	: peso humedo      1010.0 gr.	<b>Ph</b>	: peso humedo      2120.0 gr
<b>Ps</b>	: peso seco          996.0 gr.	<b>Ps</b>	: peso seco          2116.0 gr
<b>% H = 1.41</b>		<b>% H = 0.19</b>	

Figura 6. Determinación del contenido de humedad NTP 339.185. Fuente: UNALAM, 2016.

### **Diseño de mezcla**

La objeción de realizar esta prueba de concreto es que sea un conglomerado o una pasta trabajable en el momento que se encuentre en estado plástico, y luego al llegar ser un sólido llegue a su resistencia deseada, siendo económicamente factible. Para poder tener una resistencia deseada y una inversión económicamente razonable, se realiza una serie de pasos para tener la cantidad necesaria, las cuales daré a conocer a continuación (Ferreira, 2015, p. 70):

### **Según A.C.I la selección del asentamiento**

Para poder obtener el asentamiento, este es dependiente por diferentes motivos, por ej. el tipo de construcción, las condiciones que se da en el momento de colocar el mezclado, e incluso la consistencia. El método ACI proporciona una tabla, la cual se da a conocer el máximo y mínimo asentamiento en base a la construcción.

Tabla 2  
Selección del asentamiento recomendados (Slump)

Tipo de Construcción	SLUMP	
	Máximo (pulg)	Mínimo (pulg)
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3	1
Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	3	1
Vigas y muros reforzados	4	1
Columnas de edificios	4	1
Pavimentos y lozas	3	1
Concreto masivo	2	1

Los Valores Máximos pueden ser incrementados en 1" para métodos de consolidación diferentes de vibración.

Adaptado. Fuente: Norma ACI (American Concrete Institute). Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08), EE. UU (2008).

### Según A.C.I la selección del Tamaño Máximo Nominal (TMN)

Para obtener el TMN del agregado, tiene que realizarse el ensayo granulométrico, en este caso agregados gruesos obtenidos de escombros.

### Según A.C.I la estimación del contenido de agua y aire

Para poder obtener el agua de mezclado, el método ACI nos proporciona una tabla la cual está en concordancia con el TMN y asentamiento obtenido, lo cual el concreto es con o sin aire incluido.

Tabla 3  
Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire

Revenimiento, cm	Agua, kg/m <sup>3</sup> concreto para TMG, mm							
	9.5	12.5	19	25	38	50	75	150
<b>Concreto sin aire incluido</b>								
<b>De 2.5 a 5.0 (1" a 2")</b>	207	199	190	179	166	154	130	113
<b>De 7.5 a 10 (3" a 4")</b>	228	216	205	193	181	169	145	124
<b>De 15 a 17.5 (6" a 7")</b>	243	228	216	202	190	178	160	-
<b>Cantidad aprox. aire atrapado</b>	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>Concreto con aire incluido</b>								
<b>De 2.5 a 5.0 (1" a 2")</b>	181	175	168	160	150	142	122	107
<b>De 7.5 a 10 (3" a 4")</b>	202	193	184	175	165	157	133	119
<b>De 15 a 17.5 (6" a 7")</b>	216	205	197	174	174	166	154	-
<b>Promedio recomendado de aire por incluir por exposición</b>								
<b>Exposición ligera</b>	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
<b>Exposición moderada</b>	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
<b>Exposición severa</b>	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Adaptado. Fuente: Norma ACI (American Concrete Institute). Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08), EE. UU (2008).

### Según A.C.I la selección de la relación agua / cemento

Esta a/c se obtiene debido a resistencia, además es también por otros motivos como en el caso de la durabilidad y propiedades; esta resistencia a la que se desea llegar según especificaciones debe ser incrementada por un factor K de  $F'c = Kf'cr$ , la cual el método ACI nos proporciona, esta va a depender del control que se dé.

Tabla 4  
Selección de la relación a/c

CONDICIONES	K
Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado, supervisión especializada constante	1.15
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, supervisión especializada esporádica	1.25
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1.35
Materiales variables, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1.5

Adaptado. *Fuente:* Norma ACI (American Concrete Institute). Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08), EE. UU (2008).

Luego de calcular la calidad promedio ( $f'cr$ ), se toma la selección de a/c, haciendo uso de la tabla 5, que detalla los vínculos de a/c que serán producidos concretos con resistencias requeridas (DISEÑO POR RESISTENCIA), fundamentadas en testigos elaborados por 28 días.

Tabla 5  
Relación a/c por resistencia a la compresión del concreto

Resistencia a la compresión a los 28 días kg/cm <sup>2</sup>	Relación agua / cemento por peso	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
420	0.41	-
350	0.48	0.4
280	0.57	0.48
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

Adaptado. *Fuente:* Norma ACI (American Concrete Institute). Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08), EE. UU (2008).

Por otro lado, la tabla 6, detalla vínculos de a/c que serán producidos concretos sujetos a exposiciones severas (DISEÑO POR DURABILIDAD).

Tabla 6

Relación a/c máximas permisibles para concreto sujeto a exposiciones severas

Tipo de estructura	Estructura continua o frecuentemente mojada y expuesta a congelación y deshielo	Estructura expuesta al agua de mar o a sulfatos
Secciones esbeltas y secciones con menos de 3 cm	0.45	0.4
Todas las demás estructuras	0.5	0.45

Adaptado. Fuente: Norma ACI (American Concrete Institute). Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08), EE. UU (2008).

### Según A.C.I el cálculo del contenido de cemento

Para poder obtener la cantidad de cemento necesario por metro cubico, debemos tener datos, las cuales son como el flujo de mezclado y relación a/c; al efectuar la división de ambos datos se obtiene la cantidad de cemento.

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO (en Kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{AGUA DE MEZCLADO (Kg/m}^3\text{)}}{\text{RELACION a/c (para } f'_{cr}\text{)}}$$

Figura 7. Cálculo de contenido de cemento. Fuente: Norma ACI (American Concrete Institute). Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08), EE. UU (2008).

### Según A.C.I la cantidad del contenido de agregado grueso

Para obtener la porción del material grueso, primero se tiene que hallar el volumen el cual se usará la tabla la cual está en relación del TMN y módulo de finura; siendo estos datos obtenidos por el ensayo granulométrico; luego al obtener el volumen, debemos multiplicarlo por la masa unitaria compactada.

Tabla 7

Estimación del contenido de agregado grueso

Tamaño máximo de agregado, mm	Volumen de agregado grueso varillado en seco, por volumen unitario de concreto para distintos módulos de finura de la arena			
	2.4	2.6	2.8	3
9.5 (3/8")	0.5	0.48	0.46	0.44
12.5 (1/2")	0.59	0.57	0.55	0.53
19 (3/4")	0.66	0.64	0.62	0.6
25 (1")	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 (1 1/2")	0.75	0.73	0.71	0.69
50 (2")	0.78	0.76	0.74	0.72
75 (3")	0.82	0.8	0.78	0.76
150 (6")	0.87	0.85	0.83	0.81

Adaptado. Fuente: Norma ACI (American Concrete Institute). Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08), EE. UU (2008).

<b>CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO (en Kg)</b>	<b>=</b>	<b>VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO DE TABLA E (en m3)</b>	<b>X</b>	<b>PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO</b>
--	----------	--	----------	--

Figura 8. Cálculo de cantidad de agregado grueso. Fuente: Norma ACI (American Concrete Institute). Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08), EE. UU (2008).

### Según A.C.I la obtención de agregado fino

Al obtener los datos en los pasos anteriores, como la masa total del cemento, agua, material gruesa y aire; puede obtenerse el agregado fino siendo dividida cada una de ellas por sus pesos específicos, excepto el volumen. Del aire que es hallada a través de la tabla 2; obteniendo así al final el vol. Absoluto el agregado fino, la cual debe ser multiplicada por su peso específico.

<b>VOL. ABSOLUTO DEL A.F (m3)</b>	<b>=</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>VOL. ABS. CEMENTO</b>	<b>+</b>	<b>VOL. ABS. AGUA</b>	<b>+</b>	<b>VOL. ABS. A.G.</b>	<b>+</b>	<b>VOL.ABS. AIRE</b>
-----------------------------------	----------	----------	----------	--------------------------	----------	-----------------------	----------	-----------------------	----------	----------------------

Figura 9. Cálculo de volumen del agregado fino. Fuente: Norma ACI (American Concrete Institute). Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08), EE. UU (2008).

### Según A.C.I el ajuste por el contenido de humedad

Ya concluyendo con el diseño de mezcla se llegan a dar una serie de reajustes, con el fin de tener la dosificación precisa.

<b>Agregado Grueso:</b>	<b>Humedad total: a %</b> <b>% absorción: b %</b>		
<b>Agregado Fino:</b>	<b>Humedad total: c %</b> <b>% absorción: d %</b>		
<b>Peso del Agregado grueso húmedo (en Kg)</b>	<b>=</b> <table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>peso del agregado grueso seco (en Kg)</b></td> <td style="padding: 5px; text-align: center;"><b>x a %</b></td> </tr> </table>	<b>peso del agregado grueso seco (en Kg)</b>	<b>x a %</b>
<b>peso del agregado grueso seco (en Kg)</b>	<b>x a %</b>		
<b>Peso del Agregado fino húmedo (en Kg)</b>	<b>=</b> <table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>peso del agregado grueso seco (en Kg)</b></td> <td style="padding: 5px; text-align: center;"><b>x c %</b></td> </tr> </table>	<b>peso del agregado grueso seco (en Kg)</b>	<b>x c %</b>
<b>peso del agregado grueso seco (en Kg)</b>	<b>x c %</b>		

Figura 10. Ajuste por el contenido de humedad de los agregados. Fuente: Norma ACI (American Concrete Institute). Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08), EE. UU (2008).

Agua en agregado grueso	=	(peso del agreg. Grueso seco en K X Kg.	x	(a % - b %)
Agua en agregado fino	=	(peso del agreg. fino seco en Kg) Y Kg.	x	(c % - d %)
Agua de mezclado neta	=	Agua de mezclado (Kg) - (X + Y)		

Figura 11. Corrección del agua de mezclado. Fuente: Norma ACI (American Concrete Institute). Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08), EE. UU (2008).

### Ensayos de compresión realizada al concreto endurecido

Después de haber realizado nuestro diseño de mezcla, pasamos a realizar ensayos de compresión, la cual es dada través de probetas (son cilindros de concreto con determinadas dimensiones, la cuales son de altura tiene 30cm y de diámetro 15cm), sin embargo, cada una de estas es sumergida al agua durante 7, 14 y 28 días y en este caso agregándole porcentajes de material reciclado.



Figura 12. Resistencia a compresión de testigo. Fuente: Elaboración propia.

### Ensayo de determinación del módulo de elasticidad estático y la relación de Poisson en concreto a compresión

Obtener módulo de elasticidad, se puede realizarse dos maneras, estático o dinámico, en este caso se hallará estáticamente, para realizarlo se debe obtener un dispositivo sensible unido a la probeta, siendo centrada en la mitad del cilindro. Por otro lado, si queremos hallar la relación de Poisson, se debe determinar deformación transversal, para eso se utiliza un extensómetro.



Figura 13. Módulo de elasticidad de testigo. Fuente: Elaboración propia.

## **Vía peatonal**

### **Vereda**

Es la parte de la vía urbana ubicada entre la pista y el límite de la propiedad, que son destinadas al uso peatonal. También son bandas longitudinales laterales elevadas respecto a la calzada y reservadas para el tránsito de peatones. Su ancho, altura y acondicionamiento determinan su capacidad y grado de adecuación a las necesidades del tránsito, estancia y relación social de los peatones según indica Manuyama, L. (2016).

### **Especificaciones**

**Pendiente Longitudinal:** Es recomendable pendientes superiores al 5%, siendo obligatorias en la construcción de sendas especiales para peatones, y un pendiente inferior al 8%.

**Pendiente Transversal:** Es establecido como mínimo de 1% y máximo de 2%.

**Anchos Mínimos:** Una vereda de ancho de 1.50 m, permite la circulación de una silla de ruedas y una persona a la vez, además existiendo el espacio suficiente de dar un giro de 360°.

Una vereda de ancho de 2.00 m, permite la circulación de dos sillas de ruedas o coches de niños a la vez, además existiendo suficiente espacio para dar giros.



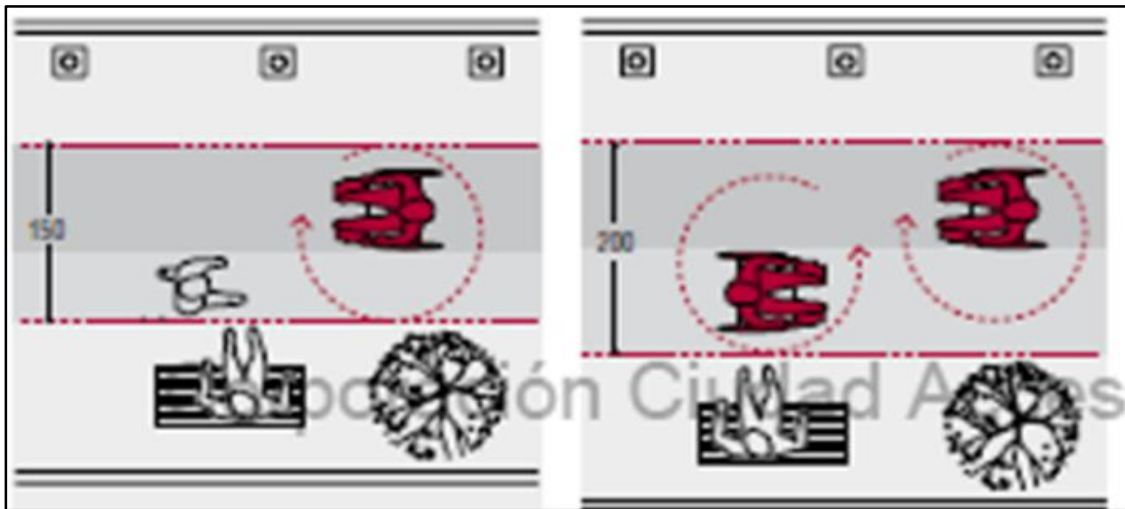


Figura 14. Anchos Mínimos de vereda. Fuente: Manual de Accesibilidad Universal, Instituto de rehabilitación mutual de seguridad (2017).

### Tipos de vereda

Veredas pulidas: Viene ser la duración que tiene el mortero pulido en la superficie del piso, que es más resistente a diferencia del concreto sin tratar.

Veredas rústicas: Generalmente es utilizada en exteriores de la vivienda, que son constituidos por losas de diferentes formas y tamaños. El asentamiento es semejante al de los cerámicos y las juntas son selladas con morteros de cementos.

Veredas artesanales: Tienden a ser llamadas veredas calcáreas debidos a que son elaborados de cerámicas, teniendo una textura y un buen acabado de superficie suave y lisa.

Veredas de hormigón peinado: Con un buen diseño de arquitectura se puede resaltar la entrada principal de toda edificación. Además, se pueden hacer de muchos colores obteniendo diferentes diseños de trazado.

Veredas con adoquines: Últimamente los adoquines son más usados para veredas, ya que son más sencillos en la manera de colocar, en mantenimiento resultando adecuados para el tránsito peatonal.

### Capas de vereda de mortero

Concreto: Según NTP son aleaciones de materiales de construcción como cemento, arena gruesa, piedra chancada y agua, totalmente controladas por supervisiones, teniendo propiedades de adhesión, cohesión y fluidez en el aspecto fresco; condiciones de resistencia y durabilidad en el aspecto endurecido.

Cama de arena: Según NTP es un material elegido y vertido en el cimiento de la zanja brindando como un apoyo uniforme, normalmente el relleno con este material sobre el terreno natural es de un espesor de 0.05 cm.

Terreno natural: Según el RNE, es una porción de un lugar constituida como una tierra sin producido o construido.

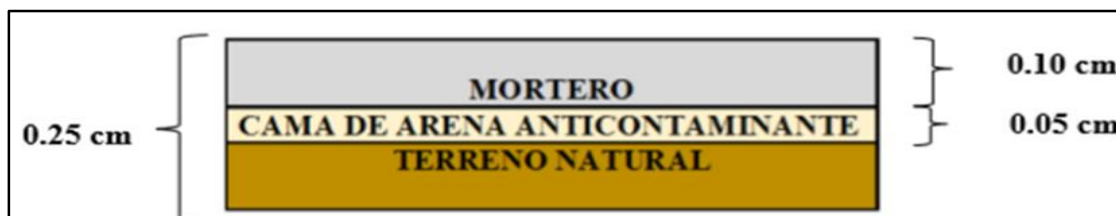


Figura 15. Medidas de capas de vereda. Fuente: Manual de Accesibilidad Universal, Instituto de rehabilitación mutua de seguridad (2017).

## 1.4 Formulación del problema

### Problema general

¿De qué manera el concreto reciclado influirá en el diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018?

### Problemas específicos

¿De qué manera el concreto reciclado influye en las propiedades del diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018?

¿De qué manera el concreto reciclado influirá en la dosificación del diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018?

¿De qué manera el concreto reciclado influirá en los ensayos del diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018?

## 1.5 Justificación

### Justificación del estudio

Actualmente hay diversas investigaciones sobre este tema que son elaborados en torno al uso del concreto reciclado mediante la trituración, obteniendo como agregado para un nuevo uso en la construcción. Es importante estudiarlo para enfocarnos sobre estos tipos de tema, para tener un conocimiento claro de las características técnicas y aportes que presenta para el desarrollo sostenible en industrias designadas al reciclaje de escombros de obras civiles (Cárdenas, 2014, p. 4).

### **Justificación teórica**

La investigación de estos tipos de materiales reciclados de hormigones triturados tiende ser fundamental en el crecimiento del cuidado ambiental y bienestar social aportando grandes beneficios medioambientales en el país. En una parte, evitando El interés de extraer materiales naturales y, por otro lado, dando una solución con respecto a los desechos vertidos en forma sólida (escombros) (Sumari, 2016, p. 18).

### **Justificación metodológica**

La elaboración y la aplicación del concreto reciclado en elementos no estructurales a través de ensayos y resultados, puede ayudar en trabajos futuros de investigación, con el fin de generar un progreso en el cuidado ambiental (Sumari, 2016, p. 18).

### **Justificación tecnológica**

En los últimos años las implementaciones de materiales reciclados en concreto han tenido gran acogida por parte de la industria de construcción y por los productores de concreto, demostrándose que es un material que da por cumplido las características de importancia, manejabilidad y producción requeridas en la elaboración de elementos tipo prefabricado (Agreda & Moncada, 2015, p. 11).

### **Justificación económica**

Últimamente el uso de concreto reciclado ha resultado atractivo al evaluar los beneficios económicos que puede aportar en la producción de nuevos elementos, que sean competitivos en el mercado laboral y, que a su vez aporten en el desarrollo auto sostenible de la construcción (Agreda & Moncada, 2015, p. 11).

## **1.6 Hipótesis**

### **Hipótesis general**

El concreto reciclado si influye en el diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018.

### **Hipótesis específicas**

Las propiedades del concreto reciclado influyen en el diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018.

La dosificación en el diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018 influyen de forma adecuada al utilizar el concreto reciclado.

Los ensayos del diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018 es determinada al emplear el concreto reciclado.

## **1.7 Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar la influencia del concreto reciclado en el diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018.

### **Objetivos específicos**

Determinar la influencia de las propiedades del concreto reciclado en el diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales – Huaycán – Lima – 2018.

Identificar la influencia de la dosificación del concreto reciclado en el diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales – Huaycán – Lima – 2018.

Determinar la influencia de los ensayos del concreto reciclado para el diseño de mezcla del concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018.

## **II. MÉTODO**

## **2.1 Diseño de la investigación**

### Experimental

Según el autor, son estudios de técnicas estadísticas que los permite cuantificar e identificar ya sea a una o un grupo de individuos, haciendo un manejo intencionado de observación y análisis de resultados. Es correspondiente con la perspectiva cuantitativa, en la búsqueda de un método estadístico para hacer un procedimiento de resultados generalizando como prueba de validez de investigación (Hernández, 2010, p. 118).

## **2.2 Variables, Operacionalización**

### **Variables**

**V1.** Concreto reciclado

**V2.** Vía peatonal

### **Operacionalización de variables**

**Diseño de mezcla de concreto con concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018**

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>	
<b>VI. Concreto reciclado</b>	Se denomina concreto reciclado al que se fabrica con agregados reciclados o con mezcla de agregado reciclado y natural, que son previamente tratados para su uso, con la finalidad de poder reemplazar a los agregados naturales sin disminuir las propiedades físico - mecánicas y físico- químicas de un concreto convencional (Carizaile y Anquise, 2015, p. 11).	El material reciclado se denomina un material secundario de construcción procedente de la demolición o trituración de concreto (Jordan y Viera, 2014, p. 54).	Granulometría (Carizaile y Anquise, 2015, p.38)	Módulo de finura (Norma NTP 400.012, 2001, p.5)	Norma NTP 400.012	Intervalo	
				Tamaño máximo (Norma NTP 400.012, 2001, p.9)	Norma NTP 400.012		
				Tamaño máximo nominal (Norma NTP 400.012, 2001, p.9)	Norma NTP 400.012		
				Trituración (Carizaile y Anquise, 2015, p.28)	Máquina trituradora Norma NTP 400.021		
				Peso específico (Norma NTP 400.021, 2013, p.11)	Norma NTP 400.017		
			Ensayos (Jordan y Viera, 2014, p.90)	Peso volumétrico (Norma NTP 400.017, 2011, p.7)	Norma NTP 339.185	Razón	
				% Humedad (Norma NTP 339.185, 2013, p.6)	Norma NTP 400.022		
				% Absorción (Norma NTP 400.022, 2013, p.10)	Norma ACI		
				Concreto fresco (Asencio, 2014, p.55)	Norma ACI		
				Concreto endurecido (Asencio, 2014, p.59)	Norma ACI		
<b>VD. Diseño de mezcla de concreto</b>	El objetivo de realizar una mezcla de concreto es de que ésta sea un conglomerado o una pasta trabajable en el momento que se encuentre en estado plástico, y luego al llegar ser un sólido llegue a su resistencia deseada, siendo económicamente factible (Parra y Bautista, 2010, p. 40).	Es el resultado del mezclado obtenido por los materiales, las cuales son: el cemento, los agregados gruesos y finos, esto con el fin de que sea trabajable en su estado plástico y resistente en su estado sólido. (Parra y Bautista, 2010, p. 40).	Propiedades (Asencio, 2014, p.55)	Concreto resistente (Asencio, 2014, p.92)	Norma ACI	Razón	
				Uso de agregado reciclado (Carizaile y Anquise, 2015, p.160)	Norma ACI		
				Dosificación (Carizaile y Anquise, 2015, p.70)	0%		Norma ACI
					20%		Norma ACI
					50%		Norma ACI
			Ensayos (Jordan y Viera, 2014, p.98)	100%	Norma ACI		
				Verificación de slump (Jordan y Viera, 2014, p.101)	Cono de Abrams		
				Curado de testigos (Jordan y Viera, 2014, p.98)	Norma ACI		
				Resistencia a compresión (Jordan y Viera, 2014, p.102)	Maquina Compresora		
					Razón		

## Matriz de consistencia

### Diseño de mezcla de concreto con concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	DIMENSIONES	TIPO Y DISEÑO DE INDICADORES
¿De qué manera el concreto reciclado influirá en el diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018?	Determinar la influencia del concreto reciclado en el diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018.	El concreto reciclado si influye en el diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018.	Concreto reciclado	Granulometría  Ensayos	<b>Experimental:</b> Se realiza ensayos en el laboratorio mediante el método ACI
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>			
¿De qué manera el concreto reciclado influye en las propiedades del diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018?	Determinar la influencia de las propiedades del concreto reciclado en el diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales – Huaycán – Lima – 2018.	Las propiedades del concreto reciclado influyen en el diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018.	Diseño de mezcla de concreto	Propiedades	<b>Aplicada:</b> Esta investigación es aplicada en la vía peatonal
¿De qué manera el concreto reciclado influirá en la dosificación del diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018?	Identificar la influencia de la dosificación del concreto reciclado en el diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales – Huaycán – Lima – 2018.	La dosificación en el diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018 influyen de forma adecuada al utilizar el concreto reciclado.		Dosificación	<b>Investigación cuantitativa</b>



¿De qué manera el concreto reciclado influirá en los ensayos del diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018?

Determinar la influencia de los ensayos del concreto reciclado para el diseño de mezcla del concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018.

Los ensayos del diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima – 2018 es determinada al emplear el concreto reciclado.

Ensayos

---

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

### **Población**

De acuerdo con el autor es definido a manera el total de individuos, seres u cosas que poseen las características de lo que se está estudiando (Cortes, 2004, p. 90).

La población que se tomara en cuenta residuos de testigos de concreto en la Universidad Agraria La Molina.

### **Muestra**

Según el autor la Muestra se define como cualquier porción del total generalmente estudiado y descrito características y/o propiedades en la totalidad de la población, partiendo de una fracción de la población (Cortés, 2004, p. 90).

Como muestra se tomará 24 probetas de concreto reciclado.

### **Muestreo**

Según el autor el Muestreo posee dos tipos las cuales son el muestreo probabilístico que es un procedimiento de escoger una parte del total accediendo que cada individuo posea la misma ocasión de ser elegido, y la otra es el muestreo no probabilístico, en este caso la alternativa de los componentes es dependiente de que el investigador tome sus propios criterios. (Cortés, 2004, p. 90).

En esta investigación se realizó un proceso de muestreo probabilístico aleatoria simple, ya que se seleccionó conjunto de objetos de una población determinada.

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

### **Técnicas**

De acuerdo con el autor las técnicas usadas para obtener las referencias son realizadas de diferentes maneras, como por ejemplo la encuesta, la observación, los cuestionarios, entre otros (Bravo, 1999, p.25).

En el caso de nuestra investigación se aplicará el sistema de los Ensayos y cálculos a realizar.

### **Instrumentos**

Según el autor el instrumento de medición son datos observables materialmente empleados en la recolección y almacenamiento de todas las informaciones posibles (Bravo, 1999, p.25).

En esta investigación los instrumentos a usar son los equipos del laboratorio como maquina compresora, balanza, picnómetro u otros.

## **Validez**

Según el autor, la validez que se realiza a un instrumento, es referido a la capacidad que tiene como cuantificador significativo en la medición de un variable (Hernández, 2010, p. 201).

En nuestro caso será realizada por su apreciación de expertos, es decir, docentes especializados, en este caso será el Ing. Cerna Vásquez Alfonso encargado del laboratorio de materiales quien nos dará la validez de los equipos utilizados y ensayos realizados.

## **Confiabilidad**

Según el autor, la confiabilidad de instrumentos es referido a la capacidad que posee precisión en la medición de resultados aplicados a la persona o cosa (Hernández, 2010, p. 200).

En el caso de nuestra investigación se hará de acuerdo a que el equipo a utilizar ha sido usado anteriormente por el Ing. Cerna Vásquez Alfonso experto en esta área, los cual nos brindara datos confiables.

## **2.5 Métodos de análisis de datos**

Realizar varios ensayos, esto a fin de obtener una resistencia adecuada, la cual implica realizarlas en tres etapas:

Recopilación de datos, que comprende la obtención del material reciclado (probetas de concreto) que nos permitirá hallar el tamaño máximo nominal.

Trabajos en laboratorio, basado a realizar una serie de pruebas sobre las características del material tanto finos como gruesos, además efectuando a dosificar la mezcla.

Fase de elaboración, consiste en hacer los testigos requeridos obteniendo a que sean consistentes.

Tabla 8  
*Resultados de los testigos a realizar*

RESULTADO		AGREGADOS GRUESOS		
		AGREGADO GRUESO NATURAL	AGREGADO GRUESO RECICLADO (TMN 1")	
RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)	7 DIAS	MUESTRA NATURAL (MN 1)	20%	M1
			50%	M2
			100%	M3
	14 DIAS	MUESTRA NATURAL (MN 2)	20%	M4
			50%	M5
			100%	M6
	28 DIAS	MUESTRA NATURAL (MN 3)	20%	M7
			50%	M8
			100%	M9

*Fuente:* Elaboración propia

## 2.6 Aspectos éticos

En esta investigación se hace conocimiento de la autorización del encargado del lugar para realizar los ensayos, asimismo los datos serán descritos según sea lo adquirido en dicho lugar.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1 Resultados del Análisis Granulométrico de los Agregados

#### Agregados finos

Este ensayo se realizó acuerdo a lo establecido por el método ACI y en la NTP 400.012.

#### Cálculo de módulo de finura y gráfico de la curva granulométrica

Como procedimiento fue realizar el cuarteo de la muestra, luego pesar 600 g de la muestra para realizar los respectivos tamizados por las mallas N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y fondo, moviendo verticalmente y horizontalmente.

Lo siguiente fue realizar pesado de cada fracción retenido en cada tamiz y registrarlas tal como se ve en la siguiente figura.



Figura 16. Cuarteo del material y peso de 600 g de muestra. Fuente: Elaboración propia.



Figura 17. Juego de tamices y 14.3 g de muestra retenida en la malla N° 4. Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. 119.5 y 151.6 g de muestras retenidas en las mallas N° 8 y N° 16. Fuente: Elaboración propia.



Figura 19. 132.6 y 93.6 g de muestras retenidas en las mallas N° 30 y N° 50. Fuente: Elaboración propia.



Figura 20. 55.3 y 33.1 g de muestra retenida en la malla N° 100 y fondo. Fuente: Elaboración propia.

Luego se procedió desarrollar cálculos correspondientes de aquellos porcentajes que pasaron por cada tamiz, calculando el módulo de finura y graficando la curva granulométrica.

<b>ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO-NTP 400.012</b>					
<b>MALLA</b>	<b>ABERTURA DE MALLA EN (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO EN (gr)</b>	<b>% RETENIDO</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO</b>	<b>% QUE PASA</b>
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	14.30	2.38	2.38	97.62
Nº 8	2.360	119.50	19.92	22.30	77.70
Nº 16	1.180	151.60	25.27	47.57	52.43
Nº 30	0.580	132.60	22.10	69.67	30.33
Nº 50	0.300	93.60	15.60	85.27	14.73
Nº 100	0.150	55.30	9.22	94.48	5.52
FONDO		33.10	5.52	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>600.00</b>			
<b>MODULO DE FINURA</b>		<b>3.22</b>			

Figura 21. Análisis granulométrico del agregado fino – NTP 400.012. Fuente: Elaboración propia.

La granulometría de la muestra fina registrada en la figura 22 cumple con los requisitos granulométricos que menciona la NTP 400.012.

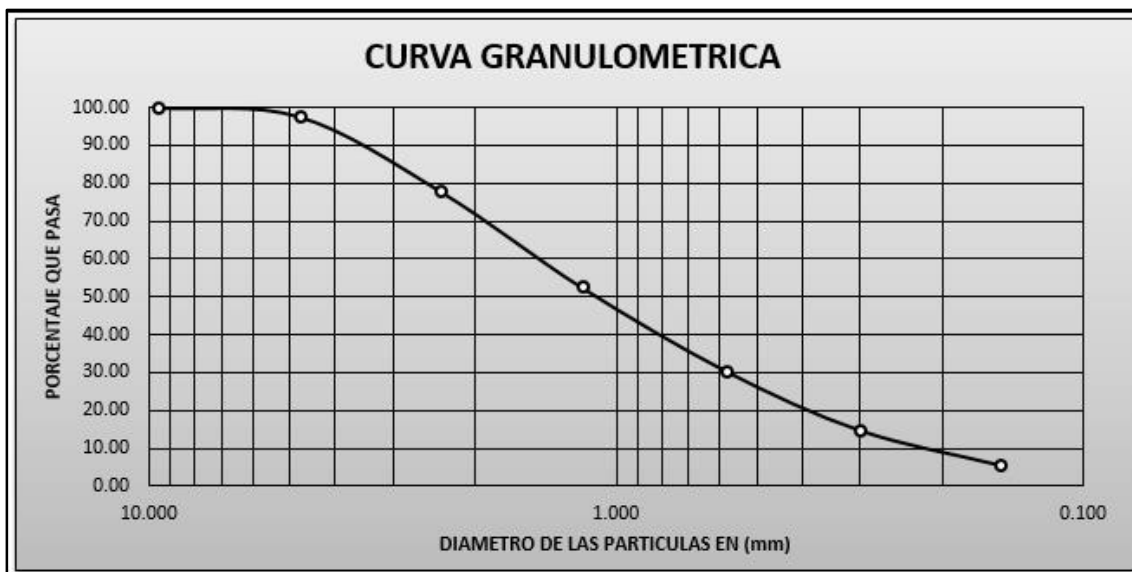


Figura 22. Curva granulométrica del agregado fino. Fuente: Elaboración propia.

### Determinación del peso específico y % absorción

Para determinar estos ensayos se tomó como medio hacer el cuarteo de la muestra, luego se hizo pesado de 1 Kg del agregado tal como se ven en las figuras siguientes.





Figura 23. Cuarteo del material y peso de 1000 g de muestra. Fuente: Elaboración propia.

Lo siguiente fue cubrir el agregado fino con el flujo al aire libre durante un tiempo de 24h.

Se extendió por encima de un piso plano expuesto al aire del ambiente, remover constantemente para un adecuado secado homogénea durante un periodo de 24 h, los pasos son mostradas en la siguiente figura.



Figura 24. Extender el agregado fino sobre una superficie plana. Fuente: Elaboración propia.

Para verificar si está seco o no el agregado es colocado el material en un molde cónica, dando golpes suaves con la barra de metal a cada un tercio por 25 veces, luego se alza este molde de manera vertical.

Además, se pulsa con el dedo pulgar la muestra, si esta se desmorona en su totalidad, se indica a que la muestra ya está seca superficialmente (W1) y el siguiente procedimiento fue realizar el llenado del flujo al picnómetro hasta un nivel indicado de 500 ml y pesarlos (W2).



Figura 25. Verter el material en el molde cónico dando golpe 25 veces con la barra metal y retirarlos.  
Fuente: Elaboración propia.



Figura 26. Verificación de la muestra desmoronada pulsando con el pulgar. Fuente: Elaboración propia.



Figura 27. Equipos y la obtención del peso del picnómetro con agua. Fuente: Elaboración propia.

Eliminar el agua del picnómetro e introducir el material de 500g, luego se hace el llenado del flujo hasta llegar al nivel indicado por 500 ml, girar el picnómetro para eliminar el aire atrapado para luego pesar la muestra (W3).



Figura 28. 500 g de muestra pesada y llenar al picnómetro. Fuente: Elaboración propia.



Figura 29. Muestra vertida en el picnómetro y obtención del peso del picnómetro + muestra + agua. Fuente: Elaboración propia.

Luego el siguiente procedimiento que se realizó fue de extraer material del picnómetro, llevarlos al horno para que se seque con un peso continuo a temperaturas de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ , durante 24 h y pesar la muestra (W).



Figura 30. Muestra extraída del picnómetro y llevada al horno a  $110 \pm 5^\circ \text{C}$ . Fuente: Elaboración propia.



Figura 31. Obtención del peso de la muestra seco del agregado. Fuente: Elaboración propia.

W	: Peso seco del agregado fino	488.2	gr.
W1	: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	500.0	gr.
W2	: Picnómetro + agua	638.0	gr.
W3	: Picnómetro + agua + muestra	946.6	gr.

<b>AGREGADO FINO</b>		<b>PARA EL AGREGADO FINO</b>	
$Pe\ SSS =$	$\frac{W1}{W1+W2-W3}$	$Pe\ SSS =$	2.61
$Pe =$	$\frac{W}{W1+W2-W3}$	$Pe =$	2.55
$\% A =$	$\frac{W1 - W}{W} \times 100$	$\% A =$	2.42

Figura 32. Determinación del Pe, PeSSS y %A – NTP 400.021/400.022 de la muestra del agregado fino. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 32 se realizó la metodología de cálculo para obtener peso específico de la masa ( $P_e$ ), peso específico de masa saturada con superficie seca ( $P_{eSSS}$ ) y % de absorción (%Ab) lo cual nos servirá para realizar nuestro diseño.

### **Determinación del peso volumétrico suelto**

Como procedimiento se realiza el cuarteo del material, luego se realiza el pasado del cilindro metálico, además también colocar dentro del cilindro las muestras y pesarlas.



Figura 33. Cuarteo de la muestra y peso del cilindro. Fuente: Elaboración propia.

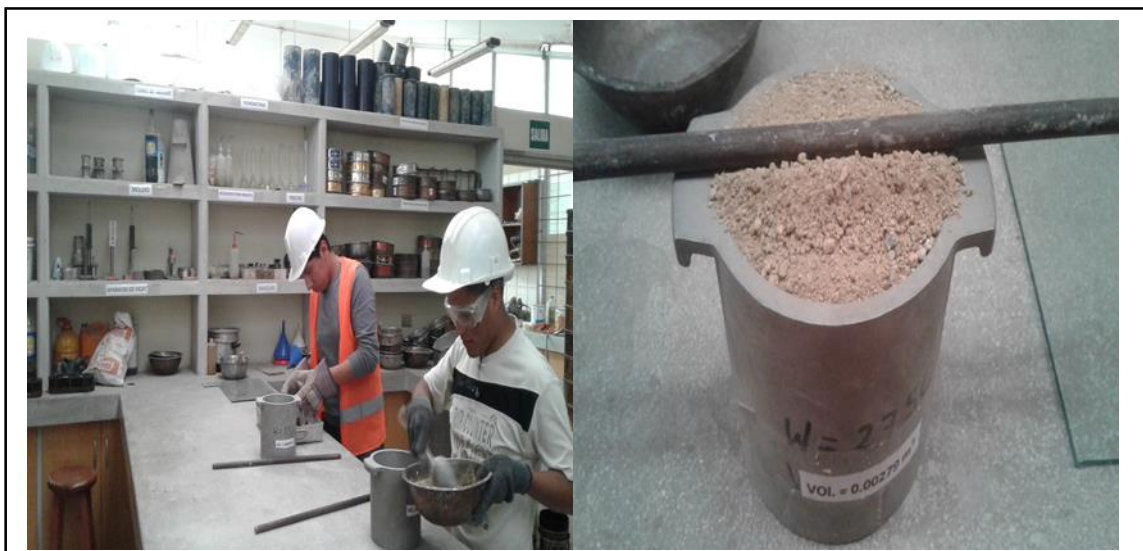


Figura 34. Vertimiento del material y enrasarlo. Fuente: Elaboración propia.



Figura 35. Peso de la muestra suelta. Fuente: Elaboración propia.

### Determinación de peso volumétrico compactado

En este procedimiento se realiza el vertido del material al cilindro metálico, compactando a cada un tercio de la muestra y luego pasarlas.



Figura 36. Peso de la muestra suelta. Fuente: Elaboración propia.

PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO FINO			
$\gamma_s =$	$\frac{M_s}{V_r}$		
$\gamma_c =$	$\frac{M_c}{V_r}$		
<b>M<sub>s</sub></b>	: Peso del material suelto	4.424	kg.
<b>M<sub>c</sub></b>	: Peso del material compacto	4.958	kg.
<b>V<sub>r</sub></b>	: Volumen del recipiente	0.00279	m <sup>3</sup>
<b>g<sub>s</sub></b>	: Peso volumetrico suelto		kg/m <sup>3</sup>
<b>g<sub>c</sub></b>	: Peso volumetrico compacto		kg/m <sup>3</sup>
<b>g<sub>s</sub> = 1585.66</b>			
<b>g<sub>c</sub> = 1777.06</b>			

Figura 37. Determinación del peso volumétrico suelto y compacta – NTP 400.017. Fuente: Elaboración propia.

### Determinación del contenido de humedad

Como procedimiento fue tomar una muestra de 800 g de la muestra, luego fijar el peso (Ph).

Secar el agregado en horno a temperaturas de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  por un tiempo aproximado de 24 h, hasta lograr una masa constante. Seguidamente al siguiente día dejar enfriar la muestra al aire libre por un tiempo de 1 – 3 horas, determinando el peso seco (Ps).



Figura 38. Peso de la muestra húmeda y peso de la muestra seca luego de retirar del horno. Fuente: Elaboración propia.

**PARA EL AGREGADO FINO**

$$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

donde:

% H	: humedad natural	
Ph	: peso humedo	800.0 gr.
Ps	: peso seco	793.2 gr.

**% H = 0.86**

Figura 39. Determinación del contenido de humedad-NTP 339.185. Fuente: Elaboración propia.

### Agregados gruesos

La granulometría de materiales gruesos se realizó de acuerdo a lo establecido por el método ACI y en la NTP 400.012.

### Cálculo de TM, TMN y gráfico de la curva granulométrica

Como procedimiento fue realizar el cuarteo del material, luego pesar 3000 g de la muestra para realizar los respectivos tamizados utilizando 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", 1/2", 3/8" y fondo, moviendo verticalmente y horizontalmente.

Lo siguiente fue realizar pesado a las porciones que fueron retenidos en cada tamiz, evitando perder material durante el proceso y registrarlas, se verán los pasos mostradas.



Figura 40. Cuarteo del material tomando una muestra de 3000 g. Fuente: Elaboración propia.



Figura 41. Respectivos tamices y 184 g de muestra retenida en la malla 1". Fuente: Elaboración propia.





Figura 42. 1704 y 1088 g de muestra retenida en cada malla de ¾ y ½". Fuente: Elaboración propia.



Figura 43. 18 y 6 g de muestra retenida en cada malla de 3/8" y fondo. Fuente: Elaboración propia.

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO - NTP 400.012</b>					
<b>MALLA</b>	<b>ABERTURA DE MALLA EN (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO EN (gr)</b>	<b>% RETENIDO</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO</b>	<b>% QUE PASA</b>
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	184.00	6.13	6.13	93.87
¾"	19.05	1704.00	56.80	62.93	37.07
½"	12.70	1088.00	36.27	99.20	0.80
3/8"	9.53	18.00	0.60	99.80	0.20
FONDO		6.00	0.20	100.00	0.00
TOTAL		3000.00			
TAMAÑO MÁXIMO:			1 1/2 "		
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:			1 "		

Figura 44. Análisis granulométrico del agregado grueso – NTP 400.012. Fuente: Elaboración propia.

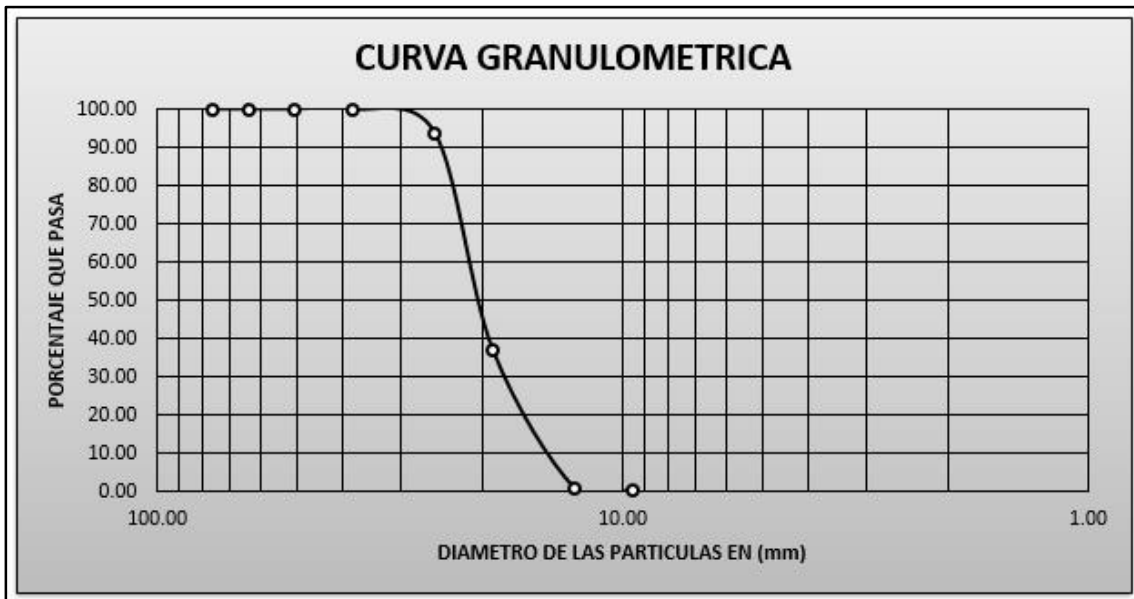


Figura 45. Curva granulométrica del agregado grueso. Fuente: Elaboración propia.

### Determinación de peso específica y % absorción

Como procedimiento fue realizar el cuarteo del material, luego se hizo el pesado de 4 Kg de la muestra tal como se aprecia en las figuras.



Figura 46. Cuarteo del material y tomando muestra de 4000 g de agregado grueso. Fuente: Elaboración propia.

Lo siguiente fue cubrir el material con el flujo al aire libre durante un día completo.

Por lo siguiente fue retirar el material del flujo secándola con franela separadamente los fragmentos, así obteniendo el peso de la muestra saturada con superficie seca ( $W_s$ ) tal como apreciamos en la siguiente figura.



Figura 47. Muestra sumergida durante 24 h y tomando 1500 g de agregado grueso. Fuente: Elaboración propia.

Luego de realizar el pesado, los 1500 g del agregado ( $W_s$ ), esta es colocada en una cesta de alambre, determinando el peso sumergido en agua ( $W_a$ ), teniendo precaución con incorporación de aire del material sumergido moviendo eficazmente.

Esta cesta con material vertida debe estar totalmente sumergida al momento de pesar.



Figura 48. Muestra + cesta sumergida y obteniendo el peso sumergida en agua. Fuente: Elaboración propia.

Hacer el secado en horno a temperaturas  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  por un periodo de un día, luego dejamos a que esta se enfríe lo suficiente al aire libre por un tiempo de 1 – 3 horas, por último, determinar peso seco del agregado ( $W_{\text{seco}}$ ).



Figura 49. Peso seco del agregado grueso. Fuente: Elaboración propia.

Realizamos la metodología de cálculo, obteniendo el peso específica (Pe), peso específica de masa saturada con superficie seca (PeSSS) y el % absorción (%Ab) de material grueso.

Wseco	: Peso seco del agregado grueso	1496.0	gr.
Ws	: Muestra saturada con superficie seca del agregado grueso	1500.0	gr.
Wa	: Peso de la muestra en el agua	958.3	gr.

AGREGADO GRUESO		PARA EL AGREGADO GRUESO	
$PeSSS = \frac{Ws}{Ws - Wa}$		$Pe\ SSS =$	2.77
$Pe = \frac{Wseco}{Ws - Wa}$		$Pe =$	2.76
$\% A = \frac{Ws - Wseco}{Wseco} \times 100$		$\% A =$	0.27

Figura 50. Determinación del Pe, PeSSS y %A del agregado grueso – NTP 400.021/400.022. Fuente: Elaboración propia.

### Determinación de peso volumétrico

Realizamos el cuarteo del material, luego se realiza el pasado del cilindro metálico, además se coloca dentro del cilindro las muestras y luego pesarlas.



Figura 51. Cuarteo del material y peso del cilindro. Fuente: Elaboración propia.



Figura 52. Vertimiento y enrasado de la muestra suelta. Fuente: Elaboración propia.



Figura 53. Peso de la muestra suelta. Fuente: Elaboración propia.

En este procedimiento realizamos el vertido del material al cilindro metálico, compactando a cada un tercio de la muestra y luego pasarlas obteniéndose el peso compactado.



Figura 54. Material vertido en el cilindro y el peso de muestra compacta. Fuente: Elaboración propia.

PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO GRUESO			
$\gamma_s =$	$\frac{M_s}{V_r}$		
$\gamma_c =$	$\frac{M_c}{V_r}$		
<b>Ms</b>	: Peso del material suelto	4.150	kg.
<b>Mc</b>	: Peso del material compacto	4.538	kg.
<b>Vr</b>	: Volumen del recipiente	0.00279	m <sup>3</sup>
<b>gs</b>	: Peso volumetrico suelto	kg/m <sup>3</sup>	
<b>gc</b>	: Peso volumetrico compacto	kg/m <sup>3</sup>	
<b>gs =</b>		<b>1487.46</b>	
<b>gc =</b>		<b>1626.52</b>	

Figura 55. Determinación del peso volumétrico suelto y compacta – NTP 400.017. Fuente: Elaboración propia.

### Determinación del contenido de humedad

Como procedimiento fue tomar una muestra de 1500 g de material grueso, luego señalar el peso (Ph).

Secar en horno con una temperatura  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  por un tiempo aproximado de 24 h, hasta lograr una masa constante. Seguidamente al siguiente día dejar enfriar la muestra al aire libre por tiempos de 1 – 3 h. y determinar el peso secoes (Ps).



Figura 56. Peso de la muestra húmeda y secado en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ . Fuente: Elaboración propia.



Figura 57. Peso de la muestra seca después de haber retirado del horno. Fuente: Elaboración propia.

PARA EL AGREGADO GRUESO			
$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$			
donde:			
% H	: humedad natural		
Ph	: peso humedo	1500.0	gr
Ps	: peso seco	1494.0	gr
$\% H = 0.40$			

Figura 58. Determinación del contenido de humedad – NTP 339.185. Fuente: Elaboración propia.

### Agregados gruesos reciclados

La granulometría de los materiales gruesos reciclados se realizó acuerdo a lo establecido por el método ACI y en la NTP 400.012.

### Cálculo de TM, TMN y gráfico de la curva granulométrica

Como procedimiento fue realizar el cuarteo del material, luego pesar 3000 g de la muestra para realizar los respectivos tamizados en 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y fondo, moviendo verticalmente y horizontalmente.

Lo siguiente fue realizar pesado las porciones retenidos en cada tamiz, evitando perder material durante el proceso y registrarlas.



Figura 59. Probetas recicladas y proceso de trituración primaria. Fuente: Elaboración propia.



Figura 60. Trituración secundaria a través de la trituradora y obtención del agregado reciclado. Fuente: Elaboración propia.



Figura 61. Cuarteo del material reciclado y 3000 g de agregado reciclado. Fuente: Elaboración propia.





Figura 62. Juego de tamices y 1668 g de muestra retenida en la malla 1". Fuente: Elaboración propia.



Figura 63. 858 y 458 g de muestras retenidas en las mallas 3/4" y 1/2". Fuente: Elaboración propia.



Figura 64. 10 y 6 g de muestras retenidas en la malla 3/8" y en fondo. Fuente: Elaboración propia.

### ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO - NTP 400.012

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	1668.00	55.60	55.60	44.40
¾"	19.05	858.00	28.60	84.20	15.80
½"	12.70	458.00	15.27	99.47	0.53
⅜"	9.53	10.00	0.33	99.80	0.20
FONDO		6.00	0.20	100.00	0.00
TOTAL		3000.00			

TAMAÑO MAXIMO:	1 1/2 "
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:	1 "

Figura 65. Análisis granulométrico de agregado grueso reciclado. Fuente: Elaboración propia.

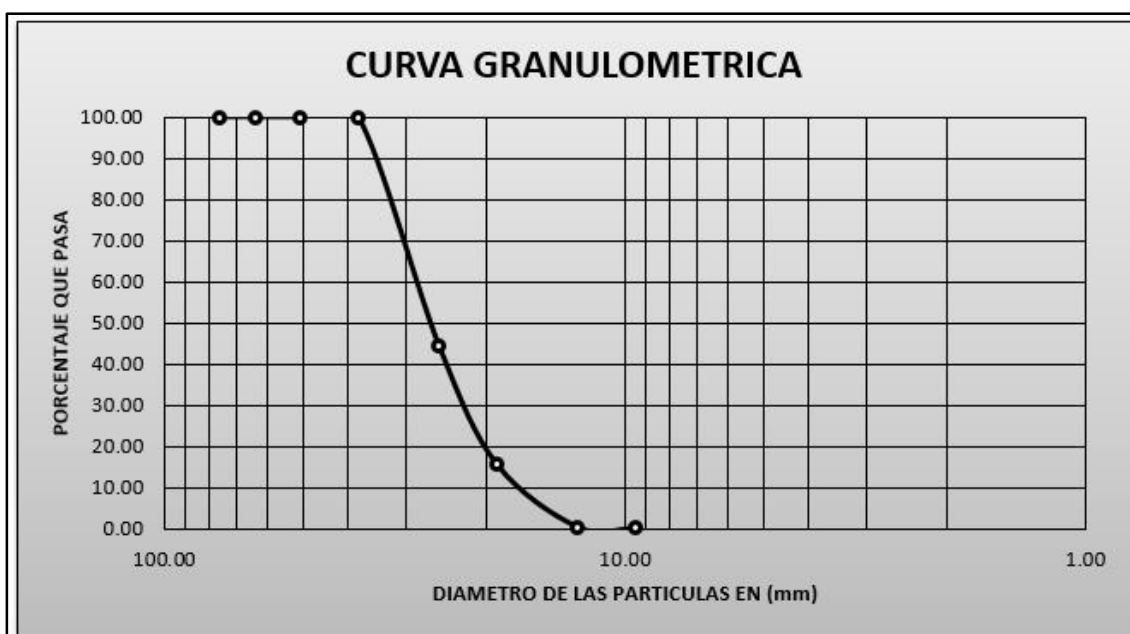


Figura 66. Curva granulométrica de agregado grueso reciclado. Fuente: Elaboración propia.

#### Determinación de peso específico y %absorción

Para determinarlo se realizó como procedimiento de cuartear el material, luego se tomó una muestra de 4Kg para hacer los ensayos respectivos.

Lo siguiente fue cubrir la muestra con el flujo al aire libre durante un día completa.

Por consiguiente, fue retirar el agregado del flujo y secarla con franela separadamente los fragmentos, lo cual se obtenía el peso de muestra saturada con superficie seca (Ws).



Figura 67. Cuarteo del material tomando 4000 g de agregado grueso reciclado. Fuente: Elaboración propia.



Figura 68. Agregado grueso reciclado sumergido durante un periodo de 24 h. Fuente: Elaboración propia.



Figura 69. Tomando 1500 g del agregado grueso reciclado. Fuente: Elaboración propia.

Al pesarlos 1500 g del material ( $W_s$ ), se coloca a la cesta de alambre determinando el peso sumergido en agua ( $W_a$ ), teniendo precaución con incorporación de aire del material sumergido moviendo eficazmente.

Esta cesta con material vertida debe estar totalmente sumergida al momento de pesar.



Figura 70. Muestra + cesta sumergida obteniendo el peso sumergido en agua. Fuente: Elaboración propia.

Secarlo en horno a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  de temperatura por un tiempo de un día, luego dejarlos a que se enfríe al aire libre por 1 – 3 horas, por último, determinar peso seco de la muestra ( $W_{\text{seco}}$ ).



Figura 71. Peso seco del agregado grueso reciclado. Fuente: Elaboración propia.

Realizamos la metodología de cálculo obteniendo el peso específico ( $P_e$ ), peso específico de masa saturada con la superficie seca ( $P_{eSSS}$ ) y % absorción ( $\%Ab$ ) mostradas en figura siguiente.

Wseco	: Peso seco del agregado grueso	1404.0	gr.
Ws	: Muestra saturada con superficie seca del agregado grueso	1500.0	gr.
Wa	: Peso de la muestra en el agua	877.5	gr.

<b>AGREGADO GRUESO RECICLADO</b>	<b>PARA EL AGREGADO GRUESO RECICLADO</b>						
$PeSSS = \frac{Ws}{Ws - Wa}$	<table border="1"> <tr> <td>Pe SSS =</td> <td>2.41</td> </tr> <tr> <td>Pe =</td> <td>2.26</td> </tr> <tr> <td>% A =</td> <td>6.84</td> </tr> </table>	Pe SSS =	2.41	Pe =	2.26	% A =	6.84
Pe SSS =	2.41						
Pe =	2.26						
% A =	6.84						
$Pe = \frac{Wseco}{Ws - Wa}$							
$\% A = \frac{Ws - Wseco}{Wseco} \times 100$							

Figura 72. Determinación del Pe, PeSSS y %A – NTP 400.021/400.022 del agregado grueso reciclado.

Fuente: Elaboración propia.

### Determinación de peso volumétrico

Primer lugar cuarteamos el material, luego se realiza el pesado del cilindro metálico, seguidamente se coloca dentro del cilindro las muestras cuarteadas y luego se procede a pesarlas.



Figura 73. Cuarteo del material, peso del cilindro a usar. Fuente: Elaboración propia.



Figura 74. Enrasado de la muestra, obteniendo el peso de la muestra suelta. Fuente: Elaboración propia.



Figura 75. Vertimiento del material al cilindro, obteniendo el peso de la muestra compacta. Fuente: Elaboración propia.

PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO GRUESO RECICLADO			
$\gamma_s =$	$\frac{M_s}{V_r}$		
$\gamma_c =$	$\frac{M_c}{V_r}$		
<b>M<sub>s</sub></b>	: Peso del material suelta	3.306	kg.
<b>M<sub>c</sub></b>	: Peso del material compacto	3.606	kg.
<b>V<sub>r</sub></b>	: Volumen del recipiente	0.00279	m <sup>3</sup>
<b>g<sub>s</sub></b>	: Peso volumetrico suelta		kg/m <sup>3</sup>
<b>g<sub>c</sub></b>	: Peso volumetrico compacto		kg/m <sup>3</sup>
<b>g<sub>s</sub> =</b>		<b>1184.95</b>	
<b>g<sub>c</sub> =</b>		<b>1292.47</b>	

Figura 76. Determinación del peso volumétrico suelta y compacta – NTP 400.017. Fuente: Elaboración propia.

### Determinación del contenido de humedad

Para este caso, se realizó procedimientos de tomar una muestra de 1500 g, seguidamente se determinó el peso (Ph).

Secar el material obtenido en un horno a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  de temperatura por un tiempo aproximado de 24 h, hasta lograr una masa constante. Seguidamente al siguiente día dejar enfriar la muestra al aire libre por 1 – 3 h. así determinamos el peso seco (Ps), tal como se aprecia en las siguientes figuras.



Figura 77. Peso de la muestra húmeda y secado en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ . Fuente: Elaboración propia.



Figura 78. Enrasado de la muestra, obteniendo el peso de la muestra suelta. Fuente: Elaboración propia.

**PARA EL AGREGADO GRUESO RECICLADO**

$$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

donde:

**% H** : humedad natural  
**Ph** : peso húmedo 1500.0 gr  
**Ps** : peso seco 1440.0 gr

**% H = 4.17**

Figura 79. Determinación del contenido de humedad – NTP 339. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2 Diseño de mezcla de concreto $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$

El sistema del diseño de mezclas del ACI establece en si una proximidad de medidas esto con el fin de verificarlos y comprobarlos utilizando tandas de ensayos realizados en laboratorios como en el desempeño laboral, ajustando algunos cálculos necesarios para una buena producción de concretos con propiedades deseadas.

Los cálculos de los pesos requeridos de cada uno de los materiales que formaran parte de un concreto, implica unos procesos evidentes que son elaborados de maneras siguientes.

<b>SEGÚN EL REQUERIMIENTO</b>		
<b>DISEÑAR</b>	<b>con aire incluido</b>	<b>sin aire incluido</b>
	<b>sin aire incluido</b>	

Figura 80. Diseño de mezcla de  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  sin aire incluido – NTP 339. Fuente: Elaboración propia.

### Selección de asentamiento (SLUMP)

En el caso del asentamiento se tomó el slump de 3” del tipo de construcción de pavimento y losas según los asentamientos recomendadas en la figura 81.

<b>Asentamiento</b>		
<b>Tipo de construcción</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Zapatas y muros de cimentación armados	1"	3"
Zapatas simples, cajones y muros de sobreestructura	1"	3"
Vigas y muros armados	1"	4"
Columnas de edificios	1"	4"
Losas y pavimentos	1"	3"
Concreto ciclópeo	1"	2"

Figura 81. Selección del asentamiento (slump 3”). Fuente: Elaboración propia.



### Selección del tamaño máximo nominal (TMN)

En esta parte se tomó el TMN de 1" de acuerdo al ensayo granulométrico realizado en la caracterización de los agregados como se muestra en la Figura 44 (Agregado grueso convencional) y Figura 65 (Agregado grueso reciclado).

### Estimación de agua del mezclado

Para este caso la proporción de agua que se requiere para el concreto con un asentamiento establecido, es determinada por el TMN = 1" y por revenimiento (slump) de 3", lo cual se usará la figura 82 que nos da la estimación del agua.

CANTIDAD APROXIMADA DE AGUA PARA AMASADO								
REVENIMIENTO	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
<b>CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
CANTIDAD APROX. DE AIRE ATRAPADO	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>CONCRETO CON AIRE INCLUIDO</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---
<b>PROMEDIO RECOMENDADO DE AIRE POR INCLUIR POR EXPOSICION</b>								
EXPOSICION LIGERA	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
EXPOSICION MODERADA	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
EXPOSICION SEVERA	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Figura 82. Estimación de agua. Fuente: Elaboración propia.

### Selección de relación agua - cemento

En este caso no fue determinado únicamente por la resistencia requerida, sino fue por otras componentes que posee el concreto, como su durabilidad, un buen acabado, entre otras, por ello, el F'c se incrementa a un F'cr, lo cual se presenta en la figura 83, el factor K del incremento  $F'_{cr} = K F'_c$ .

TENIENDO EN CUENTA EL CONTROL DE LA CALIDAD EN OBRA	
CONDICIONES	K
Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado, supervisión especializada constante	1.15
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, supervisión especializada esporádica	1.25
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1.35
Materiales variables, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1.5

Figura 83. Factor K por control de calidad en obra. Fuente: Elaboración propia.

En este caso para nuestro diseño de mezcla, teniendo en cuenta la resistencia de diseño  $F'_c$  se usó la siguiente figura para un incremento de  $F'_{cr}$ .

<b>CUANDO NO TENEMOS REGISTRO DE RESISTENCIA DE PROBETAS</b>		
<b><math>F'_c</math></b>	<b><math>F'_{cr}</math></b>	
<b>MENOS DE 210</b>	<b><math>F'_c + 70 =</math></b>	<b>70</b>
<b>210 - 350</b>	<b><math>F'_c + 84 =</math></b>	<b>84</b>
<b>&gt;350</b>	<b><math>F'_c + 98 =</math></b>	<b>98</b>

Figura 84. Incremento de resistencia de diseño  $F'_{cr}$ . Fuente: Elaboración propia.

<b>POR RESISTENCIA</b>			
<b><math>F'_{Cr}</math></b>	<b>RESISTENCIA</b>	<b>RELACION DE AGUA CEMENTO</b>	
<b>245</b>		<b>CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO</b>	<b>CONCRETO CON AIRE INCLUIDO</b>
	450	0.38	
		<b>0.830</b>	
	420	0.41	
		<b>0.830</b>	
	350	0.48	0.40
		<b>0.930</b>	<b>0.80</b>
	280	0.57	0.48
<b>245</b>		<b>0.625</b>	<b>0.49</b>
	210	0.68	0.50
		<b>1.1000</b>	<b>1.22</b>
	140	0.82	0.74
<b>RELACION A/C CALCULADA POR RESISTENCIA</b>		<b>0.625</b>	

Figura 85. Interpolación para el cálculo de relación a/c. Fuente: Elaboración propia.

### **Cálculo de contenido del cemento**

Usando fórmula representada en la figura 86, se calcula el cemento pedido, esta es dividida el agua de mezclada con la relación de a/c.

<b>Relacion A/C</b>	<b>RELACION AGUA /CEMENTO ELEGIDA</b>	
	<b>0.6250</b>	
<b>W.AGUA</b>	<b>193</b>	<b>Lts</b>
<b>W.CEMENTO</b>	<b>308.80</b>	<b>Kg</b>

Figura 86. Cálculo del contenido de cemento. Fuente: Elaboración propia.

### Estimación de contenido del A.G.

En esta parte utilizando la figura 87, se estimará valor aproximado del material grueso compactado esta sea utilizado en unidad de volumen. Este resultado del cálculo de la cantidad de a.g. es apreciada en la figura 88.

<b>VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO COMPACTADO</b>						
<b>Volumen de A°G° Compactado en Seco</b>						
<b>Tamaño Maximode Agregado</b>	<b>Modulo de Fineza de la Arena</b>					
	<b>2.40</b>	<b>2.60</b>	<b>2.80</b>	<b>3.00</b>	<b>3.20</b>	<b>3.40</b>
<b>3/8"</b>	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40
<b>1/2 "</b>	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51	0.49
<b>3/4"</b>	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58	0.56
<b>1"</b>	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63	0.61
<b>1 1/2"</b>	0.75	0.73	0.71	0.69		
<b>2"</b>	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70	0.68
<b>3"</b>	0.82	0.79	0.78	0.75		
<b>6"</b>	0.87	0.85	0.83	0.81		
					<b>MODULO DE FINURA DE LA ARENA:</b>	<b>3.22</b>
					<b>INTERPOLACION</b>	<b>0.628</b>

Figura 87. Estimación del contenido del agregado grueso. Fuente: Elaboración propia.

<b>Peso Vol. Compacto (PVC)</b>	<b>Valor interpolado</b>	<b>Contenido del A.G.</b>	
<b>1626.52</b>	<b>0.628</b>	<b>1022.00</b>	<b>Kg</b>

Figura 88. Cálculo del contenido del agregado grueso. Fuente: Elaboración propia.

### Cálculo de contenido de A.F.

Usando la fórmula de la figura 89, se calculó el contenido del a.f. requerido, determinándose por métodos de volúmenes absolutos. Como es apreciada en la figura el volumen absoluto de los materiales como el cemento, agua, agregado grueso son

obtenidas dividiéndolas pesos de cada uno de ellos entre sus pesos específicos. Seguidamente el peso del a.f. fue obtenida multiplicándola su vol. absoluto por su peso específico.

Contenidos			Volumen Absolutos		
W.AGUA	193	Lts	V. AGUA	0.193	m <sup>3</sup>
W.CEMENTO	308.80	Kg	V.CEMENTO	0.099	m <sup>3</sup>
W. A.GRUESO	1022.00	Kg	V.A.GRUESO	0.370	m <sup>3</sup>
AIRE	1.5	%	V.AIRE	0.015	m <sup>3</sup>
W.A.FINO	823.77	Kg	V.A.FINO	0.323	m <sup>3</sup>

Figura 89. Cálculo del contenido del agregado fino. Fuente: Elaboración propia.

### Ajustes por contenido de humedad de los agregados

#### Peso húmedo de los agregados

$$\text{AGREGADO GRUESO} = \text{W. A. GRUESO} * \left(1 + \frac{\% H}{100}\right)$$

$$\text{AGREGADO FINO} = \text{W. A. FINO} * \left(1 + \frac{\% H}{100}\right)$$

Figura 90. Ecuación para el cálculo del peso húmedo. Fuente: Elaboración propia.

Utilizando las formulas de la figura 90, se determinó el peso húmedo de los agregados, esta resolución es apreciada en la figura 91.

AGREGADO GRUESO	1026.10
AGREGADO FINO	830.83

Figura 91. Cálculo del peso húmedo de los agregados. Fuente: Elaboración propia.

#### Corrección del agua de mezclado

$$\text{AGUA DEL A. G.} = \text{W. A. G.} * \frac{(\% H - \% Ab)}{100}$$

$$\text{AGUA DEL A. F.} = \text{W. A. F.} * \frac{(\% H - \% Ab)}{100}$$

$$\text{AGUA DE MEZCLADO} = \text{W. AGUA} - (\sum \text{Agua AG} + \text{Agua AF})$$

Figura 92. Ecuación para la corrección de agua. Fuente: Elaboración propia.

Usando las formulas de la figura 92, corregimos el agua de mezclado, este resultado es apreciado en la figura siguiente.

AGREGADO GRUESO	1.37	
AGREGADO FINO	-12.85	
Balance de agua	-11	
	193	204.48

Figura 93. Cálculo de la corrección de agua de mezclado. Fuente: Elaboración propia.

### Dosificación en peso

<b>DOSIFICACION EN PESO</b>		
AGUA	204.48	Lts
CEMENTO	308.80	Kg
A.F. (ARENA)	830.83	Kg
A.G. (PIEDRA)	1026.10	Kg

7.27 (BOLSAS DE CEMENTO )

Figura 94. Dosificación en peso de los agregados. Fuente: Elaboración propia.

### Proporción en peso

<b>LA PROPORCION EN PESO</b>		
CEMENTO	ARENA	PIEDRA
1	2.69	3.32

Figura 95. Proporción de la dosificación en peso de los agregados. Fuente: Elaboración propia.

### Dosificación en volumen

<b>DOSIFICACION EN VOLUMEN</b>		
AGUA	0.20	m <sup>3</sup>
CEMENTO	0.21	m <sup>3</sup>
A. F. (ARENA)	0.52	m <sup>3</sup>
A.G. (PIEDRA)	0.69	m <sup>3</sup>

Figura 96. Dosificación en volumen de los agregados. Fuente: Elaboración propia.

### Proporción en volumen

<b>LA PROPORCION EN VOLUMEN</b>		
CEMENTO	ARENA	PIEDRA
1	2.55	3.35

Figura 97. Proporción de la dosificación en volumen de los agregados. Fuente: Elaboración propia.

Con 28.14 litros de agua por bolsa de cemento, usando el cemento para el diseño es tipo I.

### 3.3 Verificación de slump

En este caso el principal ajuste que se realizó, fue a la consistencia del concreto, generalmente al valor del slump proyectado, que si en caso no cumplía sería corregirlo hasta alcanzar la consistencia adecuada.

METRADOS PARA EL CALCULO DE CONCRETO					
ALTURA :	0.32	m	DIAMETRO :	0.16	m
N° DE PROBETAS :	1				
TOTAL :	0.0064 m <sup>3</sup>				
	Para	1 m <sup>3</sup>	Para	0.0064 m <sup>3</sup>	5% con desperdicio
AGUA	204.48	Lts	AGUA	1.32	Lts
CEMENTO	308.80	Kg	CEMENTO	1.99	Kg
ARENA	830.83	Kg	ARENA	5.35	Kg
PIEDRA	1026.10	Kg	PIEDRA	6.60	Kg

Figura 98. Metrados para el cálculo de materiales para la mezcla. Fuente: Elaboración propia.

Según la dosificación que nos brindaba en la figura 98 con un desperdicio de 5%, se realizó la mezcla para obtener la verificación del slump.



Figura 99. 209 y 561 g del cemento y agregado fino. Fuente: Elaboración propia.

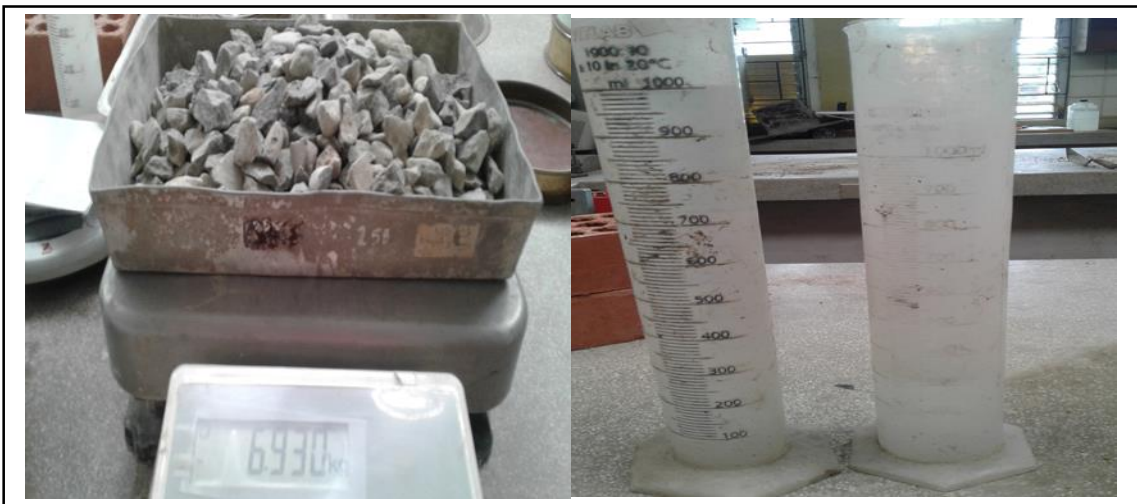


Figura 100. 693 g del agregado grueso, agua requerida para la mezcla. Fuente: Elaboración propia.



Figura 101. Muestras requeridas para la mezcla. Fuente: Elaboración propia.



Figura 102. Mezclado del concreto fluida. Fuente: Elaboración propia.

Como podemos apreciar en la figura 102, al realizar el mezclado de concreto no resulto que la mezcla fue muy fluida ya que contenía mucha agua, debido a ello se tuvo que quitar el agua para que la mezcla requerida sea trabajable y fluida, para ello se realizó cálculos respectivos como se apreciará en la siguiente figura.

MATERIALES	DOSIF. INIC. 0 LT	DOSIF. 1. CON -0.5 LT	CORREGIDO	DIFERENCIA
AGUA	1.38	1.36	1.38	0.00
CEMENTO	2.09	2.04	2.09	0.00
ARENA	5.61	5.71	5.83	0.21
PIEDRA	6.93	6.93	7.07	0.14

Figura 103. Metrado para la corrección de la mezcla. Fuente: Elaboración propia.

Para que nos dé el slump requerido de 3" se hizo los cálculos con una nueva dosificación, lo cual nos dio una diferencia para agregar a la mezcla.



Figura 104. Mezcla requerida. Fuente: Elaboración propia.



Figura 105. Mezcla vertida en el cono de abrams y obtención del slump de 3". Fuente: Elaboración propia.

**Nueva dosificación en peso**

<b>DOSIFICACION EN PESO</b>		
<b>AGUA</b>	200.90	Lts
<b>CEMENTO</b>	302.70	Kg
<b>A.F. (ARENA)</b>	845.66	Kg
<b>A.G. (PIEDRA)</b>	1026.10	Kg

7.12 (BOLSAS DE CEMENTO)

Figura 106. Dosificación en peso de los agregados. Fuente: Elaboración propia.

**Nueva proporción en peso**



<b>LA PROPORCION EN PESO</b>		
<b>CEMENTO</b>	<b>ARENA</b>	<b>PIEDRA</b>
1	2.79	3.39

Figura 107. Proporción de la dosificación en peso de los agregados. Fuente: Elaboración propia.

#### Nueva dosificación en volumen

<b>DOSIFICACION EN VOLUMEN</b>		
<b>AGUA</b>	0.20	m3
<b>CEMENTO</b>	0.20	m3
<b>A.F. (ARENA)</b>	0.53	m3
<b>A.G. (PIEDRA)</b>	0.69	m3

Figura 108. Dosificación en volumen de los agregados. Fuente: Elaboración propia.

#### Nueva proporción en volumen

<b>LA PROPORCION EN VOLUMEN</b>		
<b>CEMENTO</b>	<b>ARENA</b>	<b>PIEDRA</b>
1	2.64	3.42

Figura 109. Proporción de la dosificación en volumen de los agregados. Fuente: Elaboración propia.

Con 28.14 litros de agua por bolsa de cemento, usando el cemento para el diseño es tipo I.

### 3.4 Elaboración de los testigos

#### Elaboración de 3 testigos con agregado convencional

<b>METRADOS PARA EL CALCULO DE CONCRETO</b>						
<b>ALTURA :</b>	0.32	m	<b>DIAMETRO :</b>	0.16	m	
<b>N° DE PROBETAS :</b>	3					
<b>TOTAL :</b>	0.0193 m <sup>3</sup>					<b>PATRON</b>
	Para	1	m <sup>3</sup>	Para	0.0193	m <sup>3</sup> 5% con desperdicio
AGUA	200.90	Lts	AGUA	3.88	Lts	4.07
CEMENTO	302.70	Kg	CEMENTO	5.84	Kg	6.13
ARENA	845.66	Kg	ARENA	16.32	Kg	17.14
PIEDRA	1026.10	Kg	PIEDRA	19.81	Kg	20.80

Figura 110. Metrados para 3 testigos de concreto (Patrón). Fuente: Elaboración propia.

Trabajamos con los metrados del peso de los materiales que se muestra en la figura 110 con un desperdicio de 5%, estos procedimientos realizadas serán apreciadas en figuras posteriores.



Figura 111. Peso del cemento y agregado fino para la mezcla. Fuente: Elaboración propia.



Figura 112. Peso del agregado grueso y el agua requerida. Fuente: Elaboración propia.



Figura 113. Vertimiento de la mezcla al cono de abrams. Fuente: Elaboración propia.



Figura 114. Verificación del slump. Fuente: Elaboración propia.

MATERIALES	DOSIF. INIC. -0.5 LT	DOSIF. 1. CON 0 LT	CORREGIDO	DIFERENCIA
AGUA	4.07	4.14	4.22	0.15
CEMENTO	6.13	6.26	6.37	0.24
ARENA	17.14	16.84	17.14	0.00
PIEDRA	20.80	20.80	21.17	0.37

Figura 115. Cálculo para el cumplimiento del slump 3". Fuente: Elaboración propia.

A manera que son apreciadas en la figura 114, con nuestra dosificación inicial el slump deseada no dio resultado, por ende, hemos realizado nuevo cálculo aumentando agua para el cumplimiento de nuestro slump como se muestra en la figura 115, lo cual nos dio la diferencia de las dosificaciones para aumentar agregados a la mezcla.



Figura 116. Slump deseada de 3". Fuente: Elaboración propia.

Agregando agua a nuestra mezcla anterior hizo que esta sea trabajable y fluida como apreciamos en la figura 116, lo cual nos dio resultado de un slump deseada de 3", sabiendo ello procedemos a verter la mezcla a los moldes para nuestros testigos.



Figura 117. Mezcla vertida en los moldes de las probetas. Fuente: Elaboración propia.

### Elaboración de 3 testigos con 20% de a.g. reciclado

METRADOS PARA EL CALCULO DE CONCRETO							
ALTURA :	0.32	m	DIAMETRO :	0.16	m		
Nº DE PROBETAS :	3						
TOTAL :	0.0193 m <sup>3</sup>						
Para	1	m <sup>3</sup>	Para	0.0193	m <sup>3</sup>	5% con desperdicio	
AGUA	200.90	Lts	AGUA	3.88	Lts	3.88	4.07
CEMENTO	302.70	Kg	CEMENTO	5.84	Kg	5.84	6.13
ARENA	845.66	Kg	ARENA	16.32	Kg	16.32	17.14
PIEDRA	1026.10	Kg	PIEDRA	19.81	Kg	15.84	16.64
			A.G.RECICL. 20%	3.96	Kg	3.96	4.16

Figura 118. Metrados para 3 testigos con 20% de A.G. Reciclado. Fuente: Elaboración propia.

Se trabajó con los metrados de peso de los materiales que se muestra en la figura 118 con un desperdicio de 5%, estos procedimientos se apreciarán en las figuras posteriores.



Figura 119. Pesado del cemento y agregado fino requerida para la mezcla. Fuente: Elaboración propia.

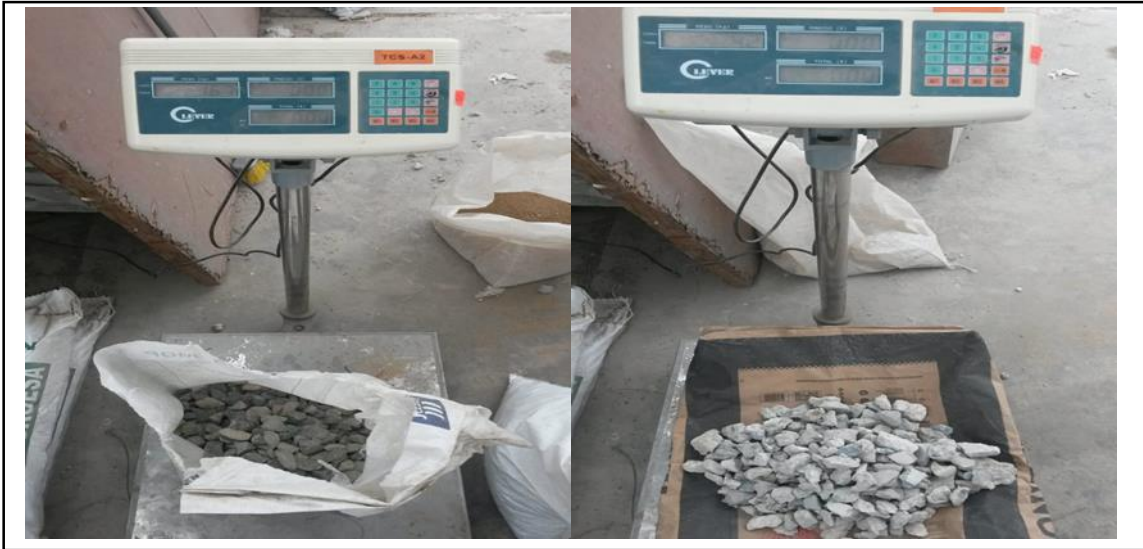


Figura 120. Pesado del agregado grueso y reciclado requerida. Fuente: Elaboración propia.



Figura 121. Agua requerida para el mezclado. Fuente: Elaboración propia.



Figura 122. Verificación del slump requerida. Fuente: Elaboración propia.

MATERIALES	DOSIF. INC. -0.5 LT	DOSIF. 1. CON 2 LT	CORREGIDO	DIFERENCIA
AGUA	4.07	4.43	4.86	0.79
CEMENTO	6.13	6.75	7.40	1.27
ARENA	17.14	15.64	17.14	0.00
PIEDRA	16.64	16.64	18.23	1.60
A.G.RECICL. 20%	4.16	4.16	4.56	0.40

Figura 123. Cálculo para el cumplimiento de slump de 3". Fuente: Elaboración propia.



Figura 124. Retiro del cono de abrams para verificar el slump. Fuente: Elaboración propia.



Figura 125. Slump deseada de 3". Fuente: Elaboración propia.

### Elaboración de 3 testigos con 50% de a.g. reciclado

METRADOS PARA EL CALCULO DE CONCRETO							
ALTURA :	0.32	m	DIAMETRO :	0.16	m		
Nº DE PROBETAS :	3						
TOTAL :	0.0193 m <sup>3</sup>						
	Para	1	m <sup>3</sup>	Para	0.0193	m <sup>3</sup>	5% con desperdicio
AGUA	200.90	Lts	AGUA	3.88	Lts	3.88	4.07
CEMENTO	302.70	Kg	CEMENTO	5.84	Kg	5.84	6.13
ARENA	845.66	Kg	ARENA	16.32	Kg	16.32	17.14
PIEDRA	1026.10	Kg	PIEDRA	19.81	Kg	9.90	10.40
			A.G.RECICL. 50%	9.90	Kg	9.90	10.40

Figura 126. Metrados para 3 testigos con 50% de A.G. Reciclado. Fuente: Elaboración propia.



Figura 127. Pesado del cemento y agregado fino requeridas. Fuente: Elaboración propia.



Figura 128. Pesados de agregado grueso y reciclado para el uso. Fuente: Elaboración propia.



Figura 129. Agua requerida y la verificación del slump deseada. Fuente: Elaboración propia.

MATERIALES	DOSIF. INC. -0.5 LT	DOSIF. 1. CON 2.5 LT	CORREGIDO	DIFFERENCIA
AGUA	4.07	4.51	5.04	0.96
CEMENTO	6.13	6.88	7.68	1.55
ARENA	17.14	15.34	17.14	0.00
PIEDRA	10.40	10.40	11.62	1.22
A.G.RECICL. 50%	10.40	10.40	11.62	1.22

Figura 130. Cálculo para el cumplimiento del slump 3". Fuente: Elaboración propia.

A modo apreciada en la figura 129, con nuestra dosificación inicial el slump deseada no dio resultado, por ende, hemos realizado nuevo cálculo aumentando agua para el cumplimiento de nuestro slump como se muestra en la figura 130, lo cual nos dio la diferencia de las dosificaciones para aumentar agregados a la mezcla.



Figura 131. Cumplimiento del slump deseada de 3". Fuente: Elaboración propia.

Agregando agua a nuestra mezcla anterior hizo que esta sea trabajable y fluida como apreciamos en la figura 131, lo cual nos dio resultado de un slump deseada de 3".

### Elaboración de 3 testigos con 100% de a.g. reciclado

METRADOS PARA EL CALCULO DE CONCRETO						
ALTURA :	0.32	m	DIAMETRO :	0.16	m	
Nº DE PROBETAS :	3					
TOTAL :	0.0193 m <sup>3</sup>					
Para	1	m <sup>3</sup>	Para	0.0193	m <sup>3</sup>	5% con desperdicio
AGUA	200.90	Lts	AGUA	3.88	Lts	4.07
CEMENTO	302.70	Kg	CEMENTO	5.84	Kg	6.13
ARENA	845.66	Kg	ARENA	16.32	Kg	17.14
PIEDRA	1026.10	Kg	PIEDRA	19.81	Kg	0.00
			A.G.RECICL. 100%	19.81	Kg	20.80

Figura 132. Metrados para 3 testigos con 100% de A.G. Reciclado. Fuente: Elaboración propia.

Se trabajó a manera de los resultados obtenidos en el metrado con un desperdicio de 5%, los cuales estas serán mostradas en las figuras posteriores.





Figura 133. Pesado de cemento y agregado fino. Fuente: Elaboración propia.



Figura 134. Pesado del agregado grueso reciclado y el agua requerida. Fuente: Elaboración propia.



Figura 135. Verificación del Slump requerida. Fuente: Elaboración propia.

MATERIALES	DOSIF. INC. -0.5 LT	DOSIF. 1. CON 2.5 LT	CORREGIDO	DIFERENCIA
AGUA	4.07	4.58	5.22	1.15
CEMENTO	6.13	7.00	7.98	1.84
ARENA	17.14	15.04	17.14	0.00
PIEDRA	0.00	0.00	0.00	0.00
A.G.RECICL. 100%	20.80	20.80	23.71	2.91

Figura 136. Cálculo para el cumplimiento del slump 3". Fuente: Elaboración propia.

Con vista en la figura 135, con nuestra dosificación inicial el slump deseada no dio resultado, por ende, hemos realizado nuevo cálculo aumentando agua para el cumplimiento de nuestro slump como se muestra en la figura 136, lo cual nos dio la diferencia de las dosificaciones para aumentar agregados a la mezcla.



Figura 137. Cumplimiento del slump deseada de 3". Fuente: Elaboración propia.



Figura 138. Probetas finalizadas. Fuente: Elaboración propia.

### 3.5 El curado de los testigos

Con el propósito que fue trazado de obtener la resistencia potencial de un concreto hecha en una probeta es fundamental que esta sea curada de forma estandarizada, durante los 7, 14 y 28 días, por lo cual procedemos a colocar al pozo durante los días previstos.



Figura 139. Curado de testigos por un periodo de 7, 14 y 28 días. Fuente: Elaboración propia.

### 3.6 Ensayo de la resistencia a la compresión de los testigos

Luego procedemos a realizar el ensayo de rotura de testigos curadas durante los días 7, 14, y 28.

#### Resistencia a compresión de los testigos a los 7 días

#### Testigos de concreto convencional (PATRÓN)



Figura 140. Testigos a resistencia a compresión de 7 días, concreto patrón. Fuente: Elaboración propia.



Figura 141. Resistencia de 135 kg/cm<sup>2</sup> y las fallas mostradas en los testigos. Fuente: Elaboración propia.

A manera que es apreciada en figura 141, al hacer esta prueba de rotura sometidos a la maquina compresora a los testigos especificados como CN (concreto patrón) sumergidas en un pozo durante 7 días, nos dio resultados de resistencias 135 y 136.43 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### Testigos de concreto con 20% A.G. Reciclado

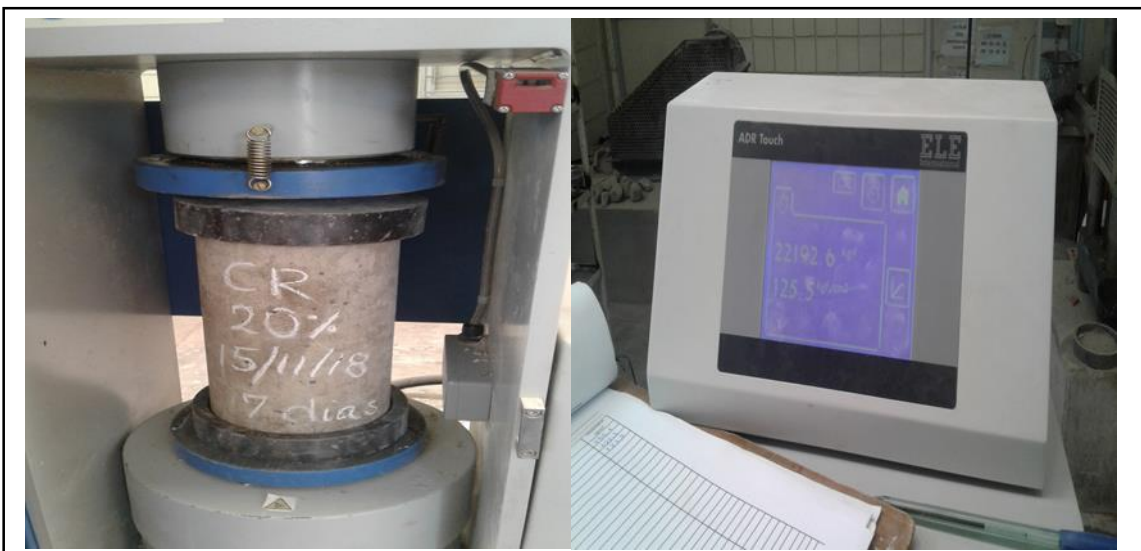


Figura 142. Testigos de resistencia a compresión de 7 días con un 20% de a.g. reciclado. Fuente: Elaboración propia.

En vista de la figura 142, realizamos la prueba de la rotura sometiéndolas al esfuerzo ejercida por la maquina compresora, los testigos especificados como CR (concreto reciclado) incluido el 20% de a.g. reciclada a los 7 días de curado, nos dio resultados de la resistencia de 125.5 y 129.24 Kg/cm<sup>2</sup>, las fallas que se dieron se podrá mostrar en la siguiente figura.



Figura 143. Fallas encontradas en los testigos. Fuente: Elaboración propia.

### Testigos de concreto con 50% A.G. Reciclado

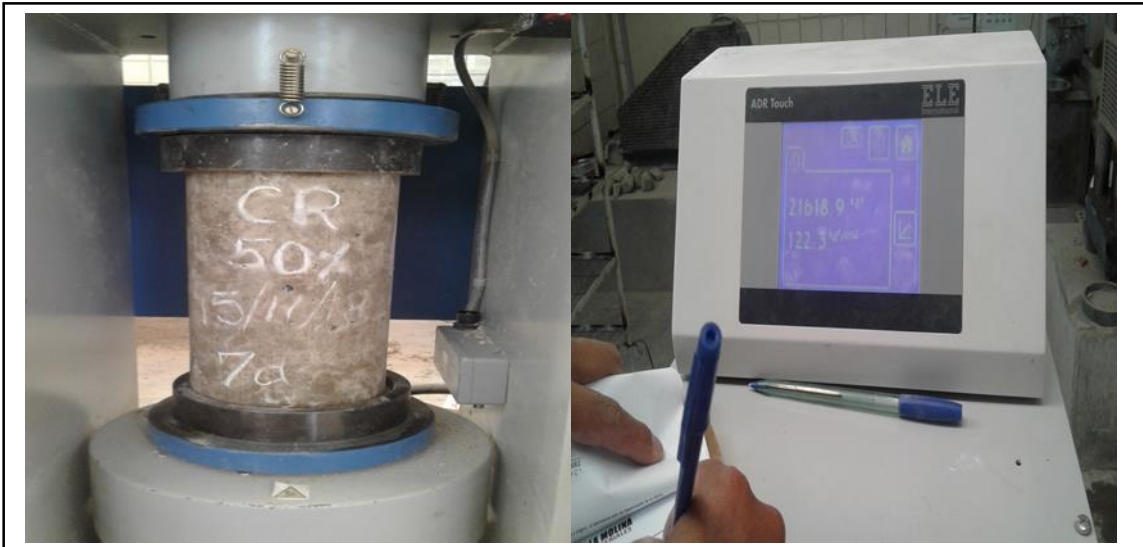


Figura 144. Testigos de resistencia a compresión con un 50% de a.g. reciclado. Fuente: Elaboración propia.



Figura 145. Fallas de los testigos. Fuente: Elaboración propia.

Como aprecian en las figuras anteriores, la realización de la prueba de rotura sometiendo a los testigos al esfuerzo ejercido por la máquina compresora, los testigos especificados como CR (concreto reciclado) usando un 50% de a.g. reciclado que fueron curados durante los 7 días, nos dio resultados con una resistencia de 122.3 y 117.32 Kg/cm<sup>2</sup>.

### Testigos de concreto con 100% A.G. Reciclado



Figura 146. Testigos de resistencia a compresión con 100% de a.g. reciclado con una resistencia registrada de 105.3 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Elaboración propia.



Figura 147. Fallas encontradas en los testigos. Fuente: Elaboración propia.

En las anteriores figuras se mostraron las pruebas de rotura sometiendo a los testigos al esfuerzo por la máquina compresora a los testigos especificados como CR (concreto reciclado) usando el 100% de a.g. reciclado sumergidos en un pozo durante los 7 días, los resultados alcanzados fueron de 105.30 y 104.60 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencias.

## Resultados de la resistencia a compresión de los testigos a los 7 días

<b>RESULTADOS DE LA ROTURA</b>							
MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
M - 1	15/11/2018	22/11/2018	7	6" * 12"	182.4	24624.0	135.0
M - 2	15/11/2018	22/11/2018	7	6" * 12"	182.4	22891.2	125.5
M - 3	15/11/2018	22/11/2018	7	6" * 12"	182.4	22307.5	122.3
M - 4	15/11/2018	22/11/2018	7	6" * 12"	182.4	19206.7	105.3

Figura 148. Resultados de la resistencia a compresión de probetas a los 7 días de curado, 1ra parte. Fuente: Elaboración propia.

<b>RESULTADOS DE LA ROTURA</b>							
MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
M - 1	19/11/2018	26/11/2018	7	6" * 12"	182.4	24886.9	136.4
M - 2	19/11/2018	26/11/2018	7	6" * 12"	182.4	23575.3	129.2
M - 3	19/11/2018	26/11/2018	7	6" * 12"	182.4	21400.9	117.3
M - 4	19/11/2018	26/11/2018	7	6" * 12"	182.4	19080.6	104.6

Figura 149. Resultados de la resistencia a compresión de probetas a los 7 días de curado, 2da parte. Fuente: Elaboración propia.

## Resistencia a compresión de los testigos a los 14 días

### Testigos de concreto convencional (PATRÓN)



Figura 150. Testigos a resistencia a compresión de 14 días, concreto patrón. Fuente: Elaboración propia.

A manera apreciada en la figura 150, hemos realizado la prueba de rotura sometidos al esfuerzo por la maquina compresora a los testigos especificados como CN (concreto patrón) sumergidas en un pozo durante los 7 días, estas serán mostradas en las posteriores figuras.



Figura 151. Resistencia de 178.1 kg/cm<sup>2</sup> y las fallas mostradas en el testigo. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados que arrojaron fueron de 178.1 y 185.38 Kg/cm<sup>2</sup> que nos indica que son mayores a la resistencia que fue diseñada.

### Testigos de concreto con 20% A.G. Reciclado



Figura 152. Testigos de resistencia a compresión de 14 días con un 20% de a.g. reciclado. Fuente: Elaboración propia.



Figura 153. Resistencia registrada de 163.7 kg/cm<sup>2</sup> y las fallas mostradas. Fuente: Elaboración propia.



A manera que fue apreciada en las figuras precedentes, hemos realizado pruebas de rotura sometidos con la maquina compresora a los testigos especificados como CR (concreto reciclado) incluido el 20% del a.g. reciclada a los 14 días de curado, nos dio resultados de resistencia de 163.7 y 163.36 Kg/cm<sup>2</sup>, además las fallas que se dieron en los testigos fueron pequeñas.

### Testigos de concreto con 50% A.G. Reciclado



Figura 154. Testigos a resistencia a compresión de 14 días, con un 50% de a.g. reciclado. Fuente: Elaboración propia.



Figura 155. Resistencia registrada de 162.8 kg/cm<sup>2</sup> y las fallas mostradas. Fuente: Elaboración propia.

A manera apreciada en figuras precedentes, hemos realizado la prueba de rotura sometidos con la maquina compresora a los testigos especificados como CR (concreto reciclado) incluido el 50% del a.g. reciclada a los 14 días de curado, nos dio unos

resultados de resistencia de 162.8 y 159.07 Kg/cm<sup>2</sup>, además las fallas que se dieron se mostraron.

### Testigos de concreto con 100% A.G. Reciclado



Figura 156. Testigos a resistencia a compresión de 14 días, con 100% de a.g. reciclado. Fuente: Elaboración propia.

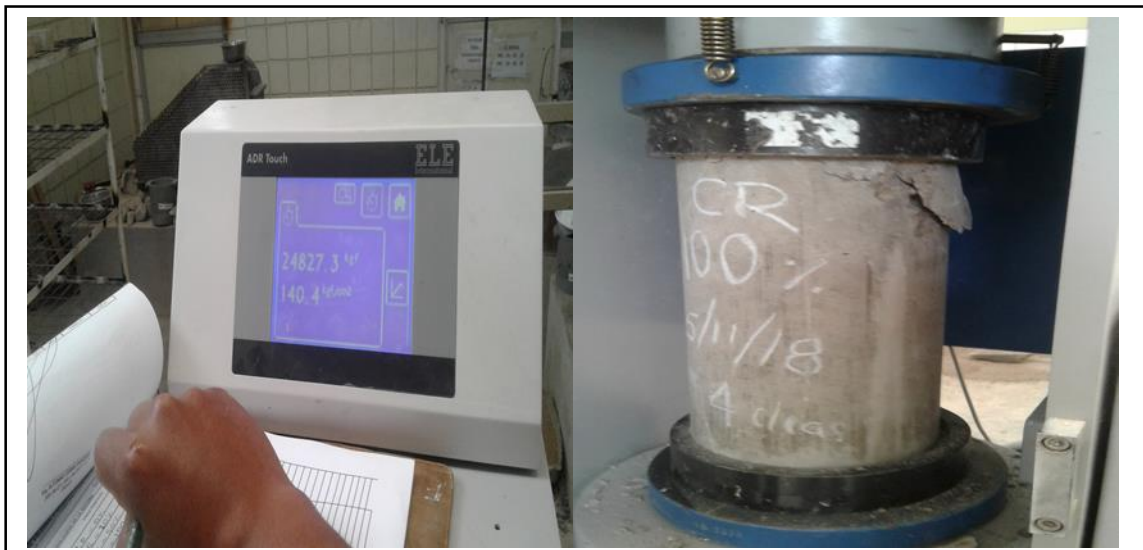


Figura 157. Resistencia registrada de 140.4 kg/cm<sup>2</sup> y las fallas mostradas. Fuente: Elaboración propia.

En vista a las figuras precedentes, realizadas la prueba de rotura con la maquina compresora a los testigos especificados como CR (concreto reciclado) con un 50% de a.g. reciclado durante 14 días sumergidas en un pozo, nos dio resultados con resistencias de 140.4 y 144.19 Kg/cm<sup>2</sup>, mostrando además las fallas que se dieron a la hora de realizar los ensayos.

## Resultados de la resistencia a compresión de los testigos a los 14 días

<b>RESULTADOS DE LA ROTURA</b>							
MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
M - 5	15/11/2018	29/11/2018	14	6" * 12"	182.4	32485.4	178.1
M - 6	15/11/2018	29/11/2018	14	6" * 12"	182.4	29858.9	163.7
M - 7	15/11/2018	29/11/2018	14	6" * 12"	182.4	29694.7	162.8
M - 8	15/11/2018	29/11/2018	14	6" * 12"	182.4	25609.0	140.4

Figura 158. Resultados de la resistencia a compresión de probetas a los 14 días de curado, 1ra parte. Fuente: Elaboración propia.

<b>RESULTADOS DE LA ROTURA</b>							
MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
M - 5	19/11/2018	03/12/2018	14	6" * 12"	182.4	33816.11	185.38
M - 6	19/11/2018	03/12/2018	14	6" * 12"	182.4	29799.33	163.36
M - 7	19/11/2018	03/12/2018	14	6" * 12"	182.4	29016.77	159.07
M - 8	19/11/2018	03/12/2018	14	6" * 12"	182.4	26302.44	144.19

Figura 159. Resultados de la resistencia a compresión de probetas a los 14 días de curado, 2da parte. Fuente: Elaboración propia.

## Resistencia a compresión de los testigos a los 28 días

### Testigos de concreto convencional (PATRÓN)



Figura 160. Testigos a resistencia a compresión de 28 días, concreto patrón. Fuente: Elaboración propia.

A manera apreciada en figura 160, realizados la prueba de rotura sometidos al esfuerzo por la maquina compresora a los testigos especificados como CN (concreto patrón) sumergidas en el pozo durante 28 días, los resultados se mostrarán en la siguiente figura de las resistencias que soportaron, los resultados que arrojaron fueron de la resistencia de 210.1 y 217.86 Kg/cm<sup>2</sup> que nos indica que son mayores a la resistencia que fue diseñada.



Figura 161. Resistencia de 210.1 kg/cm<sup>2</sup> y las fallas mostradas en el testigo. Fuente: Elaboración propia.

### Testigos de concreto con 20% A.G. Reciclado



Figura 162. Testigos de resistencia a compresión de 28 días con un 20% de a.g. reciclado y una resistencia de 186 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Elaboración propia.



Figura 163. Pequeñas fallas mostradas. Fuente: Elaboración propia.

Previo a lo visto en figuras precedentes, fueron realizadas pruebas de totura sometidos al esfuerzo por la maquina compresora a los testigos especificados como CR (concreto reciclado) con un 20% de a.g. reciclado durante 28 días sumergida en el pozo, nos dio resultados con una resistencia de 186 y 197.17 Kg/cm<sup>2</sup>, además las fallas que se dieron en las probetas son pequeñas.

### Testigos de concreto con 50% A.G. Reciclado



Figura 164. Testigos de resistencia a compresión de 28 días con un 50% de a.g. reciclado y una resistencia de 177.1 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Elaboración propia.



Figura 165. Pequeñas fallas mostradas. Fuente: Elaboración propia.

Previo en vistas de dos figuras precedentes se hicieron pruebas de rotura sometidos al esfuerzo por la maquina compresora a los testigos especificados como CR (concreto reciclado) con un 50% de a.g. reciclado durante 28 días sumergida en un pozo, el cual nos dio resultados de una resistencia de 177.1 y 175.46 Kg/cm<sup>2</sup>, además las probetas sufrieron pequeñas fallas.

## Testigos de concreto con 100% A.G. Reciclado

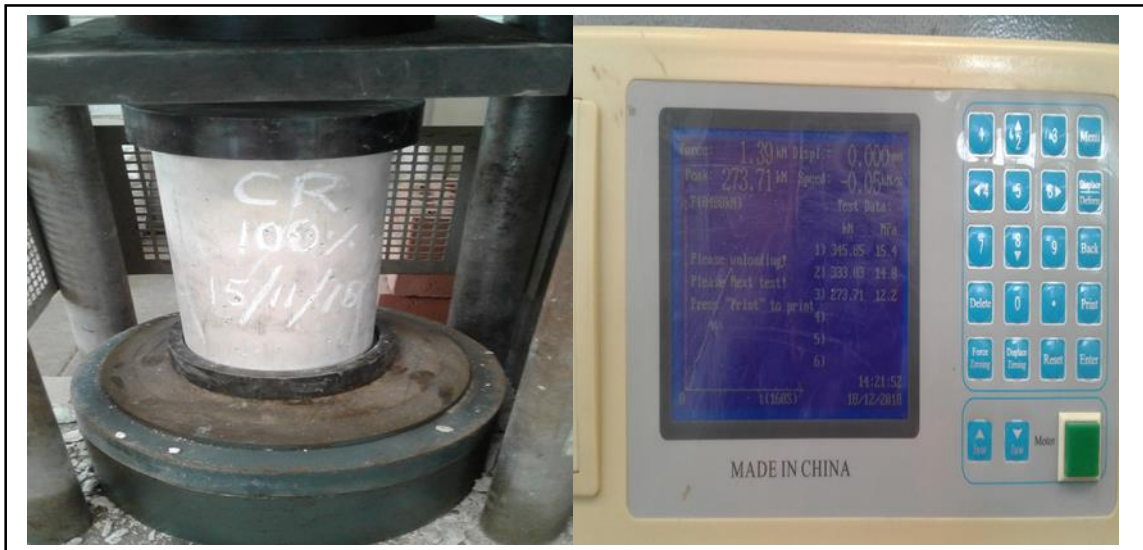


Figura 166. Testigos de resistencia a compresión de 28 días el 100% de a.g. reciclado y una resistencia de 152.9 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Elaboración propia.



Figura 167. Pequeñas fallas mostradas. Fuente: Elaboración propia.

Con previo a las dos figuras precedentes al realizar pruebas de rotura sometidos al esfuerzo por la maquina compresora a los testigos especificados como CR (concreto reciclado) incluido al 100% de a.g. reciclada durante 28 días sumergida en un pozo, nos dio resultados de una resistencia adecuada de 152.9 y 159.47 Kg/cm<sup>2</sup> mayores a la resistencia diseñada, mostrando así también las fallas que se dieron a la hora de realizar los ensayos de compresión, como se puede ver la probeta sufrió rajaduras y grietas.

### Resultados de la resistencia a compresión de los testigos a 28 días

<b>RESULTADOS DE LA ROTURA</b>							
MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
M - 9	15/11/2018	13/12/2018	28	6" * 12"	182.4	68598.8	210.1
M - 10	15/11/2018	13/12/2018	28	6" * 12"	182.4	60744.7	186.0
M - 11	15/11/2018	13/12/2018	28	6" * 12"	182.4	56562.2	177.1
M - 12	15/11/2018	13/12/2018	28	6" * 12"	182.4	49924.7	152.9

Figura 168. Resultados de la resistencia a compresión de probetas a los 28 días de curado, 1ra parte. Fuente: Elaboración propia.

<b>RESULTADOS DE LA ROTURA</b>							
MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
M - 9	19/11/2018	17/12/2018	28	6" * 12"	182.4	71141.90	217.86
M - 10	19/11/2018	17/12/2018	28	6" * 12"	182.4	64387.06	197.17
M - 11	19/11/2018	17/12/2018	28	6" * 12"	182.4	57296.59	175.46
M - 12	19/11/2018	17/12/2018	28	6" * 12"	182.4	52075.87	159.47

Figura 169. Resultados de la resistencia a compresión de probetas a los 28 días de curado, 2da parte. Fuente: Elaboración propia.

### 3.7 Aplicación del concreto en una vereda peatonal

#### Aplicación del concreto convencional

Para la siguiente aplicación del concreto convencional en una vereda peatonal se realizó los respectivos cálculos de la cantidad de materiales que se usaría en la vereda de las siguientes dimensiones de un ancho de 1.00 m, un largo de 3.50 m y una altura de 0.20 m, los cálculos se podrá apreciar en la siguiente figura.

<b>VEREDA PEATONAL - CONCRETO NORMAL, PARA F'c = 175 kg/cm<sup>2</sup></b>					
<b>METRADOS PARA EL CALCULO DE CONCRETO</b>					
ALTURA :	0.2	m	ANCHO :	1	m
N° DE VEREDAS :	1		LARGO :	3.5	m
TOTAL :	0.7000	m <sup>3</sup>			
	Para	1	m <sup>3</sup>	Para	0.7000 m <sup>3</sup>
					5% con desperdicio
AGUA	204.48	Lts	AGUA	143.13	Lts
CEMENTO	308.80	Kg	CEMENTO	216.16	Kg
ARENA	830.83	Kg	ARENA	581.58	Kg
PIEDRA	1026.10	Kg	PIEDRA	718.27	Kg
					150.29
					226.97
					610.66
					754.19
<b>DOSIFICACION EN VOLUMEN</b>			<b>Para</b>		<b>0.7000 m<sup>3</sup></b>
					5% con desperdicio
CEMENTO	0.21	m <sup>3</sup>	CEMENTO	0.14	m <sup>3</sup>
A.FINO	0.52	m <sup>3</sup>	ARENA	0.37	m <sup>3</sup>
A.GRUESO	0.69	m <sup>3</sup>	PIEDRA	0.48	m <sup>3</sup>
					0.15
					0.39
					0.51

Figura 170. Resultados de los cálculos de la cantidad de materiales. Fuente: Elaboración propia.

(Bolsas)		
Nro de bolsas/cemento	Arena (bolsas) 40kg	Piedra (bolsas)40kg
5.3	15.27	18.85

(m3)		
Nro de bolsas	Arena (m3)	Piedra (m3)
5.3	0.39	0.51

Figura 171. Cantidad de materiales en bolsas y m3. Fuente: Elaboración propia.

Con previo apreciada en figura 171, la dosificación dada y resultados de la cantidad de materiales que se usó en bolsas o m3 para aplicar el concreto diseñado en la vía peatonal en Huaycán.

### Aplicación de concreto reciclada

En caso de la siguiente aplicación en una vereda peatonal se realizó los respectivos cálculos de la cantidad de materiales que se usaría en la vereda de las siguientes dimensiones de un ancho de 1.00 m, un largo de 2.00 m y una altura de 0.15 m, los cálculos realizados se apreciará en la siguiente figura.

VEREDA PEATONAL - CONCRETO RECICLADO PARA F'c = 175 kg/cm2						
METRADOS PARA EL CALCULO DE CONCRETO						
ALTURA :	0.15	m	ANCHO :	1	m	
Nº DE VEREDAS :	1		LARGO :	2	m	
TOTAL :	0.3000 m <sup>3</sup>					PATRON
	Para	1 m <sup>3</sup>	Para	0.3000 m <sup>3</sup>	CANTIDAD 100%	5% con desperdicio
AGUA	225.96	Lts	AGUA	67.79	Lts	71.18
CEMENTO	345.38	Kg	CEMENTO	103.61	Kg	108.79
ARENA	741.87	Kg	ARENA	222.56	Kg	233.69
PIEDRA	1026.10	Kg	PIEDRA	307.83	Kg	0.00
			A.G.RECICL. 100%	307.83	Kg	323.22
DOSIFICACION EN VOLUMEN			Para	1.0000 m <sup>3</sup>	CANTIDAD 100%	5% con desperdicio
CEMENTO	0.23	m3	CEMENTO	0.23	m3	0.24
A.FINO	0.47	m3	ARENA	0.47	m3	0.17
A.GRUESO	0.69	m3	PIEDRA	0.69	m3	0.00
			A.G.RECICL. 100%	0.69	m3	0.72

Figura 172. Resultados de los cálculos de la cantidad de materiales. Fuente: Elaboración propia.

(Bolsas)			
Nro de bolsas/cemento	Arena (bolsas) 40kg	Piedra (bolsas)40kg	Reciclado (bolsas) 35kg
2.6	5.84	0.00	9.23

(m3)			
Cemento (m3)	Arena (m3)	Piedra (m3)	Reciclado (m3)
0.24	0.17	0.00	0.72

Figura 173. Cantidad de materiales en bolsas y m3. Fuente: Elaboración propia.



En vista a la figura precedente, la dosificación dada y resultados de la cantidad de materiales como cemento, arena y agregado reciclado se compró en bolsas y m3 para aplicar el concreto diseñado en la vía peatonal en Huaycán.

GENERAL DE MATERIALES (Bolsas)			
Nro de bolsas/cemento	Arena (bolsas) 40kg	Piedra (bolsas)40kg	Reciclado (bolsas) 35kg
7.9	21.11	0.00	9.23
GENERAL DE MATERIALES (m3)			
Cemento (m3)	Arena (m3)	Piedra (m3)	Reciclado (m3)
0.39	0.56	0.51	0.00

Figura 174. Cantidad general de materiales en bolsas y m3. Fuente: Elaboración propia.

La anterior figura de cálculo fue para realizar compras de manera general como el cemento, la arena gruesa, piedra chancada y en excepción del agregado grueso reciclado ya que ello nos dio el encargado de Laboratorio de pruebas y ensayo de materiales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, lo cual usamos de manera adecuada en la vía peatonal ubicado en Huaycán.

A continuación, en las siguientes figuras se apreciará claramente los materiales que se ha adquirido y utilizada en aplicaciones del concreto convencional y reciclada en vía peatonal en Huaycán, además también los pasos y proceso de la realización de la vereda.

### Materiales y aplicación en campo



Figura 175. Materiales cemento sol y arena gruesa. Fuente: Elaboración propia.



Figura 176. Materiales piedra chancada y agregado grueso reciclado. Fuente: Elaboración propia.



Figura 177. Limpieza del terreno natural. Fuente: Elaboración propia.



Figura 178. Trazo en el terreno y encofrado de la vereda. Fuente: Elaboración propia.



Figura 179. Compactando el terreno y nivelando con la manguera de agua. Fuente: Elaboración propia.



Figura 180. Terreno saturado y cama con piedra chancada. Fuente: Elaboración propia.



Figura 181. Mezclado de concreto. Fuente: Elaboración propia.



Figura 182. Vertimiento del concreto y nivelando superficialmente. Fuente: Elaboración propia.



Figura 183. Acabado de la vereda. Fuente: Elaboración propia.



Figura 184. Acabado de las bruñas. Fuente: Elaboración propia.



Figura 185. Agregando arena, agregado grueso reciclado y cemento. Fuente: Elaboración propia.



Figura 186. Mezcla de los agregados. Fuente: Elaboración propia.



Figura 187. Mezcla de concreto. Fuente: Elaboración propia.



Figura 188. Vertimiento del concreto a la vereda. Fuente: Elaboración propia.



Figura 189. Nivelación de la vereda. Fuente: Elaboración propia.



Figura 190. Realización de la bruñas. Fuente: Elaboración propia.



Figura 191. Acabado de la vereda. Fuente: Elaboración propia.



Figura 192. Nivelación y acabado del tramo pequeño. Fuente: Elaboración propia.



Figura 193. Finalización del acabado de la vereda. Fuente: Elaboración propia.



Figura 194. Imagen final. Fuente: Elaboración propia.

### Resultados gráficamente usando las barras

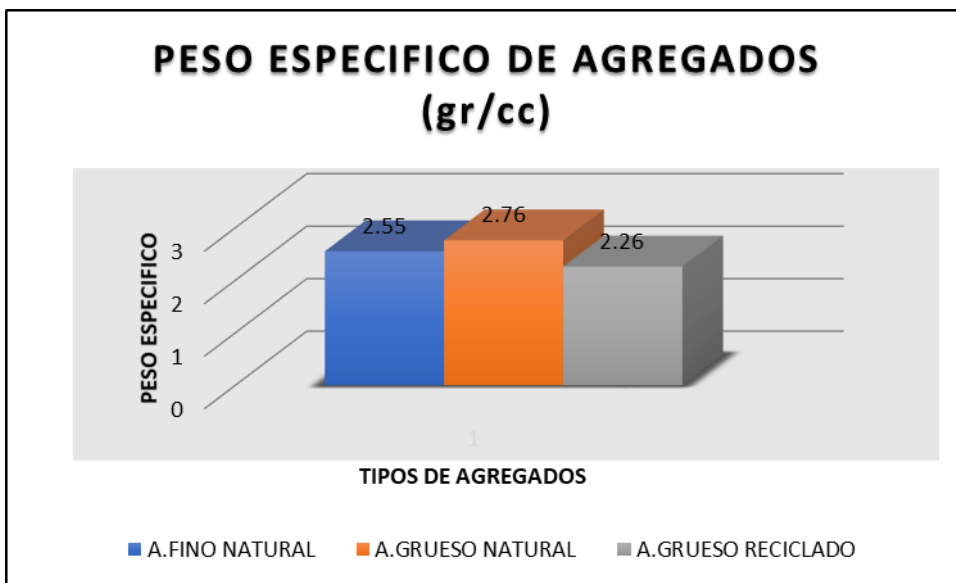


Figura 195. Peso específico de los agregados. Fuente: Elaboración propia.

Con previo a la apreciación en el grafico precedente, los agregados gruesos reciclados tienden a tener un peso específico menor en relación con los agregados convencionales, esto quiere decir que el a.g. reciclado es material más ligero.



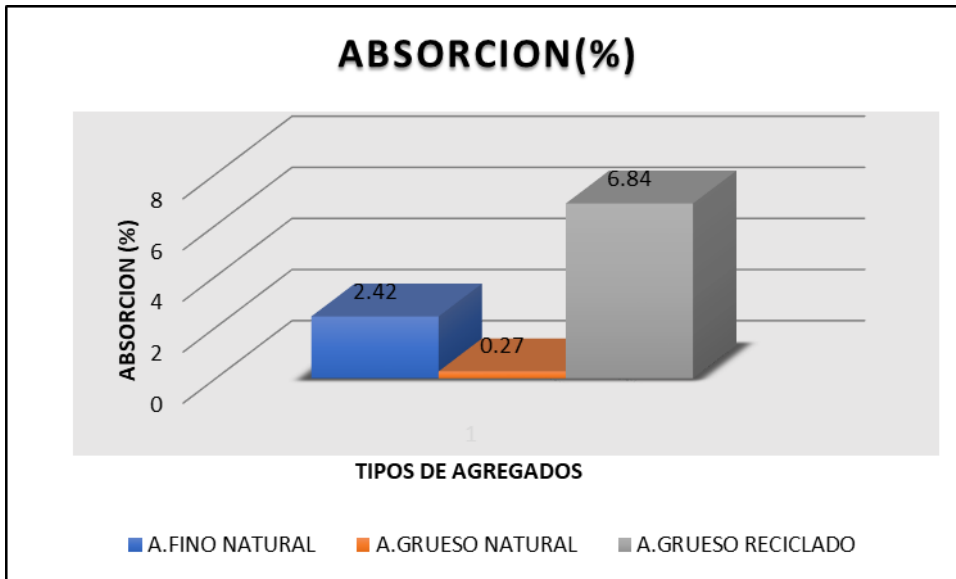


Figura 196. Porcentaje de absorción de los agregados. Fuente: Elaboración propia.

A manera apreciada en la anterior figura, los agregados gruesos reciclados tienden a tener un mayor porcentaje de absorción a diferencia a los materiales convencionales; esto es requerido a que el agregado reciclado lleva en parte mortero adherido y absorbe humedad.

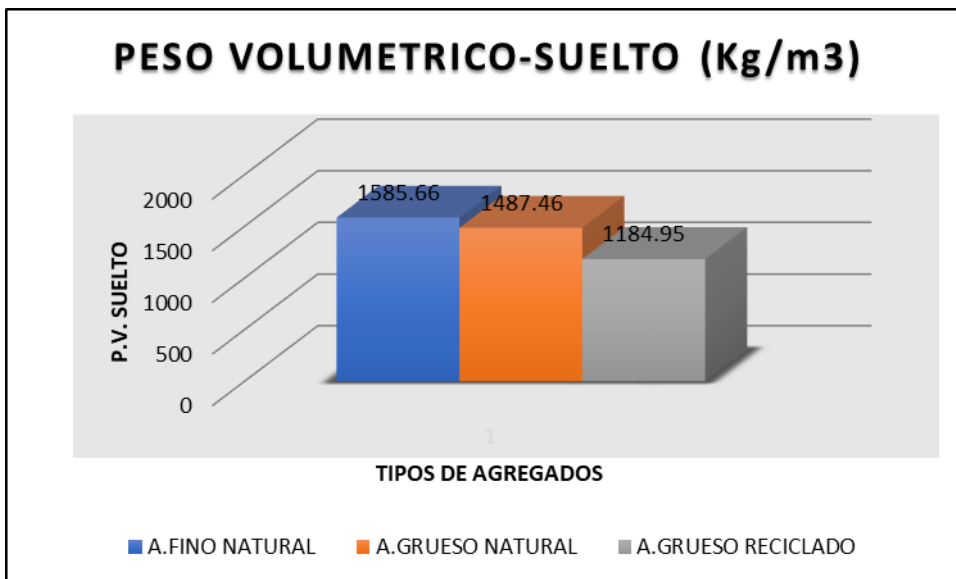


Figura 197. Porcentaje de absorción de los agregados. Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la norma, los agregados del concreto de peso normal varían entre 1.5 y 1.7 g/cm<sup>3</sup>; según el grafico mostrado parte de los agregados naturales como el agregado fino y grueso cumplen, sin embargo, el agregado grueso reciclado tiene un menor peso volumétrico y no se encuentran en el rango del peso normal, esto debido a que tiende a ser liviano.

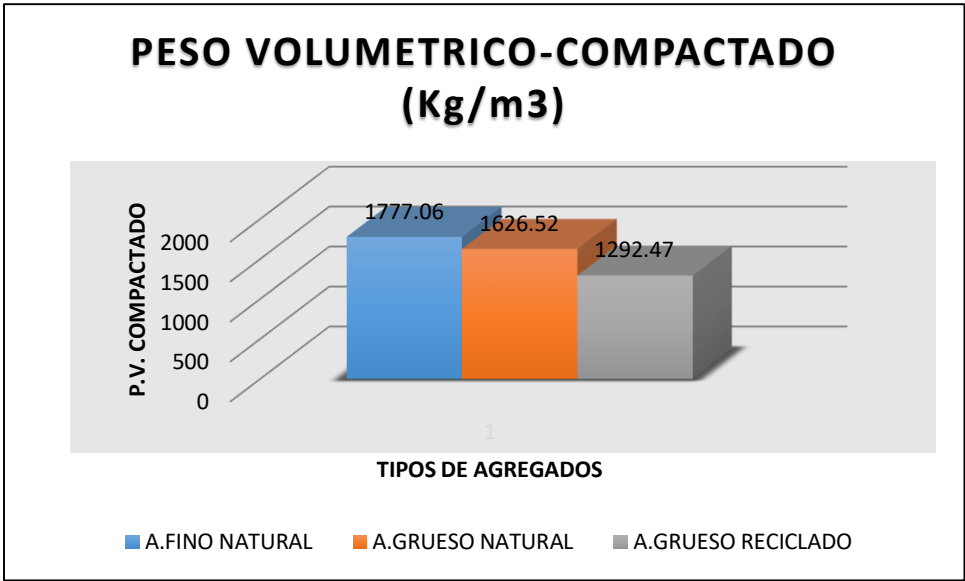


Figura 198. Porcentaje de absorción de los agregados. Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo según norma, los agregados del concreto de peso normal varían entre 1.5 y 1.7 g/cm<sup>3</sup>; según el grafico mostrado parte de los agregados naturales cumple, sin embargo, el agregado grueso reciclado tiene un menor peso compactado.

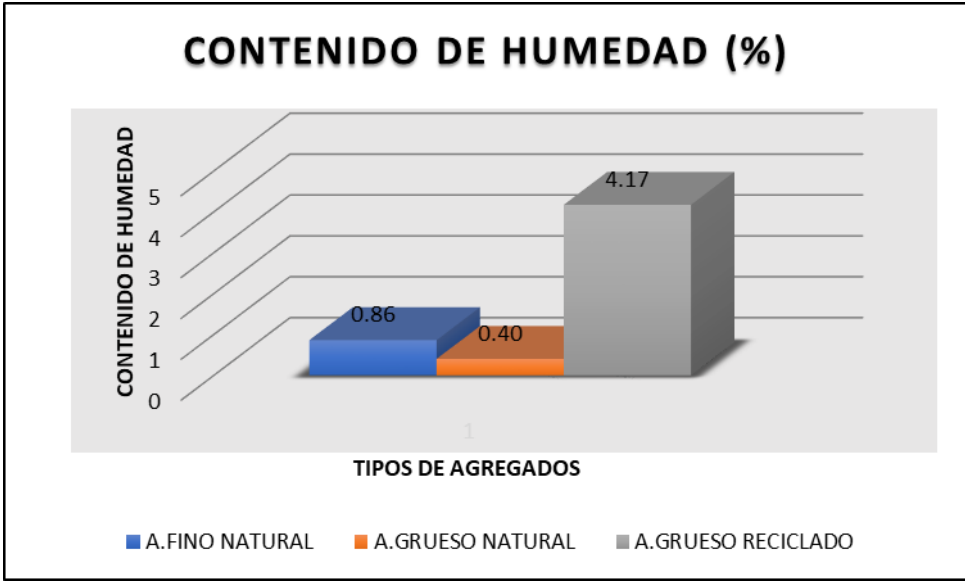


Figura 199. Porcentaje de absorción de los agregados. Fuente: Elaboración propia.

Tal apreciada en figura precedente, los agregados naturales tienden a tener un menor porcentaje de humedad contenida, sin embargo, estos agregados reciclados tienen un mayor porcentaje, esto debido al mortero adherido que posee.

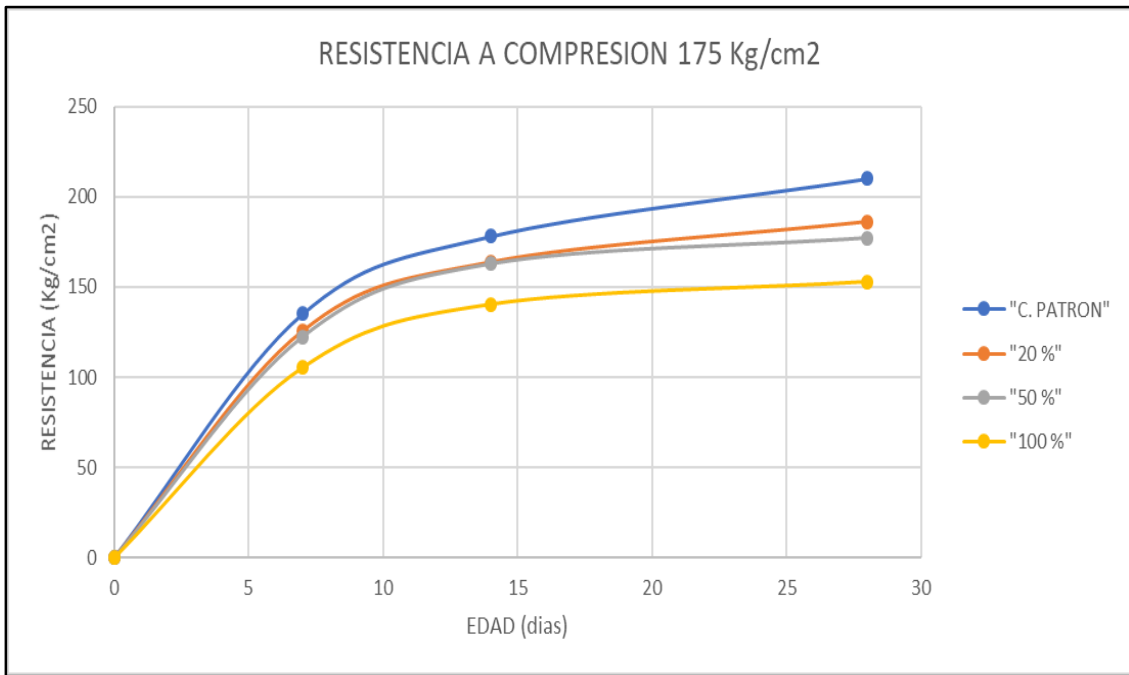


Figura 200. Resistencia a la compresión de testigos 1ra parte. Fuente: Elaboración propia.

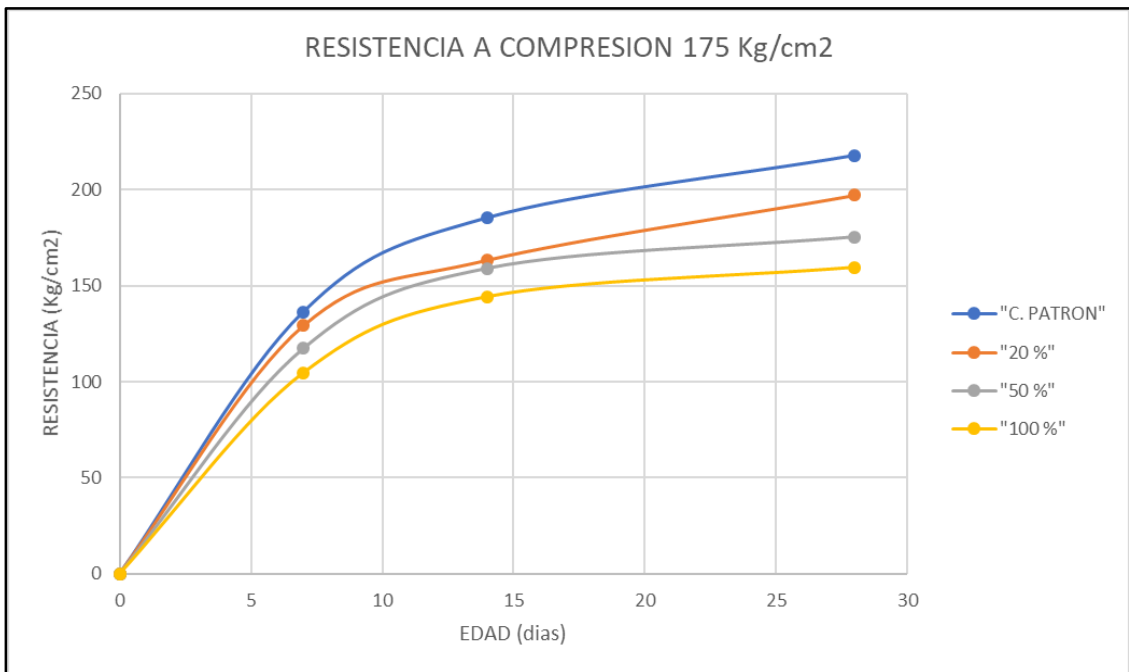


Figura 201. Resistencia a la compresión de testigos 2da parte. Fuente: Elaboración propia.

En vista observada a los gráficos anteriores, concreto a mas porcentaje del agregado reciclado (100%), tiene una menor resistencia a compresión en comparación a demás % de agregado reciclada, sin embargo, esta no supera la resistencia que fue diseñado de 175 Kg/cm<sup>2</sup>, lo cual es menor con 152.9 Kg/cm<sup>2</sup> y 159.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

## **IV. DISCUSSION**

Los autores Agreda, G. y Moncada, G. en su tesis titulada viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados, indicaron en sus resultados del comportamiento de las tres muestras realizadas con 25%, 50% y 70% del agregado grueso reciclado sustituyendo el agregado convencional en proporciones iguales diseñadas para una resistencia de 28MPa, lo cual concluyeron que haciendo la evaluación de las características mostradas en su investigación mediante las pruebas ensayadas siendo favorables, debido a que estas superaron a lo diseñado. Por lo cual estamos de acuerdo con lo mencionado de los autores, ya que en nuestra investigación los resultados que obtuvimos con 20% y 50% del agregado grueso reciclado fueron favorables en superar a la resistencia diseñada a los 28 días a excepción del 100%.

El autor Bojacá, N. en tesis de maestría titulada propiedades mecánicas y durabilidad de concretos con agregado reciclado, indicaron partir de las pruebas ensayadas, mencionando a aquellos agregados reciclados provenientes de la trituración muestran porcentaje alto de absorber y de consistencia menor a comparación a los agregados naturales, caso que de igual manera nosotros al hacer nuestros ensayos respectivos concordamos con el autor debido a que estas tienen un alto porcentaje en absorción, debido a que absorbe mucha agua.

Los autores Morales, J. Suaste, D. y Ávila, A. en su tesis titulada diseño de una mezcla con materiales reciclados para producción de adoquines, mostraron en sus resultados que realizaron usando los residuos de construcción y residuos de llanta como materia prima, determinando 8 mezclas de concreto variando desde 0 %, 2 %, 5 % y 10 % de llanta, para las 4 mezclas utilizaron únicamente los desechos de construcción y los restantes de los desechos de varios materiales, lo cual para cada mezcla que propusieron, realizaron probetas cilíndricas para luego someterlos a los ensayos de compresión. Obteniendo así una resistencia máxima con desechos de construcción sin llanta de 8.86 MPa, y la otra resistencia máxima que obtuvieron usando los desechos de construcción con llanta de 6.38 MPa. Por lo que nosotros también podemos mencionar que utilizamos solo el agregado grueso reciclado como reemplazo al agregado grueso natural, con porcentajes 0 %, 20 %, 50 % y 100% de los a.g. recicladas de probetas, lo cual al someterlos a la prueba de rotura nos dio una resistencia máxima de 197.17 Kg/cm<sup>2</sup> durante 28 días sumergida en el pozo, que es mayor al  $F_c$  diseñada.

El autor Montiel, J. en su tesis de maestría titulada uso de agregados reciclados para la fabricación de adoquines que se puedan utilizar en la pavimentación de calles, avenidas y pasos peatonales, mostró sus resultados que obtuvo en su investigación desde los escombros de obra y demoliciones que le resultaron viables para la elaboración de los adoquines, que al utilizar cierto material reciclada lograron alcanzar la resistencia de 400 Kg/cm<sup>2</sup> en el cual, les dio una menor resistencia a lo que la norma mexicana les pide, que es una resistencia mínima de 405 Kg/cm<sup>2</sup>. Dado que, del mismo modo en nuestra investigación nos resultó factible los ensayos que realizamos para la elaboración de vías peatonales, lo cual al usar el material reciclada a un porcentaje del 100 % nos dio un resultado de menor resistencia de 152.9 Kg/cm<sup>2</sup> a la resistencia diseñada.

El autor Skevik, M. en su tesis titulada used concrete recycled as aggregate for new concrete, de manera que el autor da a conocer un nuevo sistema para dosificar mezclas de concreto denominado sistemas de volumen de concreto equivalente que se crea en una hoja de Excel, esta hoja de trabajo es más como un ejemplo de programa para una dosificación concreta. Además, dando a conocer de cómo un decrecimiento de resistencias reduce resistencias a una viga, esta reducción es calculada a través de una ecuación propuesta que toma la cantidad del agregado reciclado de concreto. Por lo cual nosotros estamos de acuerdo con su investigación del autor, ya que al igual que él nosotros también hicimos en el Office Excel la dosificación, que nos ayuda para calcular las proporciones de los materiales para verter la mezcla

El autor Sorato, R. en su tesis de bachiller titulada recycled aggregate concrete, de manera que el autor muestra lo que encontró de algunos agregados reciclados se pueden usar como un componente al momento de la producción del concreto sin debilitarla su estructura. Una de las pruebas que se presentó el autor ha reemplazado parcial y/o totalmente el agregado convencional por el agregado reciclado, indicando que las características mecánicas del concreto reciclado necesario en gran medida de la importancia del material desechado que se utilizó para hacer el concreto sostenible, que cuanto más homogénea sea el agregado reciclado, más fuerte será su aplicación a la producción de concreto. Coincidimos con su investigación del autor en la manera que el un buen concreto reciclado es necesario a que sean unos buenos agregados y de homogeneidad del mezclado llevando un control y supervisión adecuado al momento de ejecutarla.

Los autores Jordan, J. y Viera, N. con su tesis titulado estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra, mostraron en sus resultados de ensayos que elaboraron utilizando principalmente los agregados de concreto reciclado para hacer su cálculo de diseños de la mezcla de acuerdo a la norma ACI y someterlos a la compresión durante los 7, 14 y 28 días de curado en el agua, lo cual concluyeron que el agregado reciclado genera una mayor absorción, debido a su composición. Por lo que nosotros también concordamos con su investigación, debido a que en nuestro caso también al utilizar el agregado grueso reciclado de las probetas trituradas, tienen mayor por ciento en absorber agua a diferencia a los agregados convencionales.

El autor Asencio, A. en su tesis titulado efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , indica en sus resultados realizados experimentalmente el ensayo de rotura del cilindro de  $F'c$  de  $210 \text{ Kg/cm}^2$  que fue elaborados a partir del material reciclada, dando un porcentaje de 15.49, lo cual presenta menor al ser elaborados a partir de los materiales convencionales. Nosotros estamos en concordancia con lo que menciona el autor, debido a que no solamente en nuestro caso sino también en el caso de otros autores, al realizar estas pruebas de roturas de probetas de diferentes  $F'c$  diseñadas, siempre el concreto convencional tendrá mayor resistencia al del concreto reciclado.

Las autoras Carizaile, E. y Anquise, S. en su tesis titulada viabilidad del uso de concreto reciclado para la construcción de viviendas en la ciudad de Tacna, mencionaron sus resultados en la fabricación de concreto reciclado que realizaron 16 diseños de mezclas representativas, considerando porcentajes de sustitución de 0%, 20%, 50% y 100% para resistencias de 210 a  $280 \text{ kg/cm}^2$  con la inclusión de aditivos, lo cual determinaron que las propiedades del concreto reciclado son semejantes al concreto usual pero el costo fue elevado en 20 s/. Estamos de acuerdo con las autoras debido a que al incluir aditivos a la mezcla la resistencia y el costo serán mayores, pero en nuestra investigación no incluimos aditivos por lo que la resistencia y el costo son menores al del concreto normal.

El autor Ramos, J. en tesis dosificación del concreto reciclado para el uso en unidades de pavimentos de bajo tránsito, distrito de lince, lima 2018, mostró resultados factibles al realizar sus ensayos utilizando agregados reciclados procedentes de las

probetas y de la construcción, con un 10 %, 30 % y 50 % de agregados a los 7, 14 y 28 días de curado, propuestos a cumplir resistencias a 320 kg/cm<sup>2</sup>. En vista ello concordamos con el autor, debido a que en nuestra investigación de haber diseñado para una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>, si nos dieron resultados favorables con los porcentajes de 20 % y 50%, pero sin embargo con el porcentaje 100% de concreto reciclado nos dio menor resistencia obteniendo así unas resistencias menores a lo que fue diseñada con 152.9 y 159.5 Kg/cm<sup>2</sup> durante 28 días sumergida en el pozo.

El autor Sumari, J. en su tesis titulada estudio del concreto de mediana a alta resistencia elaborado con residuos de concreto y cemento portland tipo I, mostró resultado que el agregado fino y grueso reciclada es incrementada su % de absorción en 639 y 867 %, tiene disminución del peso unitaria suelta en 15.2 % y 11.3 %, disminución del peso unitario compactado en un 14.8 % y 10.5 % respectivamente. Coincidimos con su investigación del autor, debido a que en nuestro caso y de otros autores los agregados reciclados tienden a tener un alto porcentaje de absorción, mayor porcentaje del peso unitario compactada pero menor peso unitario suelto a comparación con los agregados naturales.

El autor Samaniego, K. en su tesis uso del concreto simple como agregado grueso para el diseño de los elementos de concreto simple de un parque recreativo en la urbanización San José del distrito veintiséis de octubre-Piura-Piura, 2018, con los resultados mostradas del concreto simple luego de haber realizado los diferentes ensayos en el laboratorio concluye que el material granular grueso evidencia en la absorción de 7.11 %, implicada por tener una alta porosidad en la partícula. Otras de las características que obtuvieron fue del volumen específico de 2.422gr/cm<sup>3</sup>, peso unitaria suelta y compactada 1224.17 y 1439.59 Kg/m<sup>3</sup> correspondientemente. En este caso coincidimos con su investigación del autor, debido que también los agregados reciclados tienden a tener un alto porcentaje de absorción de 6.84 %.

El autor Conocc, J. en sus tesis titulada viabilidad del uso de agregado reciclado para la elaboración de concreto de F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup> proveniente a partir de trituración de probetas en laboratorio de pruebas de las muestras de una obra en el distrito de la molina, indico en sus resultados que el concreto con agregado reciclado obtuvo una menor resistencia que el concreto patrón; así también los resultados fueron los mismos en nuestra



investigación, generándose una determinada diferencia, y esto debido a la baja calidad del agregado grueso.

El autor Esteban, K. en su tesis titulada utilización de agregado grueso de concreto reciclado en elementos estructurales de concreto reforzado, indicaron sus resultados que el agregado grueso reciclado como adición en una mezcla de concreto es funcional para elementos estructurales de tal manera que se desempeña bien a flexión y cortante; sin embargo en nuestra investigación la utilización de mezcla incluido el a.g. reciclada es dable para el pavimento peatonal, con vista a ello concluimos que la utilización de este tipo de material reciclado es utilidad para un nuevo concreto.

## **V. CONCLUSIONES**

- Esta investigación llega a la conclusión, que al hacer el diseño de mezcla del concreto reciclado para las vías peatonales – Huaycán – Lima – 2018, se realizó de manera óptima de acuerdo con la norma establecida en esta investigación.
- Se determinó las propiedades del concreto reciclado, las cuales mostraron datos viables, estas para ser usados en nuestros ensayos.
- Los resultados fueron variables en la dosificación, esto con el fin de llegar al slump diseñado para nuestra mezcla, en este caso nuestro slump correspondiente fue de 3” para toda determinación de los ensayos desarrollados.
- Se utilizó con ciertos porcentajes del material grueso reciclada juntamente con los agregados naturales para nuestro diseño del concreto reciclado.
- En el ensayo de la rotura de probetas, estas sumergidas por 28 días, se obtuvo mayor esfuerzo al ser aplicadas por la maquina compresora, está dando mayor resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>. En este caso utilizando el 50% del material reciclada.
- El concreto reciclado usado en la aplicación vía peatonal tuvo un 100% de agregado grueso reciclado.
- Para que el concreto sea trabajable y llegue al slump deseado, se le debe aumentar agua, esto debido a que el agregado reciclado absorbe por el mortero que lleva.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizarse más estudios acerca del agregado reciclado, ya que en la tesis desarrollada se efectuó para una vía peatonal con una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>.
- Al realizarse mezcla de concreto, los agregados reciclados deben ser lo más homogéneos posibles, esto con el fin de que el concreto se asemeje a las propiedades de un concreto convencional.
- Se recomienda hacer estudios acerca de la durabilidad del concreto después de haberse aplicado este sistema a una vía peatonal.
- Los diseños de mezclas con agregado reciclado deben ser lo más económico posible con respecto a un concreto convencional.
- Se recomienda hacer estudios del diseño de mezcla con agregado reciclado para una vía peatonal agregándole aditivos.
- Se recomienda realizar la inspección desde un inicio de elaboración de los ensayos hasta la culminación de lo realizado, esto con un fin que se garantice un buen concreto reciclado.
- Se recomienda realizar estudios del concreto reciclado para la aplicación de elementos estructurales.

## **VII. REFERENCIAS**

- Agreda, G. y Moncada, G. 2015. “Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados” Colombia – Bogotá.
- Bojacá, N. 2013. “Propiedades mecánicas y de durabilidad de concretos con agregado reciclado” Bogotá – Colombia.
- Morales, J. Suaste, D. y Ávila, A. 2017. “Diseño de una mezcla con materiales reciclados para producción de adoquines” México.
- Montiel, J. 2017. “Uso de agregados reciclados para la fabricación de adoquines que se puedan utilizar en la pavimentación de calles, avenidas y pasos peatonales” México.
- Skevik, M. 2013. “Used concrete recycled as aggregate for new concrete” Valencia.
- Sorato, R. 2016. “Recycled aggregate concrete” Finlandia.
- López, J. 2018. “Análisis de la propiedades fisicoquímicas y mineralógicas de los materiales empleados en la elaboración de recobloques” México.
- Guacaneme, F. 2015. “Ventajas y usos del concreto reciclado” Colombia.
- Chauveinc, J. 2013. “Estudio experimental de propiedades mecánicas de hormigones con árido reciclado mediante la modificación del método de mezclado del hormigón” Santiago – Chile.
- Arriaga, L. (2013) en su trabajo titulada “Utilización de agregado grueso de concreto reciclado en elementos estructurales de concreto reforzado” Bogotá – Colombia.
- Sumari, J. 2016. “Estudio del concreto de mediana a alta resistencia elaborado con residuos de concreto y cemento portland tipo I” Perú
- Jordan, J. y Viera, N. 2014. “Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra” Perú.
- Asencio, A. 2014. “Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ” Perú.
- Carizaile, E. y Anquise, S. 2015. “Viabilidad del uso de concreto reciclado para la construcción de viviendas en la ciudad de Tacna” Tacna - Perú.
- Ramos, J. 2018. “Dosificación del concreto reciclado para el uso en unidades de pavimentos de bajo tránsito, distrito de lince, lima 2018” Lima – Perú.
- Samaniego, K. 2018. “Uso del concreto simple como agregado grueso para el diseño de los elementos de concreto simple de un parque recreativo en la urbanización San José del distrito veintiséis de octubre-Piura-Piura, 2018” Piura – Perú.
- Velásquez, L. (2015) con su tesis titulado “Propiedades físico mecánicas del concreto reciclado para lima metropolitana” Lima – Perú.
- Esteban, K. 2018. “Reaprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, como agregado reciclado para la elaboración de adoquines, 2018” Lima – Perú.
- Rodríguez, G. 2018. “Resistencia a la compresión del concreto  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  con tres porcentajes de reemplazo de agregados con concreto reciclado” Cajamarca – Perú.
- Conocc, J. (2018) con su tesis titulado “Viabilidad del uso de agregado reciclado para la elaboración de concreto de  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  proveniente de la trituración

de probetas del laboratorio de ensayos de materiales de una obra en el distrito de la molina” Lima – Perú.

- Carrasco, R. 2018. “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” Ecuador.
- Silva, C. 2017. “Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta de tratamiento y transformación de residuos de construcción en agregado de concreto” Perú.
- Bedoya, C. y Dzul, L. 2015. “El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana” Santiago.
- Revista ALCONPAT, 2015. “Concreto reciclado” México.
- Cárdenas, W. y Hernández, J. 2014. “Caracterización de los agregados de concreto reciclado propiedades técnicas y uso”.
- Robayo, R; Matthey, P; Silva, Y. y Delvasto, S. 2014. “Comportamiento en estados frescos y duraderos de un concreto autocompactante, adicionado con escoria de carbón, y elaborado con grueso de concreto reciclado”
- Bedoya, C. 2013. “El concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles” Colombia.
- Marroquín, E. 2012. “Reciclaje de desechos de concreto y verificación de características físicas y propiedades mecánica” Guatemala.
- Barroso, L. y Gómez, C. 2011. “Análisis de la incorporación de materiales reciclados de los residuos de la construcción, para ser usados como agregados en elementos estructurales y no estructurales” Venezuela.
- Bautista, M. y Parra, K. 2010. “Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros” Bolivia.
- Werle, A; Troian, A; Alcântara, J; Kulakowski, M. y Kazmierczak, C. 2010. “Análisis de metodologías utilizadas para caracterización de absorción de agua de concreto reciclado como agregado” Brasil.
- Ferreira, J. 2009. “Aprovechamiento de escombros como agregados no convencionales en mezclas de concreto” Bolivia.
- Vanegas, J. y Robles, J. 2008. “Estudio experimental de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para su uso en edificaciones convencionales” Bogotá.
- Martínez, I. y Mendoza, C. 2006, “Comportamiento mecánico de concreto fabricado con agregados reciclados” México.
- Cruz, J. y Velásquez, R. 2004. “Concreto Reciclado” México.
- Hincapié, A. y López, E. 2002. “Agregado reciclado para morteros” Colombia.
- Xiao, J. Lei, B. y Zhang, Ch. 2009. “Effects of Recycled Coarse Aggregates on the Carbonation Evolution of Concrete” China.
- Malasev, M. Radonjamine, V. y Marinkovic, S. 2010. “Recycled Concrete as Aggregate for Structural Concrete Production” Serbia.
- Banjad, I. Stirmer, N. y Milovanovic, B. 2014. “Durability properties of recycled aggregate concrete” Croacia.
- Binte, S. 2014. “Mechanical and durability properties of recycled and repeated recycled coarse aggregate concrete” Colombia.



- Naik, T. y Moriconi, G. 2004. “Environmental-friendly durable concrete made with recycled materials for sustainable concrete construction” USA.
- Idagu, O. 2017. “The Effects of Recycled Aggregates on Compressive Strength of Concrete” Nigeria.
- Dosho, Y. 2007. “Application of Recycled Aggregate Concrete Produced by Aggregate Replacing Method” Japón.
- Corinaldesi, V y Moriconi, G. 2002. “Durability of Recycled-Aggregate Concrete Incorporating High Volumes of Fly Ash” Italia.

## **VIII ANEXO**



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

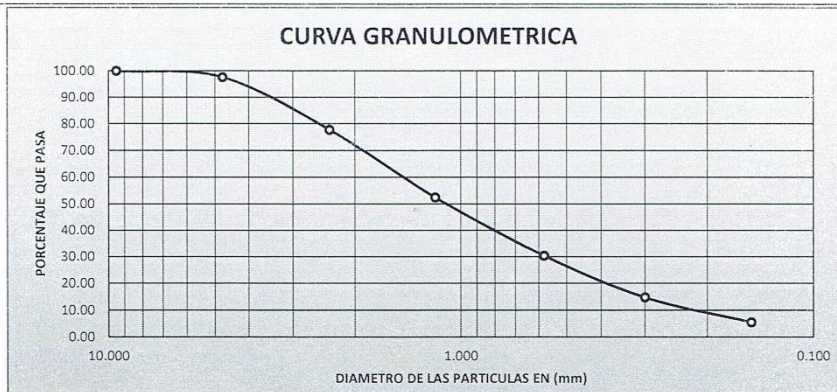
INFORME N° - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : CRUZ RAMOS EDWAR ANTONY - PALOMINO TAIPE CLINZON  
PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RECICLADO PARA LAS VÍAS PEATONALES - HUAYCÁN - LIMA - 2018.  
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA  
FECHA DE RECEPCION : La Molina,  
FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de diciembre de 2018

MUESTRA : AGREGADO FINO

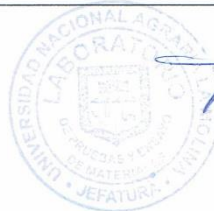
## ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO-NTP 400.012

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	14.30	2.38	2.38	97.62
N° 8	2.360	119.50	19.92	22.30	77.70
N° 16	1.180	151.60	25.27	47.57	52.43
N° 30	0.580	132.60	22.10	69.67	30.33
N° 50	0.300	93.60	15.60	85.27	14.73
N° 100	0.150	55.30	9.22	94.48	5.52
FONDO		33.10	5.52	100.00	0.00
TOTAL		600.00			



MODULO DE FINURA 3.22

Observación : Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



Ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
Jefe del LP y EM y del DOT y C.  
UNALM



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : CRUZ RAMOS EDWAR ANTONY - PALOMINO TAIPE CLINZON

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RECICLADO PARA LAS VÍAS PEATONALES - HUAYCÁN - LIMA - 2018.

UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA

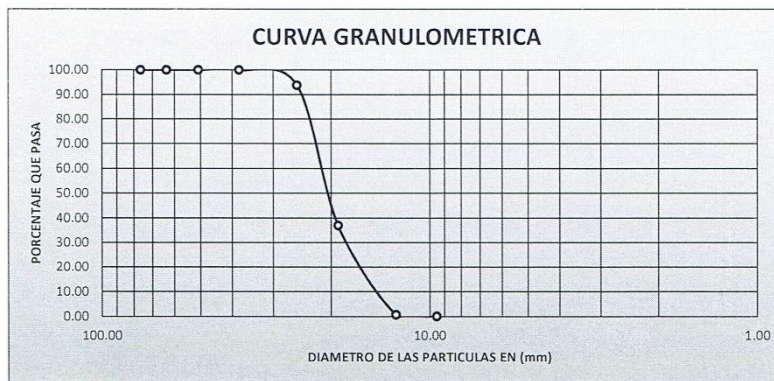
FECHA DE RECEPCION : La Molina,

FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de diciembre de 2018

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

### ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO - NTP 400.012

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	184.00	6.13	6.13	93.87
¾"	19.05	1704.00	56.80	62.93	37.07
½"	12.70	1088.00	36.27	99.20	0.80
⅜"	9.53	18.00	0.60	99.80	0.20
FONDO		6.00	0.20	100.00	0.00
TOTAL		3000.00			



TAMAÑO MAXIMO:	1 1/2 "
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:	1 "

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



*[Signature]*  
 Ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
 Jefe del LP y EM y del DOT Y C  
 UNALM



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : CRUZ RAMOS EDWAR ANTONY - PALOMINO TAIPE CLINZON  
 PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RECICLADO PARA LAS VÍAS PEATONALES - HUAYCÁN - LIMA - 2018.  
 UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA  
 FECHA DE RECEPCION : La Molina,  
 FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de diciembre de 2018

MUESTRA : AGREGADOS

### DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION NTP 400.021 / 400.022

#### AGREGADO FINO

$$Pe\ SSS = \frac{W1}{W1+W2-W3}$$

$$Pe = \frac{W}{W1+W2-W3}$$

$$\% A = \frac{W1 - W}{W} \times 100$$

#### AGREGADO GRUESO

$$Pe\ SSS = \frac{Ws}{Ws-Wa}$$

$$Pe = \frac{Wseco}{Ws-Wa}$$

$$\% A = \frac{Ws - Wseco}{Wseco} \times 100$$

Donde:

W	: Peso seco del agregado fino	488.2	gr.
W1	: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	500.0	gr.
W2	: Picnometro + agua	638.0	gr.
W3	: Picnometro + agua + muestra	946.6	gr.
Wseco	: Peso seco del agregado grueso	1496.0	gr.
Ws	: Muestra saturada con superficie seca del agregado grueso	1500.0	gr.
Wa	: Peso de la muestra en el agua	958.3	gr.

#### PARA EL AGREGADO FINO

Pe SSS =	2.61
Pe =	2.55
% A =	2.42

#### PARA EL AGREGADO GRUESO

Pe SSS =	2.77
Pe =	2.76
% A =	0.27

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



*Alfonso Cerna Vasquez*  
 ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
 Jefe del LP y EM y del DOT Y C  
 UNALM



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE: : CRUZ RAMOS EDWAR ANTONY - PALOMINO TAIPE CLINZON

PROYECTO: : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RECICLADO PARA LAS VÍAS PEATONALES - HUAYCÁN - LIMA - 2018.

UBICACIÓN: : SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA

FECHA DE RECEPCION : La Molina,

FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de diciembre de 2018

MUESTRA : AGREGADOS

### DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO-NTP 400.017

#### PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO FINO

$$\gamma_s = \frac{M_s}{V_r}$$

$$\gamma_c = \frac{M_c}{V_r}$$

**Ms** : Peso del material suelto 4.424 kg.  
**Mc** : Peso del material compact 4.958 kg.  
**Vr** : Volumen del recipiente 0.00279 m<sup>3</sup>  
**gs** : Peso volumetrico suelto kg/m<sup>3</sup>  
**gc** : Peso volumetrico compacto kg/m<sup>3</sup>

$$gs = 1585.66$$

$$gc = 1777.06$$

#### PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO GRUESO

$$\gamma_s = \frac{M_s}{V_r}$$

$$\gamma_c = \frac{M_c}{V_r}$$

**Ms** : Peso del material suelto 4.150  
**Mc** : Peso del material compact 4.538  
**Vr** : Volumen del recipiente 0.00279  
**gs** : Peso volumetrico suelto kg/m<sup>3</sup>  
**gc** : Peso volumetrico compacto kg/m<sup>3</sup>

$$gs = 1487.46$$

$$gc = 1626.52$$

### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 339.185

#### PARA EL AGREGADO FINO

$$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

donde:

**% H** : humedad natural  
**Ph** : peso humedo 800.0 gr.  
**Ps** : peso seco 793.2 gr.

$$\% H = 0.86$$

#### PARA EL AGREGADO GRUESO

$$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

donde:

**% H** : humedad natural  
**Ph** : peso humedo 1500.0 gr  
**Ps** : peso seco 1494.0 gr

$$\% H = 0.40$$

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



*[Signature]*  
 Ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
 Jefe del LP y EM y del DOT Y C.  
 UNALM



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

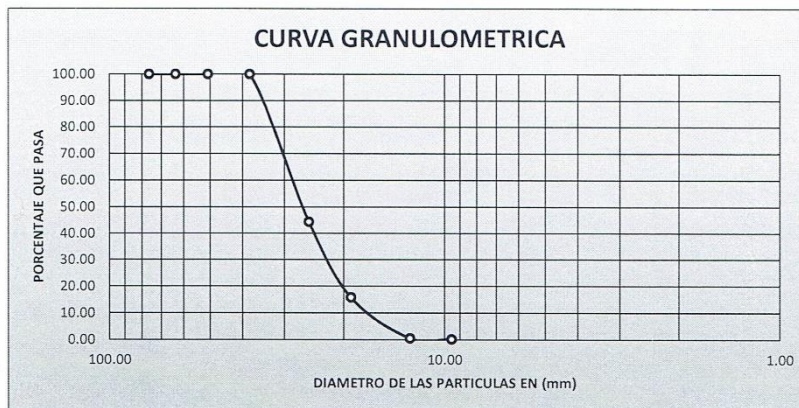
INFORME N° - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : CRUZ RAMOS EDWAR ANTONY - PALOMINO TAPE CLINZON  
 PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RECICLADO PARA LAS VÍAS PEATONALES - HUAYCÁN - LIMA - 2018.  
 UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA  
 FECHA DE RECEPCION : La Molina,  
 FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de diciembre de 2018

MUESTRA : AGREGADO GRUESO RECICLADO

### ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO - NTP 400.012

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	1668.00	55.60	55.60	44.40
3/4"	19.05	858.00	28.60	84.20	15.80
1/2"	12.70	458.00	15.27	99.47	0.53
3/8"	9.53	10.00	0.33	99.80	0.20
FONDO		6.00	0.20	100.00	0.00
TOTAL		3000.00			



TAMAÑO MAXIMO:	1 1/2 "
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:	1 "

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



*[Handwritten Signature]*  
 Ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
 Jefe del LP y EM y del DOT Y C.  
 UNALM



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : CRUZ RAMOS EDWAR ANTONY - PALOMINO TAPE CLINZON  
 PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RECICLADO PARA LAS VÍAS PEATONALES - HUAYCÁN - LIMA - 2018.  
 UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA  
 FECHA DE RECEPCION : La Molina,  
 FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de diciembre de 2018

MUESTRA : AGREGADOS

### DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION

#### AGREGADO FINO

$$Pe\ SSS = \frac{W1}{W1+W2-W3}$$

$$Pe = \frac{W}{W1+W2-W3}$$

$$\% A = \frac{W1 - W}{W} \times 100$$

#### AGREGADO GRUESO RECICLADO

$$PeSSS = \frac{Ws}{Ws-Wa}$$

$$Pe = \frac{Wseco}{Ws-Wa}$$

$$\% A = \frac{Ws - Wseco}{Wseco} \times 100$$

Donde:

W	: Peso seco del agregado fino		gr.
W1	: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino		gr.
W2	: Picnometro + agua		gr.
W3	: Picnometro + agua + muestra		gr.
Wseco	: Peso seco del agregado grueso	1404.0	gr.
Ws	: Muestra saturada con superficie seca del agregado grueso	1500.0	gr.
Wa	: Peso de la muestra en el agua	877.5	gr.

#### PARA EL AGREGADO FINO

Pe SSS =	
Pe =	
% A =	

#### PARA EL AGREGADO GRUESO RECICLADO

Pe SSS =	2.41
Pe =	2.26
% A =	6.84

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



  
 ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
 Jefe del LP y EM y del DOT Y C \*  
 UNALM





# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE: : CRUZ RAMOS EDWAR ANTONY - PALOMINO TAIPE CLINZON  
 PROYECTO: : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RECICLADO PARA LAS VÍAS PEATONALES - HUAYCÁN - LIMA - 2018.  
 UBICACIÓN: : SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA  
 FECHA DE RECEPCION : La Molina,  
 FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de diciembre de 2018

MUESTRA : AGREGADOS

### DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO-NTP 400.017

PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO FINO

PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO GRUESO RECICLADO

$$\gamma_s = \frac{M_s}{V_r}$$

$$\gamma_s = \frac{M_s}{V_r}$$

$$\gamma_c = \frac{M_c}{V_r}$$

$$\gamma_c = \frac{M_c}{V_r}$$

**Ms** : Peso del material suelto kg.  
**Mc** : Peso del material compacto kg.  
**Vr** : Volumen del recipiente 0.00279 m³  
**gs** : Peso volumetrico suelto kg/m³  
**gc** : Peso volumetrico compacto kg/m³

**Ms** : Peso del material suelto 3.306  
**Mc** : Peso del material compacto 3.606  
**Vr** : Volumen del recipiente 0.00279  
**gs** : Peso volumetrico suelto kg/m³  
**gc** : Peso volumetrico compacto kg/m³

gs =

gs = 1184.95

gc =

gc = 1292.47

### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 339.185

PARA EL AGREGADO FINO

PARA EL AGREGADO GRUESO RECICLADO

$$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

$$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

donde:

donde:

**% H** : humedad natural  
**Ph** : peso humedo gr.  
**Ps** : peso seco gr.

**% H** : humedad natural  
**Ph** : peso humedo 1500.0 gr  
**Ps** : peso seco 1440.0 gr

% H =

% H = 4.17

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



Ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
 Jefe del LP y EM y del DOT Y C.  
 UNALM



## UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

### LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : CRUZ RAMOS EDWAR ANTONY - PALOMINO TAIPE CLINZON  
PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RECICLADO PARA LAS VÍAS PEATONALES -  
HUAYCÁN - LIMA - 2018.  
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA  
ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE  $F'c = 175 \text{ Kg / cm}^2$   
FECHA DE RECEPCION : La Molina,  
FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de diciembre de 2018

#### CANTIDADES PARA $1\text{m}^3$ DE CONCRETO DE $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ PARA UN ASENTAMIENTO MINIMO DE 1" A 3"

##### DOSIFICACION EN PESO

AGUA	:	204.48	Lts	
CEMENTO	:	308.80	Kg	7.27 (BOLSAS DE CEMENTO)
A.F. (ARENA)	:	830.83	Kg	
A.G. (PIEDRA)	:	1026.10	Kg	

##### DOSIFICACION EN VOLUMEN

AGUA	:	0.20	m <sup>3</sup>
CEMENTO	:	0.21	m <sup>3</sup>
A. F. (ARENA)	:	0.52	m <sup>3</sup>
A.G. (PIEDRA)	:	0.69	m <sup>3</sup>

##### RELACION POR VOLUMEN

1	2.55	3.35
CON	28.14	LITROS DE AGUA POR BOLSA DE CEMENTO

OBSERVACION : Los agregados utilizados para el diseño de mezcla fueron proporcionados e identificados por el solicitante  
El cemento para el diseño es tipo I



Ing. ALFONSO GERNA VASQUEZ  
Jefe de LP y EM y del DOT Y C  
UNALM



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN  
INFORME N° - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : CRUZ RAMOS EDWAR ANTONY - PALOMINO TAIPE CLINZON  
 PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RECICLADO PARA LAS VÍAS PEATONALES - HUAYCÁN - LIMA - 2018.  
 UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA  
 ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE  $F'c = 175 \text{ Kg / cm}^2$   
 FECHA DE RECEPCION : La Molina,  
 FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de diciembre de 2018

**CANTIDADES PARA  $1\text{m}^3$  DE CONCRETO DE  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$   
 PARA UN ASENTAMIENTO MINIMO DE 1" A 3"**

DOSIFICACION EN PESO

AGUA	:	200.90	Lts	
CEMENTO	:	302.70	Kg	7.12 (BOLSAS DE CEMENTO)
A.F. (ARENA)	:	845.66	Kg	
A.G. (PIEDRA)	:	1026.10	Kg	

DOSIFICACION EN VOLUMEN

AGUA	:	0.20	m3
CEMENTO	:	0.20	m3
A. F. (ARENA)	:	0.53	m3
A.G. (PIEDRA)	:	0.69	m3

RELACION POR VOLUMEN

1	2.64	3.42
CON	28.21	LITROS DE AGUA POR BOLSA DE CEMENTO

OBSERVACION : Los agregados utilizados para el diseño de mezcla fueron proporcionados e identificados por el solicitante  
 El cemento para el diseño es tipo I



*[Handwritten Signature]*  
 ING. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
 Jefe del LP y EM y del DOT y C  
 UNALM



## UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

### LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 2018 - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : CRUZ RAMOS EDWAR ANTONY - PALOMINO TAIPE CLINZON  
OBRA : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RECICLADO PARA LAS VÍAS PEATONALES - HUAYCÁN - LIMA - 2018  
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA  
ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$   
FECHA DE RECEPCION : La Molina,  
FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de diciembre de 2018

#### RESULTADOS DE LA ROTURA

MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA $\text{cm}^2$	CARGA kg	RESISTENCIA $\text{kg/cm}^2$
M - 1	15/11/2018	23/11/2018	8	6" * 12"	182,4	24624,0	135,0
M - 2	15/11/2018	23/11/2018	8	6" * 12"	182,4	22891,2	125,5
M - 3	15/11/2018	23/11/2018	8	6" * 12"	182,4	22307,5	122,3
M - 4	15/11/2018	23/11/2018	8	6" * 12"	182,4	19206,7	105,3
M - 5	15/11/2018	30/11/2018	15	6" * 12"	182,4	32485,4	178,1
M - 6	15/11/2018	30/11/2018	15	6" * 12"	182,4	29858,9	163,7
M - 7	15/11/2018	30/11/2018	15	6" * 12"	182,4	29694,7	162,8
M - 8	15/11/2018	30/11/2018	15	6" * 12"	182,4	25609,0	140,4
M - 9	15/11/2018	14/12/2018	29	6" * 12"	182,4	38323,6	210,1
M - 10	15/11/2018	14/12/2018	29	6" * 12"	182,4	33935,8	186,0
M - 11	15/11/2018	14/12/2018	29	6" * 12"	182,4	32312,5	177,1
M - 12	15/11/2018	14/12/2018	29	6" * 12"	182,4	27891,0	152,9

M - 1 CONCRETO PATRON  
M - 2 CONCRETO RECICLADO 20% A.G. RECICLADO  
M - 3 CONCRETO RECICLADO 50% A.G. RECICLADO  
M - 4 CONCRETO RECICLADO 100% A.G. RECICLADO  
M - 5 CONCRETO PATRON  
M - 6 CONCRETO RECICLADO 20% A.G. RECICLADO  
M - 7 CONCRETO RECICLADO 50% A.G. RECICLADO  
M - 8 CONCRETO RECICLADO 100% A.G. RECICLADO  
M - 9 CONCRETO PATRON  
M - 10 CONCRETO RECICLADO 20% A.G. RECICLADO  
M - 11 CONCRETO RECICLADO 50% A.G. RECICLADO  
M - 12 CONCRETO RECICLADO 100% A.G. RECICLADO

**OBSERVACION :** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante (fecha y origen), el laboratorio solo es responsable de la rotura.



ING. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
Jefe del LP y EM y del DOT y C \*  
UNALM



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 494\_1 - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : CRUZ RAMOS EDWAR ANTONY - PALOMINO TAIPE CLINZON  
 OBRA : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RECICLADO PARA LAS VÍAS PEATONALES - HUAYCÁN - LIMA - 2018  
 UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA  
 ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE F'c = 175 Kg/cm2  
 FECHA DE RECEPCION : La Molina,  
 FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de diciembre de 2018

### RESULTADOS DE LA ROTURA

MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA cm²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm²
M - 1	19/11/2018	26/11/2018	7	6" * 12"	182,4	24886,89	136,43
M - 2	19/11/2018	26/11/2018	7	6" * 12"	182,4	23575,33	129,24
M - 3	19/11/2018	26/11/2018	7	6" * 12"	182,4	21400,94	117,32
M - 4	19/11/2018	26/11/2018	7	6" * 12"	182,4	19080,62	104,60
M - 5	19/11/2018	03/12/2018	14	6" * 12"	182,4	33816,11	185,38
M - 6	19/11/2018	03/12/2018	14	6" * 12"	182,4	29799,33	163,36
M - 7	19/11/2018	03/12/2018	14	6" * 12"	182,4	29016,77	159,07
M - 8	19/11/2018	03/12/2018	14	6" * 12"	182,4	26302,44	144,19
M - 9	19/11/2018	17/12/2018	28	6" * 12"	182,4	39741,00	217,86
M - 10	19/11/2018	17/12/2018	28	6" * 12"	182,4	35967,64	197,17
M - 11	19/11/2018	17/12/2018	28	6" * 12"	182,4	32006,79	175,46
M - 12	19/11/2018	17/12/2018	28	6" * 12"	182,4	29090,41	159,47

M - 1 CONCRETO PATRON  
 M - 2 CONCRETO RECICLADO 20% A.G. RECICLADO  
 M - 3 CONCRETO RECICLADO 50% A.G. RECICLADO  
 M - 4 CONCRETO RECICLADO 100% A.G. RECICLADO  
 M - 5 CONCRETO PATRON  
 M - 6 CONCRETO RECICLADO 20% A.G. RECICLADO  
 M - 7 CONCRETO RECICLADO 50% A.G. RECICLADO  
 M - 8 CONCRETO RECICLADO 100% A.G. RECICLADO  
 M - 9 CONCRETO PATRON  
 M - 10 CONCRETO RECICLADO 20% A.G. RECICLADO  
 M - 11 CONCRETO RECICLADO 50% A.G. RECICLADO  
 M - 12 CONCRETO RECICLADO 100% A.G. RECICLADO

**OBSERVACION :** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante (fecha y origen), el laboratorio solo es responsable de la rotura.



  
 Ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
 Jefe del LP y EM y del DOT Y C \*  
 UNALM

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 268 - 2018**Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza


Página 1 de 3

1. Expediente	18843	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	
3. Dirección	AV. LA MOLINA NRO. SN - LIMA	
4. Equipo	PRENSA DIGITAL PARA ENSAYO DE COMPRESION Y FLEXION	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad	2000 KN	
Marca	ELE INTERNATIONAL U.S.A	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	----	
Número de Serie	1796-9-2958	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A	
Identificación	----	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Indicación	DIGITAL	
Marca	ELE INTERNATIONAL U.S.A	
Modelo		
Número de Serie	1912-3-0674	
Resolución	0.01 / 0.1 KN (*)	
Ubicación	LABORATORIO DE ENSAYO Y PRUEBA DE MATERIALES	
5. Fecha de Calibración	2018-10-12	

Fecha de Emisión

2018-10-12

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
JUAN C. QUISPE MORALES

Sello



Metrología &amp; Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mg. F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (511) 540-0642

Cel: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN****MT - LF - 268 - 2018**

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

**7. Lugar de calibración**

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

Jr. Barcelona Mz. 0-11 Lt. 5 A.H. Trabajadores del Hospital del Niño, San Juan De Lurigancho Lima - Lima - LIMA.

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	20,1 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	69 % HR	68 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en el National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-006-18A

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- (\*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1000 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.



Metrología &amp; Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá N° F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 268 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

#### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)				$F_{Promedio}$ (kN)
%	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_4$ (kN)	Patrón de Referencia	
10	100,0	100,8	100,6	101,1	100,8	
20	200,0	200,4	200,6	200,8	200,6	
30	300,0	300,4	300,7	300,5	300,6	
40	400,0	400,7	400,7	400,5	400,6	
50	500,0	501,2	501,3	501,2	501,3	
60	600,0	601,9	601,8	601,5	601,7	
70	700,0	702,5	702,4	702,1	702,4	
80	800,0	803,5	803,4	803,1	803,3	
90	900,0	904,6	904,6	905,0	904,7	
100	1000,0	1006,8	1007,1	1006,1	1006,6	
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0		

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa r (%)	
100	-0,79	0,49	---	0,01	0,34
200	-0,28	0,20	---	0,01	0,34
300	-0,19	0,10	---	0,00	0,34
400	-0,16	0,05	---	0,00	0,34
500	-0,25	0,02	---	0,00	0,34
600	-0,29	0,05	---	0,00	0,34
700	-0,34	0,06	---	0,00	0,34
800	-0,42	0,05	---	0,00	0,34
900	-0,52	0,03	---	0,00	0,34
1000	-0,66	0,10	---	0,00	0,34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )      0,00 %

#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ  
Telf: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282  
RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282  
RPC: 940037490



email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
WEB: www.metrologiatecnicas.com



**Presupuesto de concreto convencional y concreto reciclado por 1 m3**

**Presupuesto para concreto convencional**

<b>MEZCLA NATURAL PARA 1M3</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U. (S/.)</b>	<b>PARCIAL</b>
Cemento	bls.	7.6	22.8	173.28
Agua	m3	0.21	1.34	0.2814
Arena	m3	0.54	48	25.92
Piedra natural	m3	0.72	50	36
				<b>235.4814</b>

**Presupuesto para concreto reciclado**

<b>MEZCLA CON 100%</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U. (S/.)</b>	<b>PARCIAL</b>
Cemento	bls.	7.6	22.8	173.28
Agua	m3	0.21	1.34	0.2814
Arena	m3	0.34	48	16.32
Piedra reciclada	m3	0.72	11.19	8.0568
				<b>197.9382</b>

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, María Ysabel García Álvarez, docente de la facultad de ingeniería y Escuela profesional de Ingeniería Civil De la Universidad Cesar Vallejo Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada

“Diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima - 2018” del estudiante Edwar Antony Cruz Ramos constato que la investigación tiene un índice de similitud de 2.2% verificable en el reporte de originalidad del programa turnitin.

El/la suscrito (a) analizo dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la universidad Cesar Vallejo.

Lugar y Fecha: Lima 10/12/2018



Firma

Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez  
 DNI. 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD  
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo, Dra. María Ysabel García Álvarez, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima Este (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

"Diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima - 2018", del (de la) estudiante Clinzon Palomino Taipe, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.7% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha: Lima 10/12/2018

Firma

Dra. María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán  
- Lima - 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

AUTOR(ES):  
Edwar Antony Cruz Ramos  
Clinzon Palomino Taipe



*Q=0*

Resumen de coincidencias

22 %

Se están viendo fuentes estándar  
Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias		
22	1 Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	5 % >
	2 repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4 % >
	3 Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	3 % >
	4 es.scitd.com Fuente de Internet	1 % >
	5 Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	1 % >
	6 Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	1 % >
	7 Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	<1 % >
	8 Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	<1 % >





**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo Clinzon Palomino Taipe, identificado con DNI No 48093830, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo ( x ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales - Huaycán - Lima - 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

  
FIRMA

DNI: 48093830

FECHA: 10 de diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. GARCÍA ÁLVAREZ, MARIA YSABEL A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

EDWAR ANTONY CRUZ RAMOS

INFORME TÍTULADO:

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RECICLADO PARA LAS VÍAS PEATONALES - HUAYCÁN - LIMA –  
2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 10 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 12 (Doce)



*9-05*

---

DRA. ING. GARCÍA ÁLVAREZ MARÍA YSABEL



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CLINZON PALOMINO TAIPE

INFORME TÍTULADO:

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RECICLADO PARA LAS VÍAS PEATONALES - HUAYCÁN - LIMA - 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 10 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 12 (Doce)



*Quos.*

DRA. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ