

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de  
adoquines de concreto peatonal-Chiclayo 2024**

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

**AUTOR**

**Bryan Ricardo Chafloque Olivera**

**ASESOR**

**Gian Franco Perez Garavito**

<https://orcid.org/0000-0002-0745-8685>

**Chiclayo, 2025**

**Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación  
de adoquines de concreto peatonal-Chiclayo 2024**

PRESENTADA POR

**Bryan Ricardo Chafloque Olivera**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR

Segundo Guillermo Carranza Cieza

PRESIDENTE

Wilson Martin Garcia Vera

SECRETARIO

Gian Franco Perez Garavito

VOCAL

## **Dedicatoria**

Le dedico este trabajo a mis padres y hermanos ya que gracias a su esfuerzo, dedicación, apoyo y amor incondicional me han permitido seguir adelante a lo largo de este camino. Asimismo, dedicarle de manera especial a mi hermana Fabela Chafloque por ser mi ejemplo para lograr mis metas y ayudarme en esta etapa universitaria. A Stefany Vidaurre por siempre estar a mi lado y darme la motivación para seguir adelante. Finalmente, a mis amigos por acompañarme en todo este tiempo.

## **Agradecimientos**

Le agradezco a Dios por siempre estar guiándome y darme la fortaleza que necesito para ser con mi vida. Le agradezco a toda mi familia por su cariño brindado y mis amigos que han sido parte de este camino por darme su apoyo y motivación en cada reto que se afronta en la universidad. Le agradezco a PRONABEC por brindarme el apoyo para cumplir mi sueño de tener una carrera universitaria. Asimismo, agradecer a mi asesor de tesis Gian Franco Pérez Garavito por su asesoramiento y apoyo en el desarrollo de la investigación como a mis profesores por todas las enseñanzas brindadas.

---

INFORME DE ORIGINALIDAD

---

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

---

FUENTES PRIMARIAS

---

1

[tesis.usat.edu.pe](https://tesis.usat.edu.pe)

Fuente de Internet

5%

2

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

4%

3

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

4

[repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

[repositorio.uss.edu.pe](https://repositorio.uss.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

<1%

7

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

<1%

8

[repositorio.uns.edu.pe](https://repositorio.uns.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

9

[repositorio.upao.edu.pe](https://repositorio.upao.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

---

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>15</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>16</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>17</b>
<b>Revisión de literatura.....</b>	<b>21</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>21</b>
<b>Base teórica .....</b>	<b>27</b>
Cerámica Sanitaria .....	27
Concreto:.....	27
Adoquines .....	27
Normativa de los ensayos de los agregados .....	29
Diseño de mezcla .....	36
Normativa de los ensayos de los adoquines .....	38
<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>42</b>
<b>Tipos de investigación:.....</b>	<b>42</b>
<b>Diseño de la investigación:.....</b>	<b>42</b>
<b>Población, muestra y muestreo:.....</b>	<b>42</b>
Población:.....	42
Muestra:.....	42
Muestreo:.....	43
<b>Criterios de selección: .....</b>	<b>44</b>
<b>Operacionalización de variables:.....</b>	<b>44</b>
Variable Independiente .....	44
Variable Dependiente.....	44
<b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos: .....</b>	<b>45</b>
<b>Aspectos éticos:.....</b>	<b>46</b>

<b>Procedimientos:</b> .....	<b>47</b>
Recolección y trituración de la cerámica sanitaria.....	48
Ensayo de los agregados .....	49
Elaboración del diseño de mezcla por el método ACI.....	56
Elaboración de adoquines de concreto .....	57
Ensayos a los adoquines.....	60
<b>Plan de procesamiento y análisis de datos:</b> .....	<b>64</b>
<b>Matriz de consistencia:</b> .....	<b>65</b>
<b>Resultados y discusiones</b> .....	<b>66</b>
<b>Resultados</b> .....	<b>66</b>
Proceso de la caracterización de la cerámica sanitaria obtenida de inodoros y lavaderos: .....	66
Ensayos de agregados naturales .....	67
Resumen del diseño de mezcla .....	81
Ensayos de los adoquines.....	82
<b>Análisis técnico económico</b> .....	<b>100</b>
<b>Discusión</b> .....	<b>105</b>
Discusión de la caracterización de la cerámica sanitaria .....	105
Discusión de resultados de los ensayos de agregados.....	105
Discusión del diseño de mezcla .....	109
Discusión de los ensayos de los adoquines de concreto .....	110
Discusión del tipo de cemento y porcentaje de agregado reciclado óptimo .....	114
Discusión del análisis de costos unitarios .....	114
<b>Conclusiones</b> .....	<b>116</b>
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>118</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>119</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>123</b>

## Lista de Tablas

TABLA I Caracterización de los agregados [10].....	21
TABLA II Composición química del compuesto [12].....	22
TABLA III Contenido de compuesto (%) [15] .....	23
TABLA IV Comparación entre las propiedades de la grava y la cerámica sanitaria [16].....	24
TABLA V Características de la cerámica sanitaria [23].....	27
TABLA VI Clasificación de los adoquines [25].....	28
TABLA VII Clasificación del cemento Portland[27] .....	28
TABLA VIII Cementos hidráulicos adicionados [28] .....	28
TABLA IX Agua de la mezcla aproximada y contenido de aire requerido para diferentes TMN de agregado[38].....	37
TABLA X Relación a/c y resistencia a la compresión del concreto[38] .....	37
TABLA XI Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto[38] .....	38
TABLA XII Resistencia a la compresión, mín. MPa (kg/cm <sup>2</sup> )[25] .....	38
TABLA XIII Espesor nominal (mm)[25] .....	40
TABLA XIV Tolerancia dimensional, máx (mm)[25] .....	40
TABLA XV Absorción, Max (%) [25] .....	41
TABLA XVI Muestras de adoquines peatonales de concreto (CTI). Fuente Propia .....	43
TABLA XVII Muestras de adoquines peatonales de concreto (CTIco). Fuente Propia.....	43
TABLA XVIII Operacionalización de variable independiente. Fuente Propia .....	44
TABLA XIX Operacionalización de variable dependiente. Fuente Propia .....	45
TABLA XX Técnica e instrumentos de recolección de datos. Fuente Propia .....	45
TABLA XXI Matriz de consistencia. Fuente Propia .....	65
TABLA XXII Evaluación granulométrica, del AF. Fuente Propia.....	67
TABLA XXIII Evaluación granulométrica, del AG. Fuente Propia.....	68
TABLA XXIV Evaluación granulométrica, AGR. Fuente Propia.....	69
TABLA XXV Evaluación granulométrica, AGC (15% AGR y 85% AG). Fuente Propia ....	70

TABLA XXVI Evaluación granulométrica, AGC (30% AGR y 70% AG). Fuente Propia...	71
TABLA XXVII Evaluación granulométrica, AGC (40% AGR y 60% AG). Fuente Propia..	72
TABLA XXVIII Evaluación granulométrica, AGC (50% AGR y 50% AG). Fuente Propia	73
TABLA XXIX Contenido de humedad del AF. Fuente Propia .....	74
TABLA XXX Contenido de humedad del AG. Fuente Propia.....	74
TABLA XXXI Contenido de humedad del AGR. Fuente Propia.....	74
TABLA XXXII PUS y PUC, AF. Fuente Propia.....	75
TABLA XXXIII PUS y PUC, AG. Fuente Propia.....	75
TABLA XXXIV PUS y PUC, AGR. Fuente Propia.....	76
TABLA XXXV Peso específico y absorción, AG. Fuente Propia.....	76
TABLA XXXVI Peso específico y absorción, AGR. Fuente Propia.....	77
TABLA XXXVII Peso específico y absorción, AF. Fuente Propia.....	77
TABLA XXXVIII Contenido de sales solubles en el AGR. Fuente Propia .....	78
TABLA XXXIX Contenido de cloruros en el AGR. Fuente Propia.....	78
TABLA XL Contenido de sulfatos solubles del AGR. Fuente Propia.....	78
TABLA XLI Índice de alargamiento y aplanamiento del AG. Fuente Propia.....	79
TABLA XLII Índice de alargamiento y aplanamiento del AGR. Fuente Propia.....	79
TABLA XLIII Resistencia al desgaste del AG. Fuente Propia.....	80
TABLA XLIV Resistencia al desgaste del AGR. Fuente Propia.....	80
TABLA XLV Diseño de mezcla con el CTI ( $f'c=290$ kg/cm <sup>2</sup> ). Fuente Propia .....	81
TABLA XLVI Diseño de mezcla con el CTIco ( $f'c=290$ kg/cm <sup>2</sup> ). Fuente Propia .....	81
TABLA XLVII $f'c$ , MP-CTI. Fuente Propia .....	82
TABLA XLVIII $f'c$ , 15% AGR - CTI. Fuente Propia .....	83
TABLA XLIX $f'c$ , 30% AGR - CTI. Fuente Propia.....	84
TABLA L $f'c$ , 40% AGR - CTI. Fuente Propia.....	85
TABLA LI $f'c$ , 50% AGR - CTI. Fuente Propia .....	86
TABLA LII $f'c$ , MP-CTIco. Fuente Propia .....	87

TABLA LIII $f_c$ , 15% AGR - CTIco. Fuente Propia .....	88
TABLA LIV $f_c$ , 30% AGR-CTIco. Fuente Propia.....	89
TABLA LV $f_c$ , 40% AGR - CTIco. Fuente Propia .....	90
TABLA LVI $f_c$ , 50% AGR- CTIco. Fuente Propia.....	91
TABLA LVII Resistencia a la flexotracción, CTI. Fuente Propia.....	92
TABLA LVIII Resistencia a la flexotracción, CTIco. Fuente Propia.....	92
TABLA LIX Resistencia a la abrasión, CTI. Fuente Propia.....	93
TABLA LX Resistencia a la abrasión, CTIco. Fuente Propia .....	93
TABLA LXI Ensayo de absorción, CTI. Fuente Propia .....	94
TABLA LXII Ensayo de absorción, CTIco. Fuente Propia.....	94
TABLA LXIII Cambio de longitud, MP-CTI. Fuente Propia.....	95
TABLA LXIV Cambio de longitud, 15% de reemplazo de AGR-CTI. Fuente Propia .....	95
TABLA LXV Cambio de longitud, 30% de reemplazo de AGR-CTI. Fuente Propia .....	96
TABLA LXVI Cambio de longitud, 40% de reemplazo de AGR-CTI. Fuente Propia.....	96
TABLA LXVII Cambio de longitud, 50% de reemplazo de AGR-CTI. Fuente Propia.....	97
TABLA LXVIII Cambio de longitud, MP-CTIco. Fuente Propia.....	97
TABLA LXIX Cambio de Longitud, 15% de reemplazo AGR-CTIco. Fuente Propia.....	98
TABLA LXX Cambio de Longitud, 30% de reemplazo AGR-CTIco. Fuente Propia .....	98
TABLA LXXI Cambio de Longitud, 40% de reemplazo AGR-CTIco. Fuente Propia.....	99
TABLA LXXII Cambio de Longitud, 50% de reemplazo AGR-CTIco. Fuente Propia.....	99
TABLA LXXIII Costo unitario de la obtención de AGR. Fuente Propia.....	100
TABLA LXXIV Costo unitario de la MP-CTI. Fuente Propia.....	101
TABLA LXXV Costo unitario, 15% AGR-CTI. Fuente Propia.....	101
TABLA LXXVI Costo unitario, 30% AGR-CTI. Fuente Propia .....	101
TABLA LXXVII Costo unitario, 40% AGR-CTI. Fuente Propia .....	102
TABLA LXXVIII Costo unitario, 50% AGR-CTI. Fuente Propia.....	102
TABLA LXXIX Costo unitario de la MP-CTIco. Fuente Propia.....	102

TABLA LXXX Costo unitario, 15% AGR-CTI. Fuente Propia.....	103
TABLA LXXXI Costo unitario, 30% AGR-CTI. Fuente Propia .....	103
TABLA LXXXII Costo unitario, 40% AGR-CTI. Fuente Propia .....	103
TABLA LXXXIII Costo unitario, 50% AGR-CTI. Fuente Propia.....	104
TABLA LXXXIV Presupuesto para la elaboración de 1000 adoquines-CTI. Fuente Propia	104
TABLA LXXXV Presupuesto para la elaboración de 1000 adoquines-CTIco. Fuente Propia .....	104
TABLA LXXXVIII Resultados del ensayo químico realizado a la cerámica sanitaria. Fuente Propia .....	108
TABLA LXXXIX Dosificaciones de los diseños de mezclas. Fuente Propia .....	109

### **Lista de Figuras**

Fig. 1. Procedimiento del ensayo de granulometría [31] .....	30
Fig. 2. Procedimiento para los ensayos de peso unitario [33].....	31
Fig. 3. Procedimiento para el ensayo de peso específico y absorción del AG [34] .....	32
Fig. 4. Procedimiento para el ensayo de peso específico y absorción del AF [35].....	33
Fig. 5. Calibrador de espesores y longitudes[36] .....	34
Fig. 6. Procedimiento del ensayo de índice de alargamiento y aplanamiento del AG [36] .....	35
Fig. 7. Procedimiento del ensayo de resistencia al desgaste de los AG [37] .....	36
Fig. 8. Flujograma sobre el procedimiento de la investigación. Fuente Propia .....	47
Fig. 9. Recolección de los inodoros y lavaderos de los botaderos. Fuente Propia.....	48
<i>Fig. 10. Procesamiento de trituración y tamizado del material reciclado. Fuente Propia .....</i>	<i>48</i>
Fig. 11. Ensayo de granulometría de los agregados. Fuente Propia.....	49
Fig. 12. Granulometría de agregado combinado. Fuente Propia.....	50
Fig. 13. Contenido de humedad de los agregados. Fuente Propia.....	50
Fig. 14. Ensayo de PUS y PUC de los agregados. Fuente Propia.....	51
Fig. 15. Peso específico y absorción del AG. Fuente Propia .....	52
Fig. 16. Peso específico y absorción de AF. Fuente Propia .....	53

Fig. 17. Índice de alargamiento y aplanamiento. Fuente Propia .....	55
Fig. 18. Resistencia al desgaste de los AG. Fuente Propia .....	56
Fig. 19. Peso del AGR. Fuente Propia .....	57
Fig. 20. Mezcla de concreto para la fabricación de los adoquines. Fuente Propia.....	58
Fig. 21. Elaboración de los adoquines en la mesa vibratoria. Fuente Propia.....	58
Fig. 22. Desmoldado de los adoquines para uso peatonal. Fuente Propia .....	59
Fig. 23. Curado de los adoquines para uso peatonal. Fuente Propia.....	59
Fig. 24. Resistencia a la compresión. Fuente Propia.....	60
Fig. 25. Ensayo de resistencia a la flexotracción. Fuente Propia .....	61
Fig. 26. Resistencia a la abrasión. Fuente Propia.....	61
Fig. 27. Resistencia a la absorción. Fuente Propia.....	62
Fig. 28. Ensayo de cambio de longitud. Fuente Propia.....	63
Fig. 29. Recolección y caracterización del material reciclado. Fuente Propia.....	66
Fig. 30. Tamizado del material triturado. Fuente Propia.....	66
Fig. 31. CG, AF. Fuente Propia.....	67
Fig. 32. CG, AG. Fuente Propia .....	68
Fig. 33. CG, AGR. Fuente Propia .....	69
Fig. 34. CG, AGC (15% AGR y 85% AG). Fuente Propia.....	70
Fig. 35. CG, AGC (30% AGR y 70% AG). Fuente Propia.....	71
Fig. 36. CG, AGC (40% AGR y 60% AG). Fuente Propia.....	72
Fig. 37. CG, AGC (50% AGR y 50% AG). Fuente Propia.....	73
Fig. 38. Curva edad vs $f'c$ , MP - CTI. Fuente propia.....	82
Fig. 39. Curva edad vs $f'c$ , 15% AGR-CTI. Fuente Propia .....	83
Fig. 40. Curva edad vs $f'c$ , 30% AGR- CTI. Fuente Propia .....	84
Fig. 41. Curva edad vs $f'c$ , 40% AGR- CTI. Fuente Propia .....	85
Fig. 42. Curva edad vs $f'c$ , 50% AGR - CTI. Fuente Propia .....	86
Fig. 43. Curva edad vs $f'c$ , MP - CTIco. Fuente Propia.....	87

Fig. 44. Curva edad vs $f'c$ , 15% AGR- CTIco. Fuente Propia.....	88
Fig. 45. Curva edad vs $f'c$ , 30% AGR- CTIco. Fuente Propia.....	89
Fig. 46. Curva edad vs $f'c$ , 40% AGR- CTIco. Fuente Propia.....	90
Fig. 47. Curva edad vs $f'c$ , 50% AGR- CTIco. Fuente Propia.....	91
Fig. 48. Expansión promedio, MP-CTI. Fuente Propia .....	95
Fig. 49. Expansión promedio, 15% de remplazo de AGR-CTI. Fuente Propia .....	96
Fig. 50. Expansión promedio, 30% de remplazo de AGR-CTI. Fuente Propia .....	96
Fig. 51. Expansión promedio, 40% de remplazo de AGR-CTI. Fuente Propia .....	97
Fig. 52. Expansión promedio, 50% de remplazo de AGR-CTI. Fuente Propia .....	97
Fig. 53. Expansión promedio, MP-CTIco. Fuente Propia.....	98
Fig. 54. Expansión promedio, 15% de reemplazo AGR-CTIco. Fuente Propia .....	98
Fig. 55. Expansión promedio, 30% de reemplazo AGR-CTIco. Fuente Propia .....	99
Fig. 56. Expansión promedio, 40% de reemplazo AGR-CTIco. Fuente Propia .....	99
Fig. 57. Expansión promedio, 50% de reemplazo AGR-CTIco. Fuente Propia .....	100
Fig. 58. Contenido de humedad del agregado. Fuente Propia.....	106
Fig. 59. Peso unitario suelto y compactado del agregado. Fuente Propia .....	107
Fig. 60. Peso específico y absorción del agregado. Fuente Propia .....	107
Fig. 61. Índice de alargamiento y aplanamiento. Fuente Propia .....	108
Fig. 62. Abrasión de los agregados. Fuente Propia.....	109
Fig. 63. Resistencia a los 28 días. Fuente Propia .....	110
Fig. 64. Resistencia a la flexotracción (CTI). Fuente Propia .....	111
Fig. 65. Resistencia a la flexotracción (CTIco). Fuente Propia .....	111
Fig. 66. Ensayo de abrasión. Fuente Propia .....	112
Fig. 67. Comparación de la absorción de los adoquines realizados con Ti vs TIco. Fuente Propia .....	113
Fig. 68. Comparación de precio por unidad de adoquines CTI. Fuente Propia .....	115
Fig. 69. Comparación de precio por unidad de adoquines CTI. Fuente Propia .....	115

## Lista de Anexos

Anexo 1. Evaluación granulométrica, AF .....	123
Anexo 2. Evaluación granulométrica, AG .....	124
Anexo 3. Evaluación granulométrica, AGR.....	125
Anexo 4. Evaluación granulométrica, AGC (15% AGR y 85% AG) .....	126
Anexo 5. Evaluación granulométrica, AGC (30% AGR y 70% AG) .....	127
Anexo 6. Evaluación granulométrica, AGC (40% AGR y 60% AG) .....	128
Anexo 7. Evaluación granulométrica, AGC (50% AGR y 50% AG) .....	129
Anexo 8. Peso unitario del AF .....	130
Anexo 9. Peso unitario del AG.....	131
Anexo 10. Peso unitario del AGR.....	132
Anexo 11. Contenido de humedad del AF, AG, AGR.....	133
Anexo 12. Peso específico del AF, AG, AGR .....	134
Anexo 13. Ensayo químico de la cerámica sanitaria reciclada .....	135
Anexo 14. Índice de alargamiento y aplanamiento, AG .....	136
Anexo 15. Índice de alargamiento y aplanamiento, AGR.....	137
Anexo 16. Resistencia al desgaste del AG .....	138
Anexo 17. Resistencia al desgaste, AGR .....	139
Anexo 18. Diseño de mezcla, MP-CTI .....	140
Anexo 19. Diseño de mezcla, 15% AGR-CTI .....	142
Anexo 20. Diseño de mezcla, 30% AGR-CTI .....	144
Anexo 21. Diseño de mezcla, 40% AGR-CTI .....	146
Anexo 22. Diseño de mezcla, 50% AGR-CTI .....	148
Anexo 23. Diseño de mezcla, MP-CTIco.....	150
Anexo 24. Diseño de mezcla, 15% AGR-CTIco.....	152
Anexo 25. Diseño de mezcla, 30% AGR-CTIco.....	154
Anexo 26. Diseño de mezcla, 40% AGR-CTIco.....	156

Anexo 27. Diseño de mezcla, 50% AGR-CTIco.....	158
Anexo 28. $f_c$ , MP- CTI .....	160
Anexo 29. $f_c$ , 15% AGR-CTI .....	161
Anexo 30. $f_c$ , 30% AGR-CTI .....	162
Anexo 31. $f_c$ , 40% AGR-CTI .....	163
Anexo 32. $f_c$ , 50% AGR - CTI .....	164
Anexo 33. $f_c$ , MP-CTIco .....	165
Anexo 34. $f_c$ , 15% AGR-CTIco.....	166
Anexo 35. $f_c$ , 30% AGR-CTIco.....	167
Anexo 36. $f_c$ , 40% AGR-CTIco.....	168
Anexo 37. $f_c$ , 50% AGR-CTIco.....	169
Anexo 38. Resistencia a la flexotracción, CTI.....	170
Anexo 39. Resistencia a la flexotracción, CTIco .....	171
Anexo 40. Resistencia a la abrasión, CTI .....	172
Anexo 41. Resistencia a la abrasión, CTIco.....	173
Anexo 42. Resistencia a la absorción, CTI .....	174
Anexo 43. Resistencia a la absorción, CTIco.....	175
Anexo 44.Cambio de Longitud, MP-CTI.....	176
Anexo 45.Cambio de Longitud, 15%-CTI.....	177
Anexo 46. Cambio de Longitud, 30%-CTI.....	178
Anexo 47. Cambio de Longitud, 40%-CTI.....	179
Anexo 48. Cambio de Longitud, 50%-CTI.....	180
Anexo 49. Cambio de Longitud, MP-CTIco.....	181
Anexo 50. Cambio de Longitud, 15%-CTIco .....	182
Anexo 51. Cambio de Longitud, 30%-CTIco .....	183
Anexo 52. Cambio de Longitud, 40%-CTIco .....	184
Anexo 53. Cambio de Longitud, 50%-CTIco .....	185

## Resumen

El uso descontrolado de la sobreexplotación de canteras para la extracción de agregado empleado para la construcción y la contaminación ambiental genera la necesidad de buscar diferentes alternativas para mitigar estos impactos. Por consiguiente, en la investigación se busca dar soluciones a estas problemáticas empleando residuos de cerámica sanitaria adquiridos en los botaderos de Chiclayo-Lambayeque como agregado grueso reciclado para la fabricación de elementos prefabricados como los adoquines de concreto peatonales. Por ende, los adoquines se elaboraron con dos tipos de cemento y porcentajes de reemplazo de la cerámica sanitaria del 15,30,40 y 50% para identificar sus propiedades físicas-mecánicas. Asimismo, de acuerdo con los resultados conseguidos se determina que conforme aumenta el porcentaje de reemplazo de agregado obtenido de la cerámica sanitaria, los adoquines presentan mejores propiedades en la resistencia a la compresión, flexotracción, abrasión y absorción con respecto a la muestra patrón. Determinando de esa manera que los adoquines óptimos para la investigación son los fabricados con un reemplazo de agregado grueso reciclado del 50% y con cemento Tipo Ico.

**Palabras clave:** Cerámica sanitaria; adoquines; concreto; agregado grueso.

### **Abstract**

The uncontrolled use of overexploitation of quarries for the extraction of aggregate used for construction and environmental pollution generates the need to look for different alternatives to mitigate these impacts. Therefore, the research seeks to provide solutions to these problems by using sanitary ceramic waste acquired in the Chiclayo-Lambayeque dumps as recycled coarse aggregate for the manufacture of prefabricated elements such as pedestrian concrete pavers. Therefore, the pavers were made with two types of cement and sanitary ceramic replacement percentages of 15,30,40 and 50% to identify their physical-mechanical properties. Likewise, according to the results obtained, it is determined that as the percentage of replacement of aggregate obtained from sanitary ceramics increases, the pavers have better properties in resistance to compression, flexotraction, abrasion and absorption with respect to the standard sample. Thus, determining that the optimal pavers for the investigation are those manufactured with a replacement of 50% recycled coarse aggregate and with Type Ico cement.

**Keywords:** Sanitary ceramics; cobblestones; concrete; recycling aggregate.

## Introducción

La influencia que tiene la industria de la construcción en el desarrollo social, urbanístico y económico de cada país a nivel mundial es significativa. Por consiguiente, en la etapa post pandemia que se está viviendo actualmente el crecimiento económico que se a nivel mundial depende en gran parte al sector de la construcción. Por ende, según el estudio realizado por la transnacional Marsh [1] en el año 2022 obtuvo un crecimiento del 6.6% de la actividad en la construcción y se espera que el incremento de la actividad entre el año 2020 y el año 2030 sea del 42% lo que es equivalente a 4.5 billones de dólares. Asimismo, según el banco mundial [2] a consecuencia del aumento desmedido de la población y la rápida urbanización los desechos a nivel mundial pasarán de 2010 millones de toneladas en el 2016 a 3400 millones de toneladas en tan solo un periodo de 30 años. Además, en [3] nos menciona que en Latinoamérica más del 50% de los residuos sólidos son vertidos en botaderos de basura al aire libre, puesto a que no poseen con un método adecuado para el tratamiento de residuos sólidos.

Los recursos naturales como los agregados son fundamentales en la construcción porque se aplican en la elaboración del concreto, ladrillos, adoquines, entre otros. Por consiguiente, por su alta demanda en la industria de la construcción el agregado es el material que más se extrae en el mundo, generando una preocupación puesto que es un material finito. Según el estudio realizado en [4] se espera que del 2021 al 2026 la utilización del agregado aumente en un 6%. En consecuencia, esto ha llevado a buscar alternativas de solución a nivel mundial sobre el uso desmedido del agregado. Por ende, en [5] nos menciona que en Estados Unidos el año 2020 de la demanda total de los agregados un 8% fueron de agregados reciclados y en el Reino Unido mediante el programa de WRAP un 25 % del total de los agregados fueron reciclados.

En el Perú el incremento desmedido de la población trae como consecuencia que las personas busquen satisfacer sus necesidades provocando un incremento de desechos orgánicos y de sobreexplotación de los agregados en las canteras generando una gran problemática actualmente. Según los datos obtenidos en los censos del INEI [6] el 2007 la población en el Perú era de 28 220 764 habitantes, mientras que para el año 2017 la población era de 31 237 385 personas, indicando que hay una tasa de crecimiento con respecto al 2007 del 10,7 %. Por ende; en [7] nos menciona que a consecuencia de la sobreexplotación algunas regiones tienen restricciones para suministrarse con agregado debido a que este material es un recurso no

renovable y limitado. Además, en Perú por falta de una buena gestión de residuos sólidos más del 40% de los residuos sólidos son vertidos en los botaderos.

Es más, en el Perú otro punto que altera negativamente es el mal manejo que se tiene de los residuos de la construcción y demolición (RCD) que en su gran mayoría son almacenados en los botaderos, generando alteraciones negativas en el medio ambiente. Esta problemática se manifiesta a consecuencia de que las autoridades no contemplan un manejo adecuado de RCD que en [8] la definen como todas medidas preventivas, estrategias y acciones que se realizan con la finalidad de identificar, prevenir y mitigar aquellos impactos que sean negativos para el medio ambientales, dándoles de esta manera un ciclo a los residuos sólidos mediante los tratamientos de reciclaje, recuperación y reutilización. En la investigación realizada en [9], menciona que en el Perú hay un total de RCD de 5,047,232 m<sup>3</sup> donde un 54% de los residuos son de cerámica, mientras que en el departamento de Lambayeque existen una cantidad de RCD de 23,661 m<sup>3</sup>. Asimismo, las empresas sanitarias generan grandes cantidades de desechos de cerámica sanitaria en los rellenos sanitarios, porque las piezas de cerámica sanitarias que no son aptas para la venta al público son desechadas como material inerte.

Por ende, la implementación de agregados es fundamental para poder fabricar adoquines de concreto. Los adoquines se utilizan desde hace varios siglos puesto que ofrecen una mayor resistencia, dureza y tiempo de vida útil. Actualmente los adoquines son elementos prefabricados de concreto cuentan con diferentes tamaños y formatos. Asimismo, los adoquines de concreto de uso peatonal, son bastante empleados puesto que su utilidad sigue siendo la misma y permite un suelo decorativo mejorando la estética mediante la implementación la decoración mediante su forma y color del mismo.

En consecuencia, analizando las problemáticas expuestas anteriormente, se formula la siguiente problemática: ¿En qué medida el reemplazo parcial de agregado grueso reciclado obtenido de la cerámica sanitaria mejorarán las propiedades físicas - mecánicas de los adoquines de concreto para uso peatonal, Chiclayo - 2024? Por ende, la hipótesis planteada en la investigación es el uso de agregado grueso reciclado de cerámica sanitaria como reemplazo parcial del agregado grueso natural mejoran las propiedades físicas-mecánicas de los adoquines de concreto para uso peatonal.

En el aspecto social se busca controlar el uso desmedido de los materiales de construcción utilizado por los pobladores hace que se tenga la necesidad de buscar distintos tipos de opciones para poder implementar a los procesos constructivos, un ejemplo claro de recursos limitados que se implementan de manera desmedida son los agregados naturales que son utilizados para la construcción. Por ende, esta investigación busca aprovechar los residuos cerámica sanitaria obtenidos de los botaderos de Chiclayo-Lambayeque para elaborar adoquines de concreto peatonales que cumplan con lo establecido en la NTP 399.611, obteniendo una nueva alternativa como material de construcción.

El aspecto económico, tiene como finalidad disminuir costos del proceso constructivo de los adoquines mediante la implementación de cerámica sanitaria. Además, las empresas especializadas en la producción de adoquines pueden hacer convenios con las empresas encargadas de producir los artículos sanitarios, con la finalidad de que aquellos productos que salgan defectuosos en su forma y no sean adecuados para la venta al público, en vez de ser desechados buscar darles un mejor uso siendo donados para ser utilizados como agregado. Por lo tanto, la disminución de costos para la fabricación de adoquines de concreto peatonales se dará porque se aprovechará las cerámicas sanitarias recicladas las cuales reemplazarán de manera parcial al agregado grueso natural.

En el aspecto ambiental, una problemática importante que afecta a la población actualmente está relacionada con el medio ambiente y se ve reflejada actualmente en la contaminación ambiental. Por consiguiente, según [5] los peruanos producen más 21 mil toneladas de desechos sólidos diarios, de las cuales solo se recuperan o son recicladas el 1%. Por esta razón, en la presente investigación busca ayudar a la mitigación del impacto ambiental generado actualmente, reciclando lavaderos e inodoros de los botaderos de Chiclayo-Lambayeque para elaborar adoquines de concreto peatonales. Asimismo, al trabajar con material reciclado se reducirán las toneladas diarias de desechos sólidos en el Perú y la demanda de extracción de agregados de las canteras se verá disminuida lo que genera un mejor mantenimiento de los recursos naturales.

Finalmente, en la investigación se plantean objetivos que responderán a la interrogante planteada en la problemática. Por ende, el objetivo general busca determinar en qué medida el uso de agregado reciclado de cerámica sanitaria permite mejorar las propiedades físicas - mecánicas del adoquín de concreto peatonal, Chiclayo – 2024. Y los objetivos específicos

serán: Realizar el diseño de mezcla de concreto empleando el método ACI, para los adoquines peatonales elaborados con cemento Tipo I y cemento Tipo Ico, con el reemplazo de cerámica sanitaria al 15%, 30%, 40% y 50%. Determinar las características físicas - mecánicas del adoquín de concreto con la incorporación de la cerámica sanitaria. Determinar el tipo de cemento y porcentaje de agregado reciclado óptimo para la elaboración de adoquines de concreto peatonales. Determinar el análisis técnico económico de los adoquines de concreto peatonales con y sin agregado reciclado obtenido de la cerámica sanitaria considerando la abrasión.

## Revisión de literatura

### *Antecedentes*

A nivel internacional se consideraron estudios como:

En el artículo [10] se estudia la posibilidad de emplear cerámica sanitaria en la elaboración del concreto reemplazando de forma parcial al agregado grueso en porcentajes del 15%, 20% y 25%. En primer lugar, obtuvieron el material reciclado del rechazo de los productos por la empresa de cerámicas sanitarias debido a que no cumplían con los estándares de calidad para ser vendidos. En segundo lugar, el material reciclado fue triturado y tamizado para obtener un tamaño de 4-12.5mm. Cabe recalcar que según los estudios realizados las características de la cerámica sanitaria indican que las reacciones químicas del material reciclado no afectan en la elaboración del concreto. Además, en la Tabla I se muestra como la cerámica sanitaria se destaca por su mayor resistencia a la fragmentación y menor densidad.

*TABLA I*  
*Caracterización de los agregados [10]*

<b>Características</b>	<b>Arena</b>	<b>Grava</b>	<b>Cerámica Sanitaria</b>
Módulo Granulométrico	1.28	6.93	6.17
Tamaño máximo (mm)	4	20	12.5
Porcentaje de finos (%)	7.52	0.22	0.16
Densidad real de la muestra seca (kg/cm <sup>3</sup> )	2.72	2.63	2.39
Absorción de agua (%)	2.24	0.23	0.55
Índice de lajas (%)	-	3	23
Coficiente "Los Ángeles" (%)	-	33	20
Porosidad total (%)	-	0.23	0.32

Se definieron propiedades físicas-mecánicas, determinando que conforme se vaya incrementando el porcentaje de cerámica sanitaria las propiedades mecánicas mejoran, sin embargo, los resultados de las propiedades físicas son similares con respecto a la muestra patrón.

En la investigación [11], se emplea cerámica sanitaria reciclada como agregado grueso reciclado con porcentajes de reemplazo del 50% y 100% para elaborar adoquines de concreto que lleguen a 400 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión. El procedimiento de la elaboración del concreto menciona que se trituró el residuo cerámico a un tamaño de ½" en la máquina de

los ángeles. Además, se realizó un estudio del material reciclado analizando su granulometría, porcentaje de absorción, porcentaje de humedad evaluadas de acuerdo con la normativa INEN. Después, se realizó la dosificación del concreto, se elaboraron las probetas con las distintas proporciones y se realizaron los ensayos correspondientes evaluando los resultados a las 7 días, 14 días y 28 días. Finalmente, se llegó a la conclusión que al reemplazar un 50% de agregado reciclado la resistencia a la compresión, tracción y abrasión cumplen los criterios establecidos por la normativa ecuatoriana.

De acuerdo con [12], se busca estudiar la forma de reutilizar los desechos de cerámica sanitaria utilizándose como agregado en la fabricación de concreto geopolimérico a base de metacaolín. En primer lugar, se trituró la cerámica sanitaria reciclada mediante el ensayo de la molienda de los productos produciendo partículas de diferentes tamaños de la muestra y además se realizó la composición química del material reciclado obteniendo en la Tabla II.

*TABLA II*  
*Composición química del compuesto [12]*

<b>Composición química del compuesto</b>									
Tipo de agregado	Óxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Óxido de Calcio (CaO)	Óxido de Magnesio (MgO)	Óxido de Manganes o (MnO)	Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	Óxido de Titanio (TiO <sub>2</sub> )	Óxido de fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
<b>Cerámica sanitaria</b>	62.306	20.415	2069	5190	0.553	14	2737	0.679	2118

En segundo lugar, se realizó el diseño de mezcla para la muestra patrón y para los diferentes tamaños de los agregados reciclados con las distintas proporciones de metacaolín. En tercer lugar, se evaluaron las propiedades físicas-mecánicas-microestructurales del concreto de geopolimérico a base de metacaolín, donde los valores adquiridos en los ensayos indican que las propiedades del concreto geopolimérico con metacaolín elaborado con cerámica sanitaria como agregado son mejores a comparación de los resultados obtenidos con la muestra patrón. Finalmente, la investigación recomienda incrementar el tamaño del agregado reciclado, ya que influencia es positiva para el concreto, siendo el tamaño adecuado de  $gr < 80 \mu m$ .

El estudio realizado por [13] tiene como finalidad determinar si la cerámica sanitaria se puede reutilizar como agregado grueso y fino en la elaboración de concreto. En primer lugar, se trituró la cerámica sanitaria obtenida de vertederos en dimensiones de 4-8mm para el agregado grueso y de 0-4mm para el agregado fino. En segundo lugar, se evaluaron las propiedades del agregado reciclado, es más, mediante el estudio químico de la cerámica

sanitaria se determinó que está compuesta principalmente por sílice (67.63%) y dióxido de aluminio (24.05%). En tercer lugar, se elaboraron los ensayos donde se determina que las propiedades de la cerámica sanitaria no se diferencian con los agregados naturales. Asimismo, las características del concreto fabricado con la cerámica sanitaria son resistente a la abrasión y además el concreto puede trabajar a altas temperaturas.

En el artículo [14], tiene como objetivo intercambiar por completo el agregado natural con la cerámica sanitaria que será triturada en fracciones de 0-4mm y de 4-8mm. Además, la investigación se encargó de evaluar propiedades de la cerámica sanitaria mediante la composición de fases y la resistencia al aplastamiento. Finalmente, los resultados obtenidos indican que reemplazar al 100% el agregado reciclado por el reciclado natural es factible puesto que se muestra un incremento considerable en la resistencia a la compresión y flexión, bajo porcentaje absorción y abrasividad.

La investigación [15], tiene la finalidad de analizar los resultados que se obtendrán para la elaboración de concretos especiales de alta resistencia al fuego agregándole cerámica sanitaria como agregado grueso reciclado. La caracterización de la cerámica sanitaria fue de 4-8 mm y de 0-4 mm, además se elaboraron ensayos de la cerámica sanitaria para determinar las propiedades químicas y minerales.

*TABLA III*  
*Contenido de compuesto (%) [15]*

<b>Composición química del compuesto</b>									
Tipo de agregado	Óxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Óxido de Calcio (CaO)	Óxido de Magnesio (MgO)	Óxido de Sodio (Na <sub>2</sub> O)	Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	Óxido de Titanio (TiO <sub>2</sub> )	Otros
<b>Grava</b>	16.7	8	1	31.8	40.8	0.9	0.8	-	-
<b>Granito</b>	74.8	14.2	-	1.6	0.6	5.6	2.8	-	0.4
<b>Cerámica de arcilla roja</b>	51.7	18.2	6.1	6.1	2.4	0.2	4.6	0.8	10
<b>Cerámica sanitaria</b>	67.6	24.1	0.6	-	0.4	1.3	3	-	3

Se elaboraron distintos diseños de mezcla donde se debe agregar aditivos aireadores y aluminato de calcio. Asimismo, se analizaron las propiedades mecánicas determinando que la aplicación de la cerámica sanitaria reciclada como agregado grueso es factible puesto que los ensayos cumplen con lo establecido en la normativa, esto genera beneficios económicos y reducirá la extracción de los recursos naturales.

De acuerdo con [16], se evaluará el comportamiento térmico del concreto elaborado con cerámica sanitaria reciclada en el proceso de enfriamiento donde se hace una comparación con diferentes materiales de construcción que son sometidos a las mismas condiciones térmicas. Asimismo, el concreto elaborado de los residuos sanitarios y cemento de alúmina tiene la capacidad de trabajar a 1000°C de temperatura porque tienen una alta capacidad de acumular calor y una alta durabilidad, entonces se puede emplear en construcciones en hornos de condensación o cuerpos de chimeneas. Es importante mencionar que se realizó un estudio de la cerámica sanitaria, donde se caracterizó al agregado de 0-4mm y de 4-8mm. Además, se realizó una comparación entre las propiedades de la grava y la cerámica sanitaria.

TABLA IV

*Comparación entre las propiedades de la grava y la cerámica sanitaria [16]*

Propiedad	Unidad	Tipo de agregado	
		Grava	Cerámica Sanitaria
Densidad Específica	g/cm <sup>3</sup>	2.65	2.64
Densidad a Granel	g/cm <sup>3</sup>	2.46	2.36
Fuerza Compresiva	MPa	200	400-600
Módulo de Elasticidad	Gpa	43	40-70
Grado de Aplastamiento	-	6.8	8.90
Absorción de Agua	%	0.6	1.53

En el artículo [17] se presentan ensayos experimentales de concreto elaborados con cerámica sanitaria, cerámica de construcción y escombros de concreto con la finalidad de encontrar la idoneidad del concreto para ser empleado en la construcción. Los materiales reciclados se tamizaron en tres grupos de 0-4mm, 0-8mm y de 8-16mm. Luego, se prepararon un total de 39 muestras en forma de cubos de 10x10x10cm y 15x15x15cm y de vigas de 10x10x46cm con la finalidad de evaluar las muestras en los ensayos de resistencia a la compresión, flexión, tracción, absorción, contracción total, estanqueidad y resistencia a las heladas. Finalmente, interpretando los resultados se concluyó que la implementación de cerámica sanitaria y escombros de concreto en la elaboración de las muestras permitieron que este concreto se pueda emplear para fines estructurales ya que cuentan con una resistencia alta.

La investigación realizada por [18] tiene como objetivo aplicar cerámica sanitaria triturada como reemplazo parcial del agregado de dolomita tradicional en una mezcla mineral-asfáltica. La composición química de la cerámica sanitaria tiene buenas propiedades de adhesión del asfalto a pesar del alto contenido de sílice. De acuerdo a la alta resistencia a la compresión que tiene la cerámica sanitaria provoca un efecto positivo en la capa de rodadura ya que aumenta su

durabilidad y al elaborar el asfalto a una temperatura de 150-160°C se reduce a viscosidad lo que permite una cobertura completa de los granos del agregado. En conclusión, la aplicación del agregado reciclado como sustitución parcial del árido dolomítico se justifica porque mejora la adherencia mecánica del asfalto y limita el aumento de pH lo que permite que el asfalto se pueda preparar en temperaturas más bajas.

En el artículo [19] se analiza el comportamiento de morteros de cemento agregando la cerámica sanitaria como reemplazo de agregados finos en porcentajes de 0%, 10%, 15% y 20%. Se evaluaron sus propiedades físicas-mecánicas, además de pruebas de porosidad abierta y la observación con lupa para analizar la microestructura del mortero. Asimismo, los resultados obtenidos indican que el desempeño del mortero es mejor cuando ha sido elaborado con el agregado de la cerámica sanitaria que con el agregado natural, determinando que al 20% de reemplazo de cerámica sanitaria por el agregado natural el mortero que tuvo mejor comportamiento ya que tenían una mayor resistencia y menor absorción de agua.

El estudio realizado por [20] tiene como objetivo disminuir las grandes cantidades de residuos de cerámica sanitaria en los vertederos minimizando el impacto ambiental, por ende se analizará como actúa la cerámica sanitaria en los ensayos de niebla salina del mortero y la resistencia a las heladas. En los ensayos realizados se determinó la densidad, la porosidad total y abierta, la absorbabilidad, la resistencia a la corrosión por niebla salina y la resistencia a las heladas luego de 25 ciclos de congelación-descongelación de las muestras. En conclusión, los resultados indican que la sustitución de arena por agregado cerámico genera un impacto positivo en la resistencia de los morteros y una baja absorción de agua.

A nivel nacional, se consideraron estudios como:

La tesis [21], tiene el objetivo de evaluar al concreto fabricado con residuos de cerámica y porcelanato. Para identificar sus propiedades ensayaron 45 muestras de especímenes cilíndricos donde se emplean residuos reciclados como reemplazo de agregado fino en porcentajes del 0, 5, 10, 15 y 25%. Además, los resultados nos mencionan que cuando se sustituye el árido fino por el agregado reciclado en un 15%, el concreto presenta una reducción en la trabajabilidad, sin embargo, existe un incremento del 15.86% en la resistencia a la compresión comparándolo con el resultado obtenido de la muestra patrón. Finalmente, se concluye que las propiedades mecánicas presentan mejores características cuando el concreto es elaborado con residuos reciclados de cerámica y porcelanato.

De acuerdo con [22], se trabajará con RCD en porcentajes del 30, 50 y 80% con la finalidad de determinar el porcentaje óptimo de agregado reciclado para la fabricación de adoquines. Primero, se compararon las propiedades del agregado natural con el agregado reciclado. Luego, evaluaron las propiedades físicas-mecánicas de los adoquines, llegando a la conclusión que los adoquines que son elaborados con agregados obtenidos de los RCD presentan mejores propiedades físicas-mecánicas; asimismo el porcentaje óptimo es el de 50% de reemplazo de agregado reciclado.

## **Base teórica**

### **Cerámica Sanitaria**

La cerámica es el resultado de la fabricación de arcilla cocida compuesta sílice y feldespato. Entonces, en [23] definen la cerámica sanitaria o vitrificada como una pasta blanca opaca que tiene como características principales la alta resistencia, el brillo y casi nula absorción de agua que mayormente es utilizado para la fabricación artículos de sanitarios como lavaderos e inodoros.

*TABLA V*

*Características de la cerámica sanitaria [23]*

<b>Tipo de Cerámica</b>	<b>Características</b>	<b>Aplicaciones</b>
Cerámica Sanitaria	Baja absorción de agua	Uso en artículos sanitarios en general
	Alta resistencia	
	Superficie lisa y esmaltada	
	Resistencia al trabajo duro	
	Resistencia al ataque químico	

### **Concreto:**

La Norma E060 de concreto armado [24] , define al concreto como la mezcla del cemento Portland, agregados, agua y de ser necesario con o sin aditivos que al solidificarse se genera un material de construcción resistente.

### **Adoquines**

Se define a los adoquines en la NTP 399.611 [25], como piezas de concreto simple prefabricadas que tienen forma nominal. Asimismo, [26] define a los adoquines de concreto como elementos prefabricados macizos que tienen formas iguales que encajan los unos a los otros al colocarlos sobre una superficie.

#### **- Clasificación de los adoquines:**

De acuerdo con la NTP 399.611 [25], la clasificación de los adoquines es:

TABLA VI  
Clasificación de los adoquines [25]

Clasificación		Dimensiones		
Tipo	Uso	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
I	Peatonal	20	10	4-6
II	Transito vehicular ligero	20	10	6-8-10
III	Transito vehicular pesado	20	10	≥ 8

- **Materiales para la fabricación de adoquines:**

➤ **Cementos Portland:**

En la NTP 334.009 [27], se define al cemento portland como un cemento hidráulico que es generado por la pulverización del Clinker. Sus componentes principales son el sulfato de calcio, silicatos de calcio hidráulico, y caliza. El cemento portland puede ser clasificado de acuerdo a sus propiedades específicas y a su uso:

TABLA VII  
Clasificación del cemento Portland[27]

Clasificación y uso	
<b>Tipo I</b>	Para uso general, no requiere de propiedades especiales de cualquier otro tipo.
<b>Tipo II</b>	Para uso general, pero se recomienda utilizar cuando se desea moderar el calor de hidratación y la resistencia a los sulfatos.
<b>Tipo III</b>	Se utilizará cuando se requieran altas resistencias iniciales
<b>Tipo IV</b>	Se debe emplear cuando se desea bajo el calor de hidratación
<b>Tipo V</b>	Cuando se requiera una alta resistencia a los sulfatos

➤ **Cementos Hidráulicos Adicionados:**

la NTP 334.090 [28] menciona cuales son los tipos de cementos hidráulicos adicionados y que requisitos deben cumplir.

TABLA VIII  
Cementos hidráulicos adicionados [28]

Cementos Hidráulicos Adicionados	
<b>Cemento Tipo ICO</b>	Cemento Portland compuesto que tiene 30% filler calizo.
<b>Cemento Tipo IP</b>	Es un Cemento Portland puzolánico.
<b>Cemento Tipo I (PM)</b>	Cemento puzolánico modificado.
<b>Cemento Tipo IT</b>	Cemento adicionado ternario.
<b>Cemento Tipo IS</b>	Cemento Portland con escorias de alto horno.

➤ **Agua de mezcla:**

Para realizar el concreto es fundamental el uso del agua porque permite la manejabilidad del concreto mediante la hidratación del cemento y el desarrollo de su capacidad ligante. Según la NTP 339.088 [29], el agua deberá cumplir con los siguientes parámetros para poder ser utilizada en la elaboración de la mezcla de concreto, el uso de agua potable no necesitará de ensayos para poder ser empleada. En caso de clima cálido, incrementar hielo al agua. Cuando se use agua no potable o provenientes de dos o más fuentes, estas deberán ser evaluadas para certificar su calidad.

➤ **Agregados:**

Los agregados son definidos según a Norma E060, como una materia granular natural o artificial, cuyos límites estará establecido en la NTP 400.037 [30]:

- **Agregados Finos:** Proviene de la descomposición de la roca de manera natural o mecánica, según la normativa el agregado fino tiene que ser retenido en tamiz N°200.
- **Agregados Gruesos:** Su obtención es igual a la del agregado fino y según la normativa el agregado debe ser retenido en tamiz N°4.
- **Agregados Reciclados:** Aquellos agregados adquiridos mediante los residuos de construcción que posteriormente deben pasar por un tratamiento de materiales.

### **Normativa de los ensayos de los agregados**

- **Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global NTP 400.012**

La evaluación granulométrica [31] tiene como objetivo encontrar la distribución por tamaño de los agregados mediante el tamizado. En el desarrollo del del ensayo es necesario contar con aparatos como balanzas, los tamices y la brocha. Asimismo, se debe tomar las muestras del agregado según lo estipulado en la NTP 400.010:

- **Agregado fino:** Se debe muestrear como mínimo 300g.
- **Agregado grueso:** El tamaño de la muestra dependerá del TMN de aberturas cuadradas.
- **Agregado global:** El tamaño de la muestra debe ser la misma que la del agregado grueso.

El procedimiento del ensayo de granulometría es la siguiente:

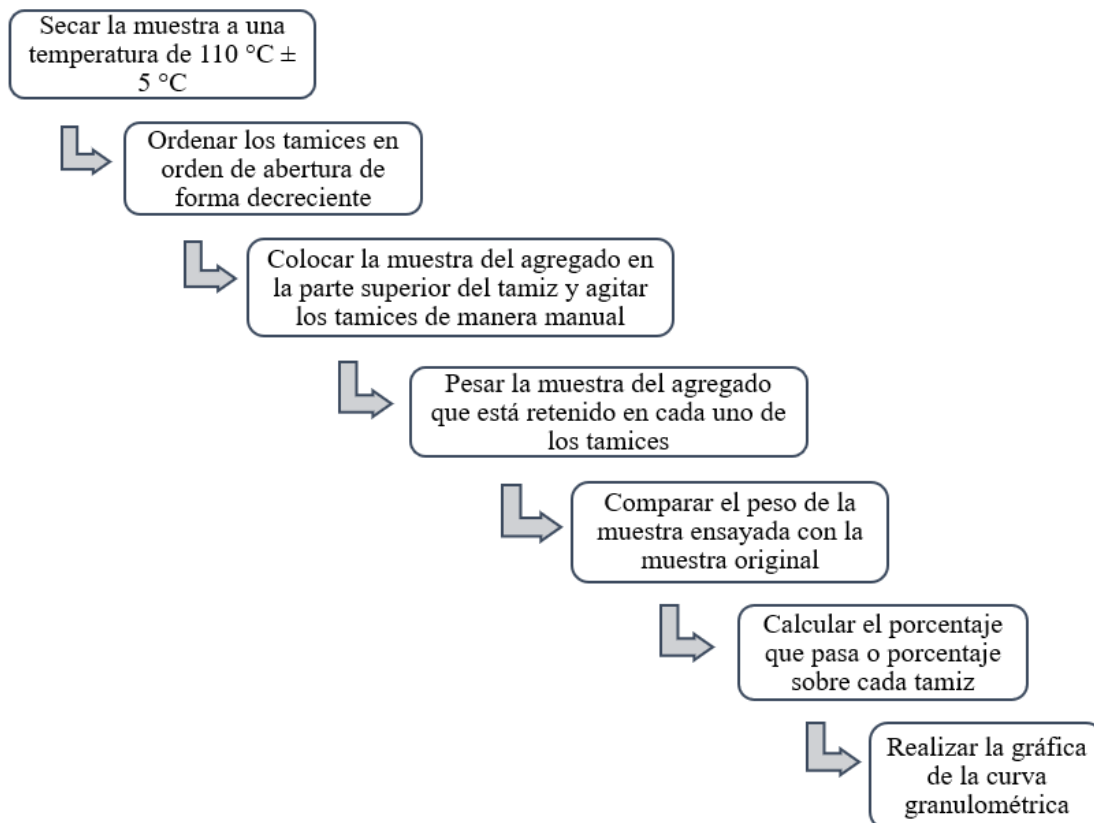


Fig. 1. Procedimiento del ensayo de granulometría [31]

#### - Ensayo de humedad del agregado grueso y fino NTP 339.185

La NTP 339.185 [32] determina el porcentaje total de humedad de los agregados. En primer lugar, hay que pesar la muestra humedad original. En segundo lugar, llevar la muestra al horno durante 24 horas, cuando haya transcurrido el tiempo se debe sacar la muestra para determinar el peso seco de la muestra. El cálculo del contenido de humedad se muestra en (1):

$$P = \frac{100 (W-D)}{D} \quad (1)$$

Donde:

P= Contenido total de humedad total de la muestra en porcentaje

W= Masa de la muestra húmeda original en gramos

D= Masa de la muestra seca en gramos

- **Ensayo de peso unitario del agregado NTP 400.017**

La NTP 400.017 [33] tiene como objetivo establecer la densidad de la masa de los agregados en condiciones compactadas y sueltas para de esta manera poder calcular los vacíos que existen en las partículas de los agregados finos y gruesos. La norma establece el siguiente procedimiento para realizar el ensayo:

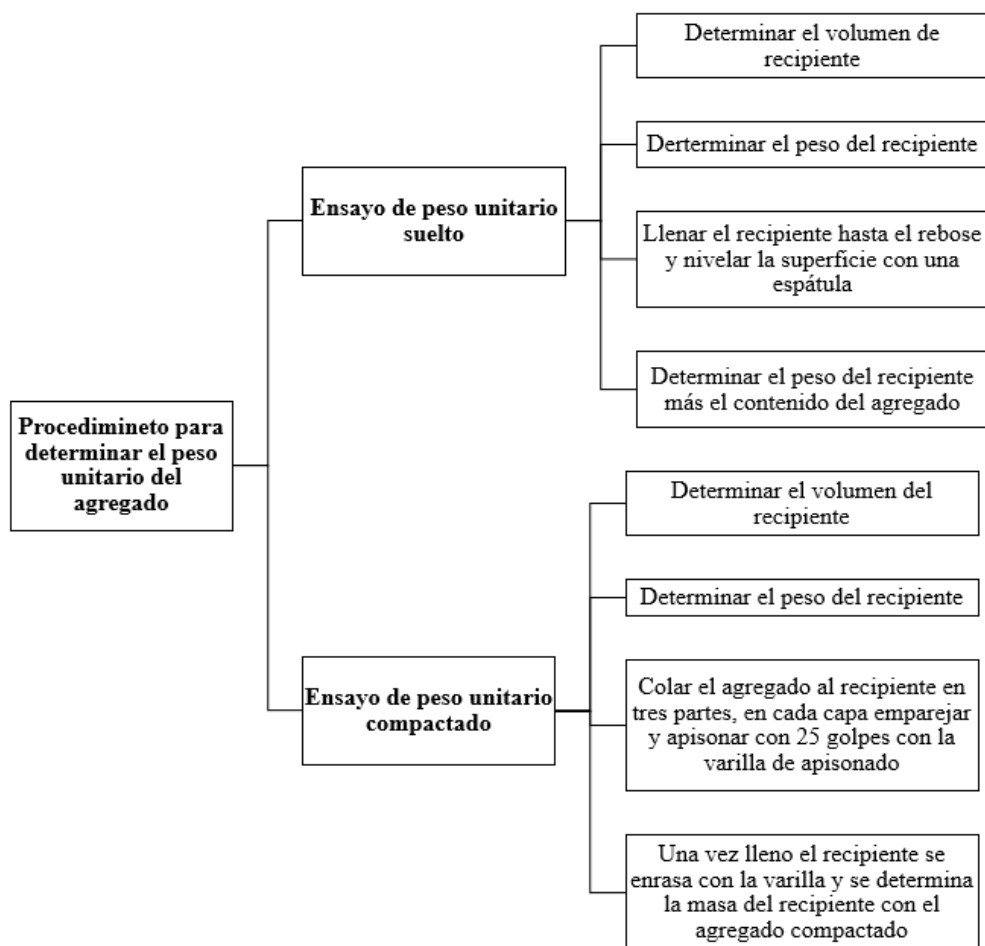


Fig. 2. Procedimiento para los ensayos de peso unitario [33]

El peso unitario suelto y compactado se calcula como se muestra en (2) y (3):

$$M = (G - T)/V \quad (2)$$

$$M = (G - T) * F \quad (3)$$

Donde:

M= Peso Unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup>

G= Peso del recipiente de medida más el agregado en kg

T= Peso del recipiente de medida en kg

V= Volumen de la medida en m<sup>3</sup>

F= Factor de la medida en m<sup>3</sup>

- **Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso NTP 400.021**

La NTP 400.021 [34] indica que se debe realizar el siguiente procedimiento para realizar el ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso:

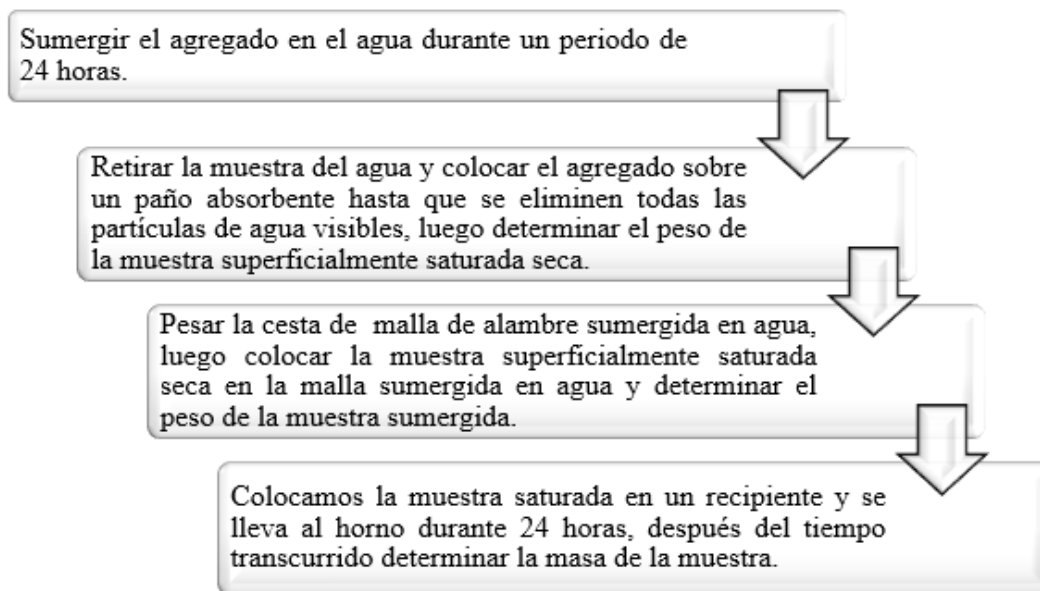


Fig. 3. Procedimiento para el ensayo de peso específico y absorción del AG [34]

El cálculo del ensayo se determina de la siguiente forma:

- Peso específico de masa (Pem):

$$P_{em} = \frac{A}{(B-C)} \times 100 \quad (4)$$

- Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pesss):

$$P_{esss} = \frac{B}{(B-C)} \times 100 \quad (5)$$

- Peso específico aparente (Pea):

$$P_{ea} = \frac{A}{(A-C)} \times 100 \quad (6)$$

Donde:

A= Peso de la muestra seca al aire en gramos

B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire

C= Peso en el agua de la muestra saturada

La absorción del agregado grueso se calcula como se determina en (7):

$$A_B \% = \frac{(B-A)}{A} \times 100 \quad (7)$$

- **Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino NTP 400.022**

La NTP 400.022 [35] tiene la finalidad de calcular la absorción y peso específico del agregado fino. Por ende, se debe cumplir con el siguiente procedimiento:

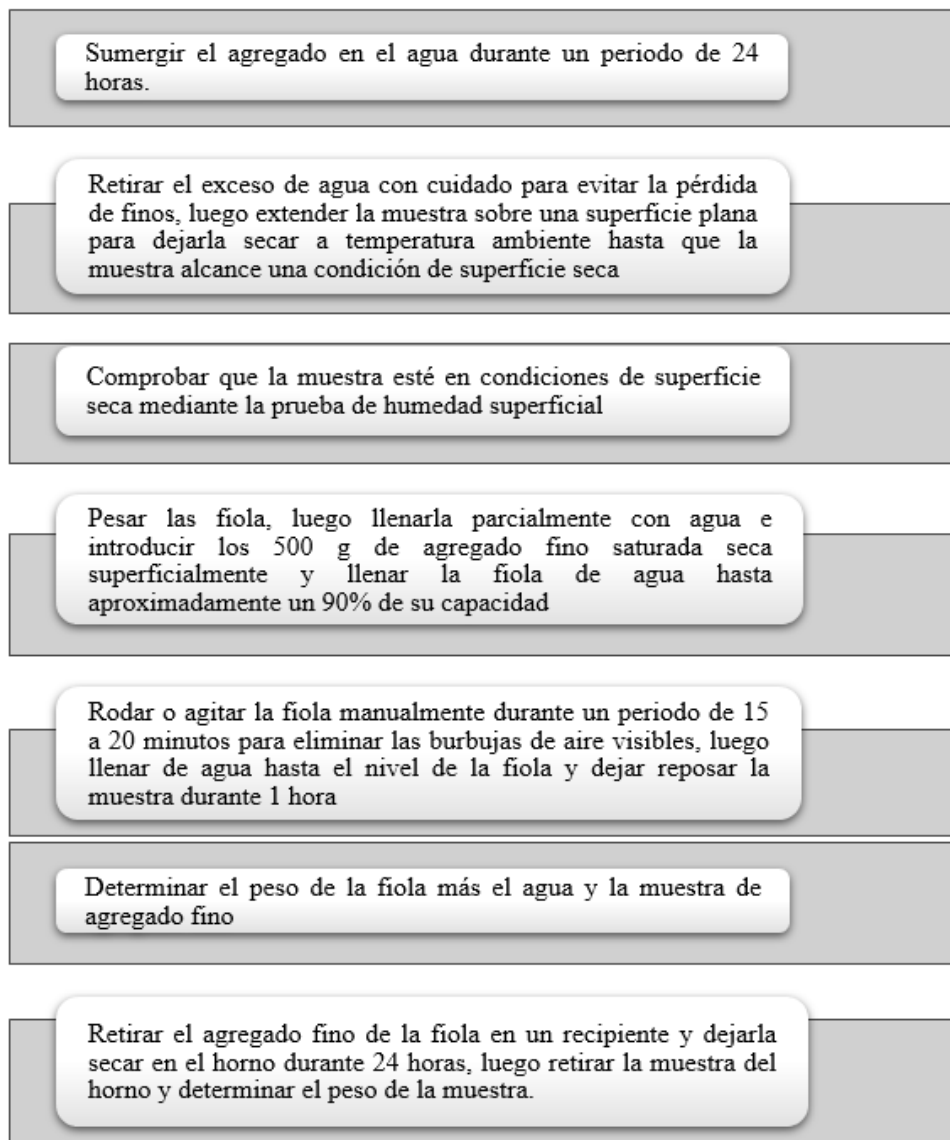


Fig. 4. Procedimiento para el ensayo de peso específico y absorción del AF [35]

El cálculo de peso específico del agregado fino se calcular de la siguiente forma:

- Peso específico (Pe):

$$P_e = \frac{W_0}{(V - Va)} \quad (8)$$

- Peso específico de masa saturada con superficie seca (P<sub>esss</sub>):

$$P_{esss} = \frac{W_0}{(W_0 - Va)} \times 100 \quad (9)$$

- Peso específico aparente (Pea):

$$P_{ea} = \frac{W_0}{(V - V_a) - (V - W_0)} \tag{10}$$

Donde:

V= Volumen del frasco (cm<sup>3</sup>)

W<sub>0</sub>= Peso en el aire de la muestra secada (g)

V<sub>a</sub>= Peso en (g) o en volumen (cm<sup>3</sup>) del agua añadida al frasco

La absorción del agregado fino se calcula como se muestra en (11):

$$A_B\% = \frac{(500 - W_0)}{W_0} \times 100 \tag{11}$$

- **Ensayo de índice de alargamiento y aplanamiento de los agregados MTC E 221**

La MTC E 221 [36] tiene como objetivo describir el proceso para calcular el índice de alargamiento y aplanamiento de los agregados gruesos.

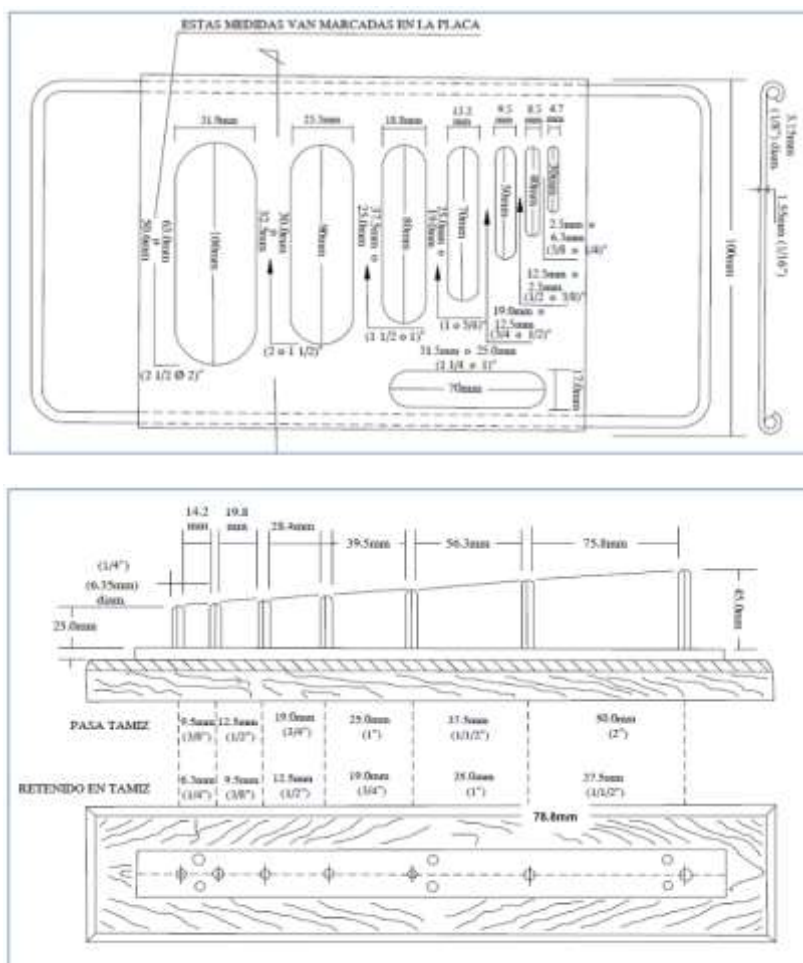


Fig. 5. Calibrador de espesores y longitudes[36]

El ensayo de índice de alargamiento y aplanamiento se realiza de la siguiente manera:

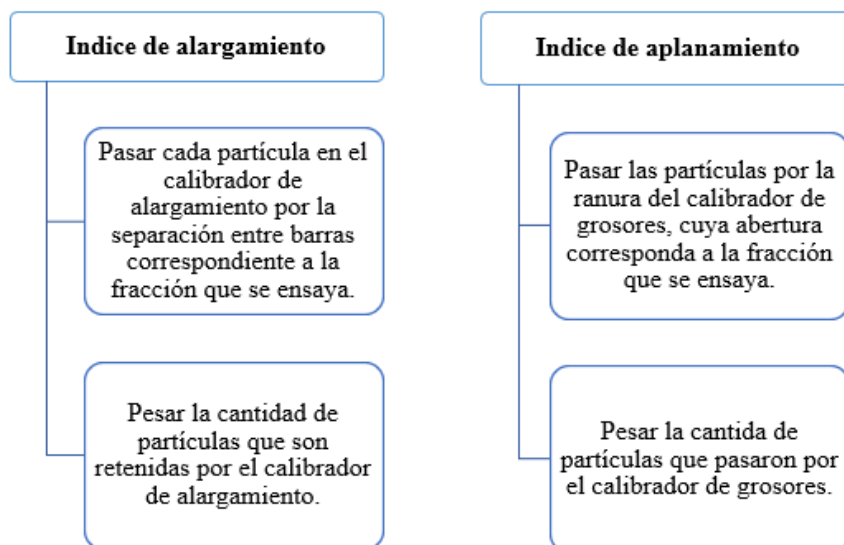


Fig. 6. Procedimiento del ensayo de índice de alargamiento y aplanamiento del AG [36]

- Índice de aplanamiento de la fracción

$$I_{ai} = \frac{P_{ai}}{P_i} \times 100 \quad (12)$$

- Índice de alargamiento de la fracción

$$I_{li} = \frac{P_{li}}{P_i} \times 100 \quad (13)$$

Donde:

$P_{ai}$  = Peso de las partículas que pasa a través de la correspondiente ranura.

$P_{li}$  = Peso de las partículas retenidas entre las barras correspondientes.

$P_i$  = Peso inicial.

- **Resistencia al desgaste en agregados gruesos por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles NTP 400.019**

En la NTP 400.019 [37] se evalúan agregados gruesos cuyo tamaño sea menor a 37.5mm, se empleará la máquina de Los Ángeles para determinar la resistencia al desgaste que tenga el agregado. Asimismo, la norma indica el procedimiento para realizar el ensayo debe ser de la siguiente manera:

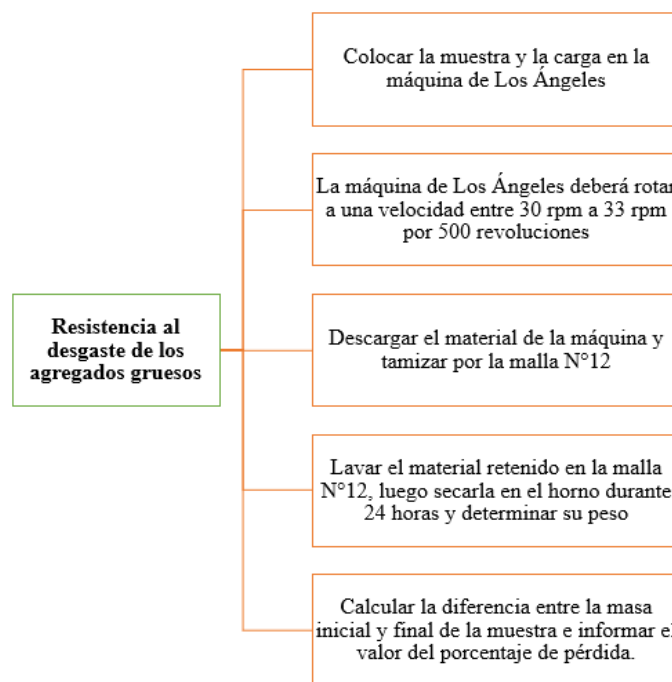


Fig. 7. Procedimiento del ensayo de resistencia al desgaste de los AG [37]

## Diseño de mezcla

### - Diseño de Mezcla por el Método ACI:

El método ACI (American Concrete Institute), es una herramienta que permite realizar la dosificación del cemento, agregados y agua para la fabricación del concreto de forma rápida y confiable. Según lo establecido por el ACI 211.1-91 [38], el presente método se emplea para realizar el diseño de acuerdo a la resistencia que se quiera obtener del concreto, fijando la relación a/c para garantizar resistencia y durabilidad de la mezcla. Además, mediante este método se trabajará con diferentes tipos de tablas, las cuales sirven como guía para realizar los diseños de mezclas. Finalmente, en [38] se especifica que el diseño de mezcla se tener el siguiente procedimiento:

- **Seleccionar el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado**

Los TMN grandes de agregados contienen menor de vacíos a comparación de los agregados más pequeños.

- **Determinar el agua para la mezcla y contenido de aire**

La determinación del agua por unidad de volumen depende de la forma, granulometría y TMN de los agregados. Asimismo, el método ACI mediante una tabla establece valores de agua requerida para la mezcla de concreto con o sin aire elaborados con diferentes tamaños nominales.

TABLA IX

Agua de la mezcla aproximada y contenido de aire requerido para diferentes TMN de agregado[38]

Water, lb/yd <sup>3</sup> of concrete for indicated nominal maximum sizes of aggregate								
Slump, in.	¾ in.*	½ in.*	¾ in.*	1 in.*	1-½ in.*	2 in.*†	3 in.†‡	6 in.†‡
Non-air-entrained concrete								
1 to 2	350	335	315	300	275	260	220	190
3 to 4	385	365	340	325	300	285	245	210
6 to 7	410	385	360	340	315	300	270	—
More than 7*	—	—	—	—	—	—	—	—
Approximate amount of entrapped air in non-air-entrained concrete, percent	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Air-entrained concrete								
1 to 2	305	295	280	270	250	240	205	180
3 to 4	340	325	305	295	275	265	225	200
6 to 7	365	345	325	310	290	280	260	—
More than 7*	—	—	—	—	—	—	—	—
Recommended averages <sup>1</sup> total air content, percent for level of exposure:								
Mild exposure	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5***††	1.0***††
Moderate exposure	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5***††	3.0***††
Severe exposure <sup>††</sup>	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5***††	4.0***††

- **Seleccionar de la relación agua/cemento (a/c)**

Para poder determinar la relación a/c se debe tener en cuenta la resistencia y la durabilidad para la cual será diseñado el concreto. Además, el ACI te brinda valores conservadores para la relación a/c, el cual debe ser verificando mediante el ensayo de resistencia a la compresión.

TABLA X

Relación a/c y resistencia a la compresión del concreto[38]

Compressive strength at 28 days, psi*	Water-cement ratio, by weight	
	Non-air-entrained concrete	Air-entrained concrete
6000	0.41	—
5000	0.48	0.40
4000	0.57	0.48
3000	0.68	0.59
2000	0.82	0.74

- **Calcular la cantidad de cemento**

Para determinar la cantidad de cemento se tiene que dividir el contenido de agua sobre la relación agua/cemento.

- **Calcular el contenido de agregado grueso**

Los aridos del mismo tamaño, la clasificación del TMN de los agregados gruesos y el módulo de fineza determinado en el agregado fino producirán concreto de trabajabilidad satisfactoria. Además, el ACI en la Tabla 11 se aprecian los siguientes datos:

TABLA XI

Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto[38]

Nominal maximum size of aggregate, in.	Volume of oven-dry-rodded coarse aggregate* per unit volume of concrete for different fineness moduli of fine aggregate+			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4	0.66	0.64	0.62	0.60
1	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2	0.75	0.73	0.71	0.69
2	0.78	0.76	0.74	0.72
3	0.82	0.80	0.78	0.76
6	0.87	0.85	0.83	0.81

- **Calcular el volumen de agregado fino**

Es importante considerar que cualquier cambio en la proporción de cemento y agregados deben calcularse, en términos volumen absoluto o de peso.

- **Ajustes de la mezcla por humedad de los agregados**

Hay que reducir la cantidad de agua agregada a la mezcla en cantidades equivalentes a la humedad natural que está presente en los agregados, esto quiere decir que se debe restar la humedad total menos su absorción.

### Normativa de los ensayos de los adoquines

- **Propiedades mecánicas de los adoquines:**

- **Resistencia a la compresión:** En [25], se evalúa la resistencia a la compresión mínima de acuerdo al tipo de adoquín. Además, indica que la resistencia máxima se obtendrá en los ensayos realizados a los 28 días. Asimismo, los valores obtenidos se deben evaluar de manera individual y en promedio de tres unidades.

TABLA XII

Resistencia a la compresión, mín. MPa (kg/cm<sup>2</sup>)[25]

Tipo	Resistencia a la compresión, mín. MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I (peatonal) Tipo B, C y D *Todos los tipos	31 (320) 31 (320)	28 (290) 28 (290)
II (Vehicular ligero)	41 (420) 37 (380) 35 (360)	37 (380) 33 (340) 32 (325)
III (Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	55 (561)	50 (510)

- ✓ El cálculo para determinar la resistencia a la compresión se muestra en (14):

$$R_c = \frac{P}{A} \quad (14)$$

Donde:

R<sub>c</sub>= Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)

P= Carga de rotura del espécimen (kg)

A= Área del espécimen ensayado (cm<sup>2</sup>)

- **Resistencia a la flexotracción:** Según la ITINTEC 339.124, la resistencia a la flexotracción determina la resistencia a tracción por flexión distribuyendo en el centro de luz libre una carga lineal uniformemente hasta producir la rotura. El cálculo de la resistencia a la flexotracción se determina en (15):

$$R = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (15)$$

Donde:

R= Módulo de ruptura (MPa)

P= Carga máxima aplicada

b= Ancho promedio del espécimen en la fractura

L= Longitud de separación de apoyos

d= Espesor promedio del espécimen en la fractura

- **Resistencia a la abrasión:** Según lo estipulado en NTP 399.624, la disminución de volumen de los adoquines no debe ser mayor a 15 cm<sup>3</sup>/50 cm<sup>3</sup> y el espesor del adoquín no debe sufrir una pérdida mayor a 3mm.

#### - **Propiedades físicas de los adoquines:**

- **Requisitos dimensionales:** Según [39], los adoquines pueden tener dimensiones variadas, sin embargo se debe tener el control de que cada uno de estas sea uniforme con sus dimensiones para que así no afecten a la transferencias de cargas y que se mantenga estéticamente bien. Además, la NTP 399.611 nos estipula que el espesor nominal se determinará en función del tipo de adoquín. Asimismo, en la normativa nos especifica cuales son las tolerancias permisibles máximas.

TABLA XIII

Espesor nominal (mm)[25]

Tipo	Espesor nominal (mm)
I (peatonal) Tipo B,C y D *Todos los tipos	40 60
II (Vehicular ligero)	60 80 100
III (Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	≥ 80

TABLA XIV

Tolerancia dimensional, máx (mm)[25]

Tolerancia dimensional, máx. (mm)		
Longitud	Ancho	Espesor
± 1,6	± 1,6	± 3,2

- **Acabado:** Según [39], los adoquines no deben presentar fisuras o alguna imperfección en su apariencia y sus aristas deben mantenerse regulares y lisas.
- **Color:** Según [39], el color de los adoquines no se debe ver alterado con el transcurso del tiempo y además el pigmento utilizado no debe alterar las propiedades del concreto.
- **Peso:** Según [39], el peso unitario de los adoquines será variado porque dependerá de los materiales utilizados y las medidas de la fabricación, pero los adoquines puestos al horno no deben pesar menos de 2200 kg/m<sup>3</sup>.
- **Absorción de agua:** La NTP 399.611, nos ayuda a determinar la absorción máxima de agua según el tipo de adoquín.

**TABLA XV**  
*Absorción, Max (%) [25]*

Tipo de Adoquín	Absorción, máx. (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I y II	6	7,5
III	5	7

- ✓ Según lo establecido por NTP 339.124 la absorción del espécimen se determina como se muestra en (16):

$$A\% = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100 \quad (16)$$

Donde:

A% = Absorción máxima (%).

Ph = Peso del espécimen saturado luego de 24 horas sumergido en agua.

Ps = Peso del espécimen seco.

## **Materiales y métodos**

### ***Tipos de investigación:***

La presente investigación es de Tipo Cuantitativa, porque se ejecutarán mediciones numéricas de los resultados adquiridos de los ensayos, para posteriormente ser analizados y así el investigador tenga información estadística. Esta información será obtenida mediante los resultados obtenidas en distintas pruebas de ensayos que aportarán a la solución de un problema específico asociado al tema vinculado.

### ***Diseño de la investigación:***

La finalidad de la investigación es de Tipo Experimental, ya que mediante los ensayos elaborados en el laboratorio se manipulará la variable independiente. Esta manipulación se realizará con la finalidad de analizar las muestras de adoquines de concreto de uso peatonal que serán elaborados con el reemplazo parcial de los diferentes porcentajes de cerámica sanitaria reciclada y así poder comprobar la hipótesis planteada en la presente investigación.

### ***Población, muestra y muestreo:***

#### ***Población:***

Corresponde al conjunto de adoquines de concreto de uso peatonal elaborados de concreto convencional y con el reemplazo parcial de agregado obtenido de la cerámica sanitaria.

#### ***Muestra:***

Se elaborarán un total de 210 adoquines de concreto de uso peatonal, de los cuales 105 muestras se elaborarán con cemento Tipo I y 105 muestras con cemento Tipo Ico. Asimismo, se fabricarán por cada tipo de cemento 21 adoquines para la muestra patrón y 84 adoquines con los porcentajes reemplazo de agregado reciclado obtenida de la cerámica sanitaria del 15%, 30%, 40% y 50%.

### *Muestreo:*

El tipo de muestreo es no probabilístico, lo que implica que la elección de los elementos no se basa en la probabilidad, sino de los propósitos de la investigación o de sus causas relacionadas. Además, las muestras están relacionadas con lo establecido en la NTP 339.183, puesto que, nos menciona que el número de muestras dependerá de la cantidad de pruebas y ensayos establecidos. Usualmente se deben realizar tres o más especímenes que deberán ser moldeados de acuerdo con las edades del concreto.

*TABLA XVI*

*Muestras de adoquines peatonales de concreto (CTI). Fuente Propia*

ADOQUINES TIPO PEATONAL DE CONCRETO (CEMENTO TIPO I)								
Tipos de muestras	Porcentajes	Ensayo de resistencia a la compresión				Ensayo de resistencia a la flexotracción	Ensayo a la abrasión	Ensayo de absorción
		Edades en días				Edades en días	Edades en días	Edades en días
		7 días	14 días	21 días	28 días	28 días	28 días	28 días
Muestra Patrón	0%	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und
Muestra de cerámica sanitaria como agregado grueso reciclado	15%	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und
	30%	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und
	40%	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und
	50%	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und
Unidades de adoquines		15 und	15 und	15 und	15 und	15 und	15 und	15 und
TOTAL		60 unidades				15 unidades	15 unidades	15 unidades
105 unidades								

*TABLA XVII*

*Muestras de adoquines peatonales de concreto (CTIco). Fuente Propia*

ADOQUINES TIPO PEATONAL DE CONCRETO (CEMENTO TIPO Ico)								
Tipos de muestras	Porcentajes	Ensayo de resistencia a la compresión				Ensayo de resistencia a la flexotracción	Ensayo a la abrasión	Ensayo de absorción
		Edades en días				Edades en días	Edades en días	Edades en días
		7 días	14 días	21 días	28 días	28 días	28 días	28 días
Muestra Patrón	0%	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und
Muestra de cerámica sanitaria como agregado grueso reciclado	15%	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und
	30%	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und
	40%	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und
	50%	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und
Unidades de adoquines		15 und	15 und	15 und	15 und	15 und	15 und	15 und
TOTAL		60 unidades				15 unidades	15 unidades	15 unidades
105 unidades								

***Criterios de selección:***

- Los residuos de cerámica sanitaria se obtendrán de los botaderos de la ciudad de Chiclayo-Lambayeque.
- La cerámica sanitaria se reemplazará de manera parcial a los agregados gruesos en porcentajes de 15%, 30%, 40% y 50%. Los porcentajes de reemplazo se determinaron teniendo en cuenta los antecedentes evaluados en la investigación.
- Se empleará el cemento Tipo I y el cemento Tipo Ico para la elaboración de los adoquines de concreto de uso peatonal.
- Según lo estipulado en la NTP 339.084 para cada tipo de cemento se fabricarán 3 especímenes de adoquines por cada ensayo de muestra patrón, 3 especímenes de adoquines por cada edad (7 días, 14 días, 21 días, 28 días) y 3 especímenes de adoquines por cada porcentaje de reemplazo parcial de agregado reciclado (15%, 30%, 40% y 50%) dando un total de 210 muestras que serán elaboradas la finalidad de analizar si las propiedades físicas-mecánicas cumplen con lo establecido en la NTP 399.611.
- Los adoquines de concreto peatonal tendrán una forma rectangular y sus dimensiones serán de 20 X 10 X 6 cm.

***Operacionalización de variables:******Variable Independiente***

- Cerámica sanitaria reciclada.

***Variable Dependiente***

- Diseño de mezcla, propiedades físicas-mecánicas de los adoquines, análisis técnico económico.

TABLA XVIII

*Operacionalización de variable independiente. Fuente Propia*

	VARIABLE	DIMENSIONES	INSTRUMENTO	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDADA	NORMATIVA
<b>Independiente</b>	Porcentaje de cerámica sanitaria reciclada	Porcentaje de cerámica sanitaria reciclada	Balanza	15%, 30%, 40%, 50% de cerámica vitrificada	%	-

TABLA XIX

Operacionalización de variable dependiente. Fuente Propia

<b>Dependiente</b>	Diseño de Mezcla	Tipo de Cemento	Balanza	Cemento Tipo I y Cemento Tipo Ico	bls	NTP 334.009
		Tipo de Adoquin	-	Adoquin Tipo I	und	NTP 399.611
		Dimensiones del adoquin	-	20 x 10 x 6	cm	
		Proporción de los elementos para la elaboración de adoquines	-	Cantidad de componentes para la elaboración de adoquines	-	Método ACI
	Propiedades físicas del adoquin	Porcentaje de absorción del agua	Horno, balanza	Absorción	%	ITINTEC 339.124
	Propiedades mecánicas del adoquin	Resistencia a la compresión	Máquina de compresión	Resistencia a la compresión	kg/cm2	NTP 399.604
		Resistencia a la flexotracción	Máquina de compresión	Resistencia a la flexotracción	kg/cm2	ITINTEC 339.124
		Resistencia a la abrasión	Máquina de desgaste	Resistencia a la abrasión	%	NTP 399.624
	Análisis Técnico Económico	Costo de la producción de adoquines	Análisis de precios unitarios	Costo por unidad de los adoquines	Sol peruano	CAPECO

**Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

TABLA XX

Técnica e instrumentos de recolección de datos. Fuente Propia

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Observación Directa	Recolección de Datos

- **Técnica:** La técnica empleada es la observación directa, puesto que, se observará cómo actúa el concreto con la sustitución porcentual de cerámica sanitaria y además se registrarán los datos obtenidos en los resultados de los distintitos ensayos.
- **Instrumento:** Se empleará como instrumento la recolección de datos, para anotar los valores adquiridos en los ensayos de laboratorios elaborados a los adoquines de uso peatonal para la muestra patrón como para los fabricados con el reemplazo de agregado reciclado.

***Aspectos éticos:***

En la presente investigación muestra información verídica extraída de distintas fuentes donde se emplearán el uso de citas y referencias bibliográficas para respetar el derecho de autor. Asimismo, los ensayos se realizarán conforme a lo indicado en la NTP respetando los procedimientos con la finalidad de que los resultados adquiridos de los diferentes ensayos sean confiables. Además, para comprobar la veracidad de la investigación se tendrá evidencia fotográfica de los procedimientos realizados en los ensayos y de los resultados obtenidos de los mismos que serán firmados por el responsable del laboratorio. Finalmente, cumpliendo con los principios éticos se hará una investigación detallada y que aporte con el desarrollo del conocimiento.

**Procedimientos:**

➤ **Flujograma sobre el procedimiento de la investigación**

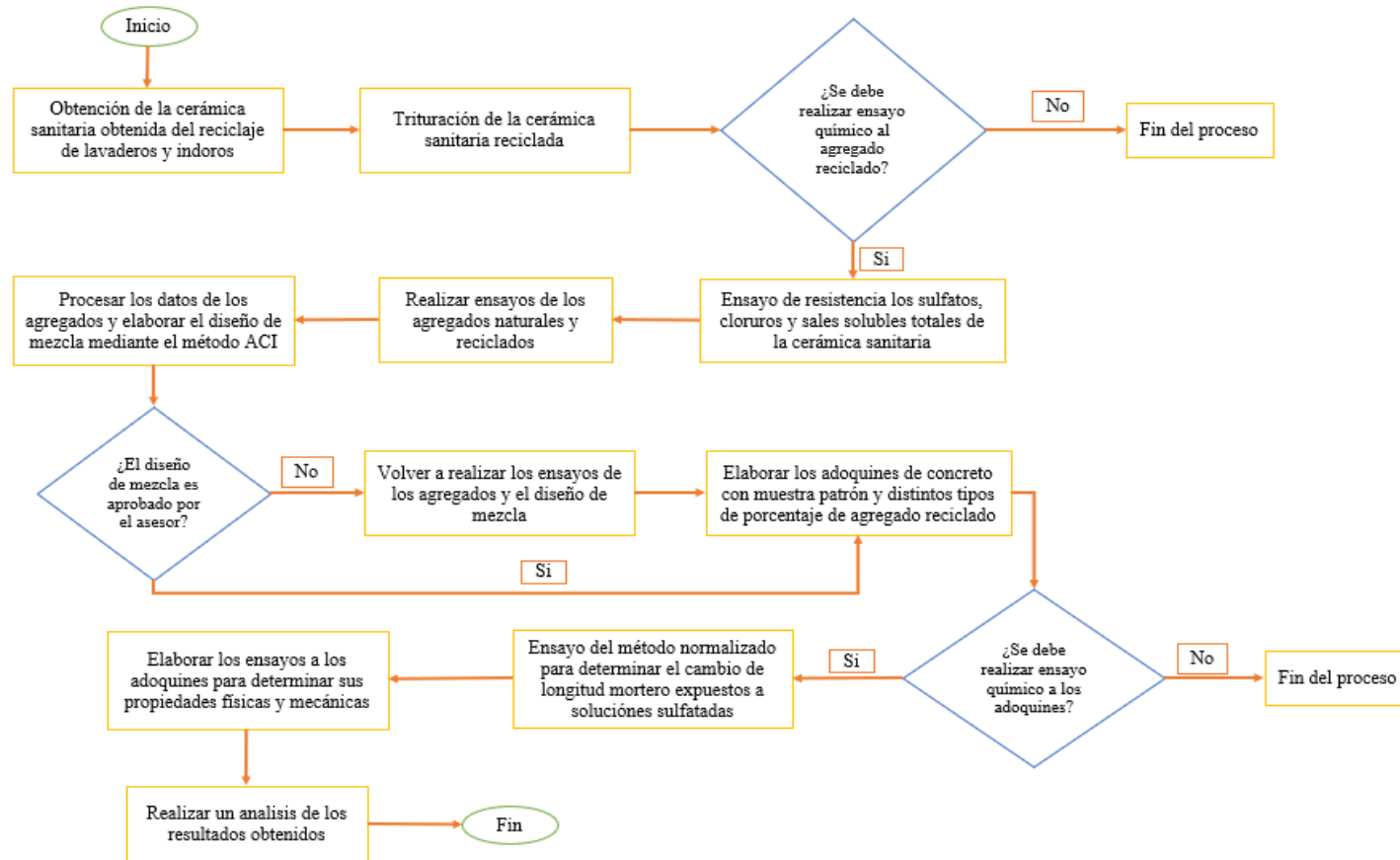


Fig. 8. Flujograma sobre el procedimiento de la investigación. Fuente Propia

### ***Recolección y trituración de la cerámica sanitaria***

La cerámica sanitaria obtenida de inodoros y lavaderos se obtuvo mediante la visita a los botaderos de la ciudad de Chiclayo. En primer lugar, se realizará una inspección visual para identificar los inodoros y lavaderos que se encuentren en condiciones adecuadas para ser utilizadas para la investigación. En segundo lugar, después de la recolección del material reciclado se procederá a limpiar los inodoros y lavaderos para realizar la caracterización de la cerámica sanitaria para ser triturada en la máquina de Los Ángeles; una vez triturado el material se tamizará y solo utilizaremos aquel el agregado que pase por la malla de 1/2" y sea retenido por la malla N°10 para así obtener el agregado grueso reciclado. Finalmente, se realizará un análisis químico donde se identificarán las sales solubles, cloruros y sulfatos; y se identificarán las propiedades físico-mecánicas de la cerámica sanitaria obtenida de los inodoros y lavaderos.



*Fig. 9. Recolección de los inodoros y lavaderos de los botaderos. Fuente Propia*



*Fig. 10. Procesamiento de trituración y tamizado del material reciclado. Fuente Propia*

### *Ensayo de los agregados*

#### - **Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global**

El presente ensayo permite distribuir por tamaño de partículas los diferentes tipos de agregados utilizando diferentes tamices ordenados de manera decreciente según su abertura. Luego de ordenar los tamices se coloca la muestra del agregado fino, grueso y reciclado sobre el tamiz superior para proceder a agitar manualmente. Posteriormente, se debe pesar la cantidad de muestra retenida en cada tamiz para obtener los datos necesarios para elaborar la curva granulométrica.



*Fig. 11. Ensayo de granulometría de los agregados. Fuente Propia*

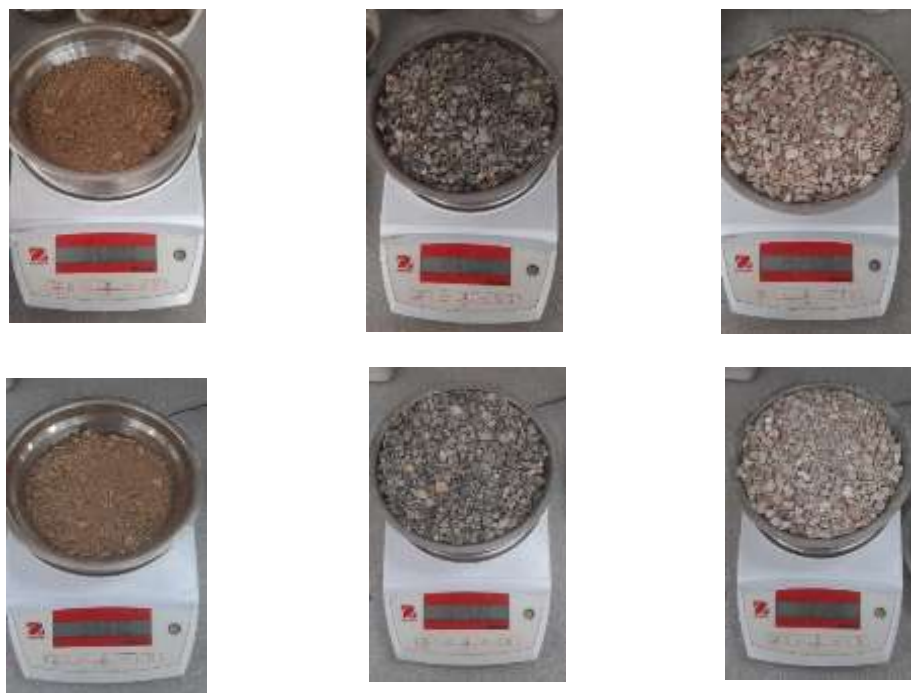
Asimismo, como se reemplazará el agregado grueso reciclado obtenido de la cerámica sanitaria por el agregado grueso natural, se realizó el tamizado por la combinación de agregados. Se combinó el agregado de acuerdo a los porcentajes de reemplazo establecidos del 15, 30, 40 y 50% de agregado reciclado para determinar de esta manera el TM, el TMN y elaborar la curva granulométrica de cada combinación de agregados realizada.



*Fig. 12. Granulometría de agregado combinado. Fuente Propia*

**- Ensayo de humedad del agregado fino, grueso y reciclado**

Primero se debe pesar la muestra húmeda, luego llevar al horno la muestra por 24 horas para evaporar la humedad y pesar la muestra seca.



*Fig. 13. Contenido de humedad de los agregados. Fuente Propia*

- **Ensayo de peso unitario del agregado fino, grueso y reciclado**

Para el ensayo de peso unitario suelto (PUS) se debe medir el volumen y peso del recipiente, luego hay que llenar el recipiente con el agregado hasta que rebose para, enrasarlo con la ayuda de los dedos y determinar el peso total. Asimismo, para el peso unitario compactado (PUC) se debe colar en el recipiente el agregado en tres capas, apisonando cada una con 25 golpes con la ayuda de una varilla de apisonado. Una vez lleno el recipiente, se debe enrasar con la varilla y se determinará el peso del agregado compactado con el recipiente.



*Fig. 14. Ensayo de PUS y PUC de los agregados. Fuente Propia*

- **Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso**

En primer lugar, se realizará el tamizado del agregado por el tamiz N°8 para separar y trabajar con el agregado retenido en este tamiz en específico. En segundo lugar, se sumergirá el agregado grueso natural y reciclado en agua durante 24 horas, después se debe retirar del agua para dejarlo secar hasta que la muestra se encuentre superficialmente saturada seca y una vez lista la muestra debe ser pesada. En tercer lugar, se sumerge la canastilla en el agua para obtener el peso sumergido. Asimismo, se debe vaciar la muestra del agregado en la canastilla sumergida y determinar el peso. Finalmente hay que retirar la muestra de la cesta sumergida y dejarla en el horno 24 horas para determinar el peso final de la muestra seca.



*Fig. 15. Peso específico y absorción del AG. Fuente Propia*

- **Ensayo de peso específico y absorción de agregados finos**

Primero se sumerge en agua el agregado fino durante 24 horas, luego retirar el exceso de agua previniendo la pérdida de finos y se extiende el agregado sobre una superficie plana hasta que alcance un estado de superficie seca. Asimismo, para comprobar que el agregado se encuentre en condiciones de superficie seca se debe realizar la prueba de humedad superficial. Después, se debe pesar las fiola, llenarla parcialmente con agua y se agregan 500 g del agregado fino saturada seco superficialmente y llenar la fiola con agua hasta alcanzar un 90% de su capacidad. Posteriormente, se debe agitar manualmente la fiola durante un periodo de minutos establecidos en la norma para mitigar las burbujas de aire visibles, luego llenar de agua hasta el nivel de la fiola y dejar reposar la muestra durante 1 hora para determinar el peso de la muestra junto con la fiola y el agua. Finalmente, se debe retirar el agregado fino de la fiola colocándolo en un recipiente para luego poner la muestra a secar en el horno durante 24 horas para determinar el peso final de la muestra seca.



*Fig. 16. Peso específico y absorción de AF. Fuente Propia*

- **Ensayo para la determinación cuantitativa de sales solubles, cloruros solubles y sulfato solubles en suelos y aguas subterráneas**

La NTP 399.152 [40], la NTP 339.177 [41] y NTP 339.178 [42] tiene como finalidad calcular la concentración de sales, cloruros y sulfatos solubles que existe en la cerámica sanitaria. Por ende, el procedimiento a seguir es el siguiente:

- ✓ Pesar 100g del agregado reciclado, que previamente debe ser secado al aire libre y tamizada por el tamiz N°10 para ser analizada en un frasco de Erlenmeyer de 500ml.
- ✓ Se le debe de añadir 300ml de agua destilada y ponerlo en agitación mecánica durante una hora, luego de eso se debe dejar sedimentar por una hora.
- ✓ La suspensión se filtra usando un filtro de microfibra de vidrio o papel con un diámetro de 110 milímetros en un embudo de Büchner. En caso de que el filtrado inicial esté turbio, se debe devolver al embudo y si la turbidez persiste después de la segunda filtración se puede intentar la centrifugación seguida de otra filtración mediante un disco de microfibra con un diámetro de 47 milímetros.
- ✓ Para determinar el total de sales solubles se debe pesar el vaso precipitado, luego hay que agregar la muestra acuosa al vaso y llevarlo al horno a 180°C durante una hora. Después, hay que extraer la muestra del horno y determinar su peso para obtener todos los datos para el total de sales solubles.
- ✓ Para la cantidad de cloruros, se le debe agregar nitrato de plata donde por cada 100mL de muestra se le debe agregar 4.7929 gr de este químico. Una vez tenido el peso hay que vaciar el químico en la bureta, para después ser agregado a la muestra mezclada lo que al tener contacto entre los químicos cambia inmediatamente de color. Finalmente se debe restar la cantidad de cromato de potasio con nitrato de plata para obtener el dato para calcular la cantidad de cloruros.
- ✓ Asimismo, para el sulfato soluble se debe pesar el vaso precipitado se le debe añadir por cada 100mL de la muestra se le debe pipetear 30mL de extracto del suelo en un vaso de 250mL, luego calentar hasta la ebullición y agregar 5mL de cloruro de bario deshidratado, hay que mantener en temperatura por debajo del punto de ebullición hasta que la muestra se clarifique. Filtrar la muestra y calcinar el residuo a 800°C por una hora. Agregar una gota de ácido sulfúrico y algunas gotas de ácido fluorhídrico, luego evaporar bajo una campana extractora para eliminar la sílice en forma de tetrafluoruro de silicio (SiF<sub>4</sub>). Después, volver a calentar a una temperatura cercana a los 800 °C, enfriar en un desecador y proceder a pesar el BaSO<sub>4</sub>.

- **Ensayo de índice de alargamiento y aplanamiento de los agregados grueso**

Siguiendo la normativa establecida se emplea el calibrador de grosores con una abertura de 4.7mm para separar las partículas de forma aplanadas, ya que el TMN de los agregados ensayados son de 3/8". De igual manera, para separar las partículas con forma alargada se emplea el calibrador de alargamiento con una separación entre barras de 9.5mm. Finalmente, las partículas que pasan por ranuras de aplanamiento y las partículas retenidas en el calibrador alargamiento deben ser pesadas.



*Fig. 17. Índice de alargamiento y aplanamiento. Fuente Propia*

- **Ensayo para determinar la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles**

De acuerdo a la normativa se debe obtener 2500g de muestra que pase por el tamiz 3/8" y debe ser retenida por el tamiz 1/4" y 2500g de muestra que por el tamiz 1/4" y debe ser retenida por el tamiz N°4. Asimismo, como la gradación es de Tipo C se debe ensayar la muestra con 6 esferas. Una vez obtenida la muestra se debe colocar el agregado con las 6 esferas en la máquina de Los Ángeles para iniciar el desgaste por abrasión. Después, se descarga el material de la máquina y se realiza un tamizado por la malla N°12. Por último, se lava el material retenido en la malla N°12, se seca en un horno durante 24 horas y se determina el peso final de la muestra.



Fig. 18. Resistencia al desgaste de los AG. Fuente Propia

### ***Elaboración del diseño de mezcla por el método ACI***

El diseño de mezcla (DM) se realizó por el método ACI, para adoquines elaborados con cemento Tipo I (CTI) y cemento Tipo Ico (CTIco), teniendo en cuenta el diseño los adoquines de muestra patrón como con los diferentes porcentajes reemplazo de agregado grueso reciclado. Asimismo, se debe tener en cuenta que la resistencia a la compresión a la cual se debe diseñar los adoquines de tipo peatonal es de 290 kg/cm<sup>2</sup> indicado en la NTP 399.611. Además, cabe resaltar que este método de diseño te brinda una secuencia de pasos para determinar la dosificación de cemento, agregado y agua para la elaboración del concreto. En primer lugar, se debe seleccionar el TMN que se obtiene del ensayo granulométrico realizado a los agregados. En segundo lugar, se determina la cantidad de agua y contenido de aire para la mezcla, gracias a una tabla que te establece valores de acuerdo al Slump y al TMN del agregado. En tercer lugar, se selecciona la relación agua/cemento en base a la cantidad de agua para la mezcla y la resistencia promedio para la cual se hará el diseño. Luego se procede a determinar la cantidad de cemento, el contenido de agregado grueso, el volumen del agregado fino. Finalmente, para determinar las dosificaciones en los diferentes diseños de muestra se realizan los ajustes de la mezcla por humedad de los agregados.

### *Elaboración de adoquines de concreto*

La NTP 339.183 [43] indica el procedimiento que se debe tener en cuenta para la fabricación de adoquines de concreto.

- ✓ Para la fabricación de los adoquines los materiales a emplear deben estar a temperatura ambiente.
- ✓ El cemento debe estar almacenado en un área seca, de preferencia en contenedores que sean resistentes a la humedad.
- ✓ Pesar los materiales para la elaboración del concreto según lo establecido en las dosificaciones indicadas en los diseños de mezcla.



*Fig. 19. Peso del AGR. Fuente Propia*

- ✓ Prender la mezcladora y humedecerla, se debe incorporar el agregado grueso junto con una parte del agua del agua destinada para la mezcla cuando la mezcladora aun no este rotando. Una vez hecha esta parte se debe poner en funcionamiento a la mezcladora para añadir el agregado fino, cemento y la cantidad restante de agua. La norma indica que se debe mezcla el concreto durante 3 minutos, seguido de un período de reposo de 3 minutos y finalmente 2 minutos adicionales del mezclado.



Fig. 20. Mezcla de concreto para la fabricación de los adoquines. Fuente Propia

- ✓ Distribuir el concreto en los moldes de los adoquines con ayuda de un cucharón o una lampa, los moldes deben estar fijados rígidamente a la mesa vibratoria. Los moldes deben ser de los tamaños establecidos por la investigación que son de 20cm x 10cm x 6cm. Una vez llenos los moldes se empieza a dar funcionamiento a la mesa vibratoria y la superficie del concreto se debe volver lisa y deben desaparecer las burbujas de aire para que se considere que se ha aplicado una vibración suficiente.



Fig. 21. Elaboración de los adoquines en la mesa vibratoria. Fuente Propia

- ✓ Se le debe dar un acabado a los adoquines con la finalidad de enrasar la superficie del concreto, este acabado no debe ser mayor al 3mm.
- ✓ Una vez terminada la elaboración de los adoquines se debe retirar de la mesa vibratoria para ser desmoldado, asimismo se dejan los adoquines al aire libre durante 24 horas y una vez pasado ese tiempo se procederá a poner a curar los adoquines.



*Fig. 22. Desmoldado de los adoquines para uso peatonal. Fuente Propia*



*Fig. 23. Curado de los adoquines para uso peatonal. Fuente Propia*

### *Ensayos a los adoquines*

#### - **Ensayo de Resistencia a la Compresión**

Según la NTP 339.034 [44] en primer lugar, se deben determinar las dimensiones y el peso de cada uno de los adoquines. En segundo lugar, el adoquín se debe posicionar en la máquina de ensayo y se le aplicará una carga perpendicular sobre la sección de mayor superficie hasta que se produzca su rotura. Después, se registrará la carga máxima detectada por la máquina de ensayo.



*Fig. 24. Resistencia a la compresión. Fuente Propia*

#### - **Ensayo de resistencia a la flexotracción**

La NTP 339.124 [45] menciona que primero se debe sumergir los adoquines en agua durante 24 horas y luego del tiempo sumergido retirarlo. Luego se debe situar en la plataforma máquina y equidistante al centro se debe colocar el adoquín que tiene que estar apoyadas por dos barras que se colocan paralelamente. Asimismo, sobre la tercera barra que es colocada para apoyar a los adoquines se le debe aplicar una carga gradualmente hasta conseguir la rotura. Finalmente, se debe calcular el área de rotura de los adoquines ensayados mediante la aproximación milimétrica del ancho y espesor promedio.



*Fig. 25. Ensayo de resistencia a la flexotracción. Fuente Propia*

#### - **Ensayo de resistencia a la abrasión**

El presente ensayo se tiene en cuenta lo indicado en la norma ASTM C944-99, donde mediante un cortador giratorio se realizará el desgaste de los adoquines en tres ciclos diferentes de dos minutos por ciclo. Se registrará el peso inicial de los adoquines antes de realizar el ensayo, así como el peso en cada uno de los ciclos para así obtener el porcentaje de desgaste de los adoquines.



*Fig. 26. Resistencia a la abrasión. Fuente Propia*

### - Ensayo de absorción

La NTP 399.604 [46] especifica que para la elaboración del ensayo de absorción se deben surgir los adoquines por 24 horas. Una vez pasado el tiempo se retiran los adoquines del agua para ser secados superficialmente y determinar el peso del adoquín saturado. Luego se determinará el peso sumergido de los adoquines colocando la muestra sobre una malla totalmente sumergida. Finalmente, hay que llevar al horno los adoquines saturados durante 24 horas, al pasar el tiempo de secado se retiran del horno para determinar el peso seco del adoquín.



*Fig. 27. Resistencia a la absorción. Fuente Propia*

- **Método normalizado para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Portland expuestos a soluciones sulfatadas.**

El ensayo establecido por la NTP 334.094 tiene como finalidad evaluar el cambio de longitud en morteros elaborados con agregados naturales y reciclados. La normativa establece que primero se debe preparar el mortero y los moldes de las probetas. Luego vaciamos el mortero al molde y se cubren con una lámina de acero, después sellar la tapa al molde y llevarlo a curar en agua por un periodo de 23 ½ h. Una vez pasado el tiempo se debe sacar del agua los moldes y desmoldar todas las barras para ser almacenados en los contenedores de curado de agua saturada. Es importante tener en cuenta que los contenedores sean resistentes a la corrosión y por cada litro de solución en los contenedores contendrá 50,0 gr de Sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), disueltos en 900 mL de agua y se diluirá con agua destilada o de-ionizada para alcanzar 1,0 L de solución.



*Fig. 28. Ensayo de cambio de longitud. Fuente Propia*

*Plan de procesamiento y análisis de datos:*

**FASE I:**

- Obtención de información relacionada la investigación.
- Análisis de información valorizable.
- Revisión de las Normas Técnicas Peruanas (NTP) vigentes aplicables al proyecto.
- Visita a los botaderos de Lambayeque para identificar los residuos de cerámica sanitaria,

**FASE II:**

- Hacer una inspección visual y obtener las cerámicas sanitaria recicladas que se encuentren en condiciones adecuadas para ser empleadas como agregado grueso reciclado.
- Realizar la caracterización de la cerámica sanitaria a través del proceso de trituración y tamizado con objetivo de obtener el agregado grueso reciclado adecuado.
- Realizar el ensayo de resistencia al sulfato, cloruro y sales solubles de la cerámica sanitaria.
- Realizar ensayos de los agregados finos, grueso y reciclados.

**FASE III:**

- Analizar los datos obtenidos de los ensayos realizados para los agregados reciclados y naturales.
- Realizar el diseño de mezcla de concreto con una resistencia de 290 kg/cm<sup>2</sup>, para los adoquines peatonales fabricados con cemento Tipo I y cemento Tipo Ico, con un reemplazo parcial de agregados grueso reciclados obtenidos de la cerámica sanitaria en porcentajes del 15%, 30%, 40% y 50% empleando el método ACI.

**FASE IV:**

- Fabricación de los adoquines de concreto peatonales.
- Realizar los ensayos físicos-mecánicos de los adoquines de concreto peatonales.
- Obtención de los resultados de los ensayos de los adoquines de concreto peatonales.

**FASE V:**

- Analizar los resultados obtenidos de los ensayos de los adoquines de concreto.
- Determinar el porcentaje óptimo del agregado grueso reciclado.
- Realizar un análisis económico de los adoquines de concreto.
- Redacción de conclusiones y recomendaciones.

**Matriz de consistencia:**

**TABLA XXI**  
*Matriz de consistencia. Fuente Propia*

<b>Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal – Chiclayo 2024</b>											
<b>FORMULACION DEL PROBLEMA</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>OBJETIVOS</b>		<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDAD</b>	<b>NORMATIVA</b>	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	<b>TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b>
¿En qué medida el reemplazo parcial de agregado grueso reciclado obtenido de la cerámica sanitaria mejorarán las propiedades físicas - mecánicas de los adoquines de concreto para uso peatonal, Chiclayo 2024?	El uso de agregado grueso reciclado de cerámica sanitaria como reemplazo parcial del agregado grueso natural mejoran las propiedades físicas-mecánicas de los adoquines de concreto para uso peatonal.	<b>Objetivo General</b>	<b>Independiente</b>	Porcentaje de cerámica sanitaria reciclada	Porcentaje de cerámica sanitaria reciclada	Balanza	15%, 30%, 40%, 50% de cerámica vitrificada	%	-	<b>Población</b>	El diseño de la investigación es de tipo de investigación es experimental, ya que mediante los ensayos elaborados en el laboratorio se manipulará la variable independiente (cerámica sanitaria). Asimismo, la finalidad de la investigación es de tipo cuantitativo porque los resultados obtenidos de los ensayos buscan probar la veracidad de la hipótesis planteada estableciendo que los resultados cumplan con la N.T.P 399.61.
		Determinar en qué medida el uso de agregado reciclado de cerámica sanitaria permite mejorar las propiedades físicas - mecánicas del adoquín de concreto peatonal, Chiclayo – 2024.									
		<b>Objetivos Específicos</b>	Tipo de Adoquin	-	Adoquin Tipo I	und	NTP 399.611				
		Determinar las características físicas - mecánicas del adoquín de concreto con la incorporación de la cerámica sanitaria.		Dimensiones del adoquin	-	20 x 10 x 6	cm		<b>Muestra</b>		
		Realizar el diseño de mezcla de concreto empleando el método ACI, para los adoquines peatonales elaborados con cemento Tipo I y cemento Tipo Ico, con el reemplazo de cerámica sanitaria al 15%, 30%, 40% y 50%.		Proporción de los elementos para la elaboración de adoquines	-	Cantidad de componentes para la elaboración de adoquines	-	Método ACI	Se elaborarán un total de 210 adoquines de concreto de uso peatonal, de los cuales 105 muestras se elaborarán con cemento Tipo I y 105 muestras con cemento Tipo Ico. Asimismo, se fabricarán por cada tipo de cemento 21 adoquines para la muestra patrón y 84 adoquines con los porcentajes reemplazo de agregado reciclado obtenida de la cerámica sanitaria del 15%, 30%, 40% y 50%.		
		Determinar el tipo de cemento y porcentaje de agregado reciclado óptimo para la elaboración de adoquines de concreto peatonales.		Propiedades físicas del adoquin	Porcentaje de absorción del agua	Horno, balanza	Absorción	%		ITINTEC 339.124	
		Determinar el análisis técnico económico de los adoquines de concreto peatonales con y sin agregado reciclado obtenido de la cerámica sanitaria considerando la abrasión.		Propiedades mecánicas del adoquin	Resistencia a la compresión	Máquina de compresión	Resistencia a la compresión	kg/cm2	NTP 399.604		
					Resistencia a la flexotracción	Máquina de compresión	Resistencia a la flexotracción	kg/cm2	ITINTEC 339.124		
					Resistencia a la abrasión	Máquina de desgaste	Resistencia a la abrasión	%	NTP 399.624		
				Análisis Técnico Económico	Costo de la producción de adoquines	Análisis de precios unitarios	Costo por unidad de los adoquines	Sol peruano	CAPECO		

## Resultados y discusiones

### *Resultados*

#### *Proceso de la caracterización de la cerámica sanitaria obtenida de inodoros y lavaderos:*

- En primer lugar, se realizará una inspección visual para identificar los inodoros y lavaderos que se encuentren en condiciones adecuadas para ser utilizadas para la investigación y darles su limpieza. En segundo lugar, se realizará la caracterización de la cerámica sanitaria triturandola en la máquina de Los Ángeles.



*Fig. 29. Recolección y caracterización del material reciclado. Fuente Propia*

- Finalmente, una vez triturado el material se tamizará y solo utilizaremos aquel material que pase por la malla de 1/2" y sea retenido en la malla N°10, caracterizando de esta manera el agregado grueso reciclado.



*Fig. 30. Tamizado del material triturado. Fuente Propia*

## Ensayos de agregados naturales

### - Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y reciclado

#### ➤ Granulometría del agregado fino

Los resultados indican que si podemos trabajar con ese agregado ya que el módulo de fineza es 2.93 y se encuentra dentro de los parámetros que es 2.3 a 3.1. Además, como se observa en la Tabla XXII, el mayor porcentaje de agregado retenido se registra en el tamiz N°30 con un 35.2%. En cuanto a la curva granulométrica (CG), se determina que el porcentaje de acumulación se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la normativa.

TABLA XXII

Evaluación granulométrica, del AF. Fuente Propia

Cantera : Tres Tomas-Ferreñafe.

P. Inicial S. 830.0

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)					100	100
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	8	1.0	1.0	99.0	95	100
Nº 08	2.360	39.01	4.7	5.7	94.3	80	100
Nº 16	1.180	212.14	25.6	31.2	68.8	50	85
Nº 30	0.600	292.04	35.2	66.4	33.6	25	60
Nº 50	0.300	201.14	24.2	90.6	9.4	5	30
Nº 100	0.150	62.2	7.5	98.1	1.9	0	10
Fondo		15.43	1.9	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.930			
Abertura de malla de referencia				9.500			

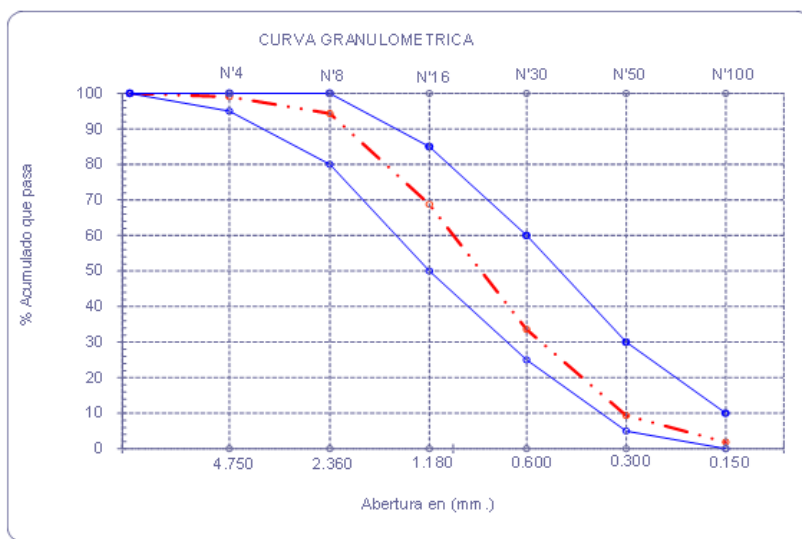


Fig. 31. CG, AF. Fuente Propia

### ➤ Granulometría del agregado grueso (AG)

Los resultados muestran que el agregado es apto para su uso, ya que el TM es de 1/2" y el TMN es de 3/8". Asimismo, al analizar la curva granulométrica se confirma que todos los valores del porcentaje de acumulación que pasa están dentro de las especificaciones indicadas en la normativa.

TABLA XXIII

Evaluación granulométrica, del AG. Fuente Propia

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)						
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/8"	9.52	91.48	5.65	5.65	94.35	-	-
Nº 04	4.75	1015.87	62.71	68.35	31.65	-	-
Nº 08	2.36	350.65	21.65	90.00	10.00	100.00	100.00
Nº 16	1.19	100.57	6.21	96.21	3.79	90.00	100.00
Nº 50	0.30	41.48	2.56	98.77	1.23	10.00	30.00
Fondo		19.95	1.23	100.00	0.00	0.00	10.00
Tamaño Máximo			1/2"				
Tamaño Máximo Nominal			3/8"				

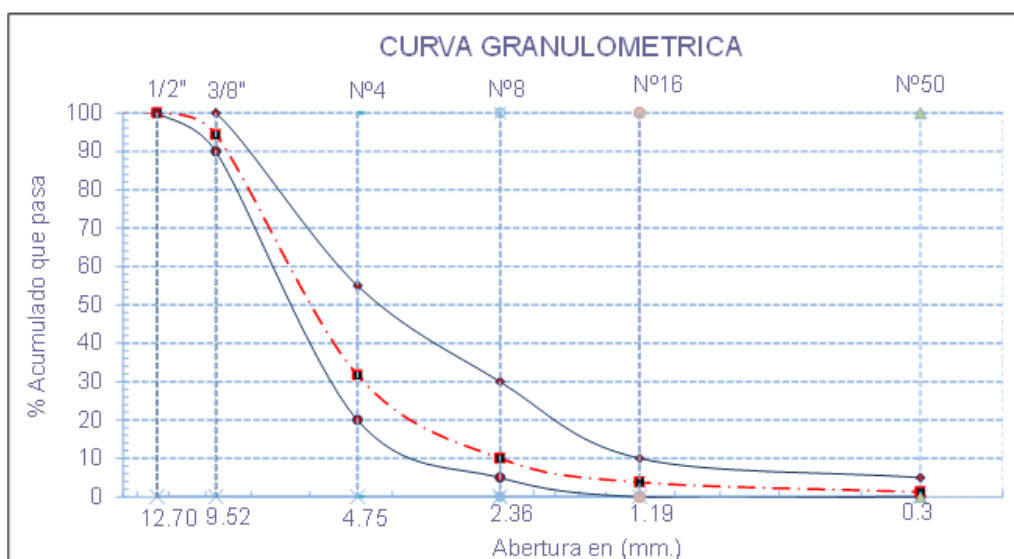


Fig. 32. CG, AG. Fuente Propia

### ➤ Granulometría del agregado reciclado (AGR)

Los resultados señalan que si podemos trabajar con ese agregado reciclado ya que el TM es de 1/2" y el TMN es de 3/8". Asimismo, en la curva granulométrica muestra que cumplen todos los valores a excepción del tamiz N°16 donde el valor de 11.21 se encuentra fuera del rango establecido.

TABLA XXIV

Evaluación granulométrica, AGR. Fuente Propia

Cantera : Material Reciclado

P. Inicial S. 1072

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)						
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/8"	9.52	15.30	1.43	1.43	98.57	-	-
N° 04	4.75	485.00	45.24	46.67	53.33	-	-
N° 08	2.36	329.40	30.73	77.40	22.60	100.00	100.00
N° 16	1.19	122.10	11.39	88.79	11.21	90.00	100.00
N° 50	0.30	116.20	10.84	99.63	0.37	10.00	30.00
Fondo		4.00	0.37	100.00	0.00	0.00	10.00
Tamaño Maximo			1/2"				
Tamaño Maximo Nominal			3/8"				

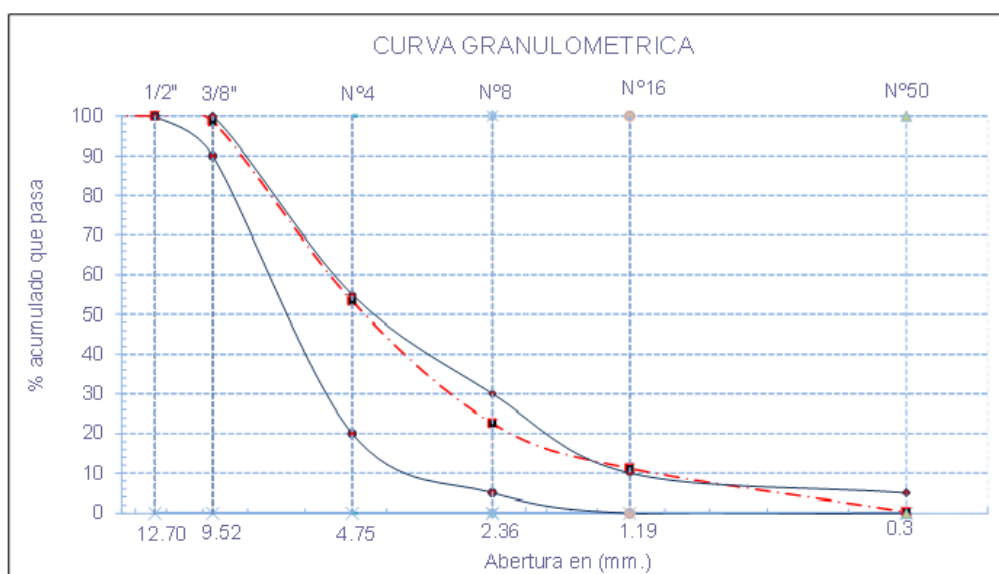


Fig. 33. CG, AGR. Fuente Propia

➤ **Granulometría del agregado grueso combinado (AGC)**

- ✓ Granulometría del 15% de AGR y 85% de AG.

TABLA XXV

Evaluación granulométrica, AGC (15% AGR y 85% AG). Fuente Propia

**Cantera** Agregado combinado (15% de agregado reciclado y 85 % agregado natural)

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)						
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/8"	9.52	3.20	0.32	0.32	99.68	-	-
Nº 04	4.75	510.71	51.07	51.39	48.61	-	-
Nº 08	2.36	406.50	40.65	92.04	7.96	100.00	100.00
Nº 16	1.19	64.27	6.43	98.47	1.53	90.00	100.00
Nº 50	0.30	14.30	1.43	99.90	0.10	10.00	30.00
Fondo		1.03	0.10	100.00	0.00	0.00	10.00
Tamaño Maximo			1/2"				
Tamaño Maximo Nominal			3/8"				

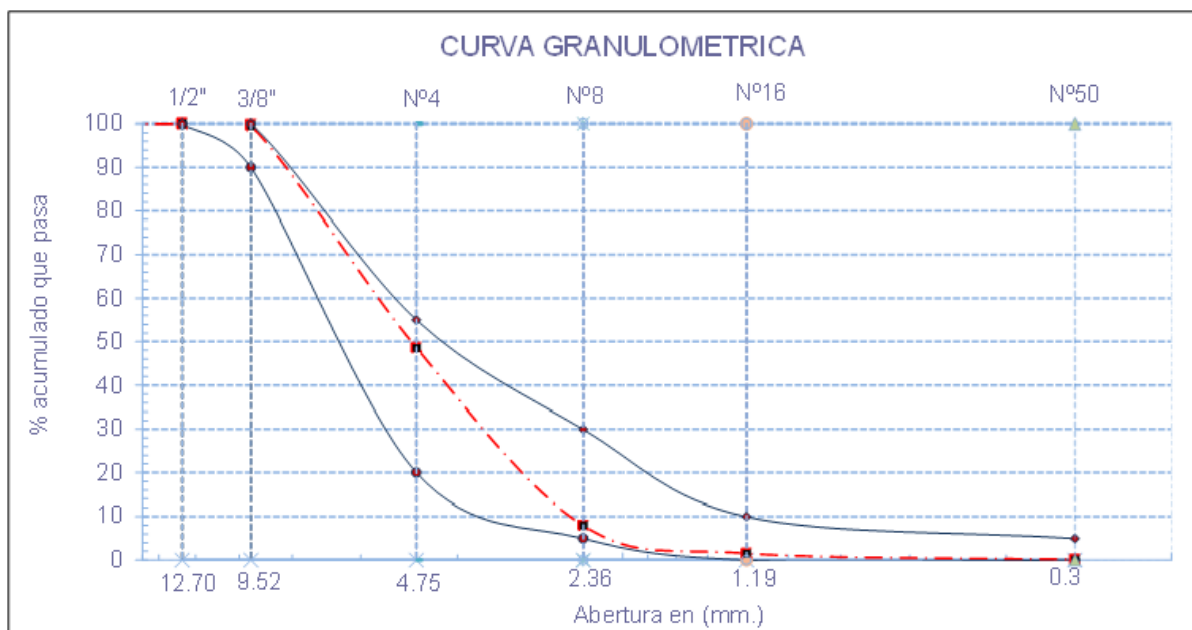


Fig. 34. CG, AGC (15% AGR y 85% AG). Fuente Propia

✓ Granulometría del 30% de AGR y 70% de AG

TABLA XXVI

Evaluación granulométrica, AGC (30% AGR y 70% AG). Fuente Propia

**Cantera** Agregado combinado (30 % de agregado reciclado y 70 % agregado natural)

**P. Inicial S.** 1000.0

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)						
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/8"	9.52	9.90	0.99	0.99	99.01	-	-
Nº 04	4.75	620.50	62.05	63.04	36.96	-	-
Nº 08	2.36	253.24	25.32	88.36	11.64	100.00	100.00
Nº 16	1.19	62.25	6.23	94.59	5.41	90.00	100.00
Nº 50	0.30	53.24	5.32	99.91	0.09	10.00	30.00
Fondo		0.87	0.1	100.00	0.00	0.00	10.00
Tamaño Maximo			1/2"				
Tamaño Maximo Nominal			3/8"				

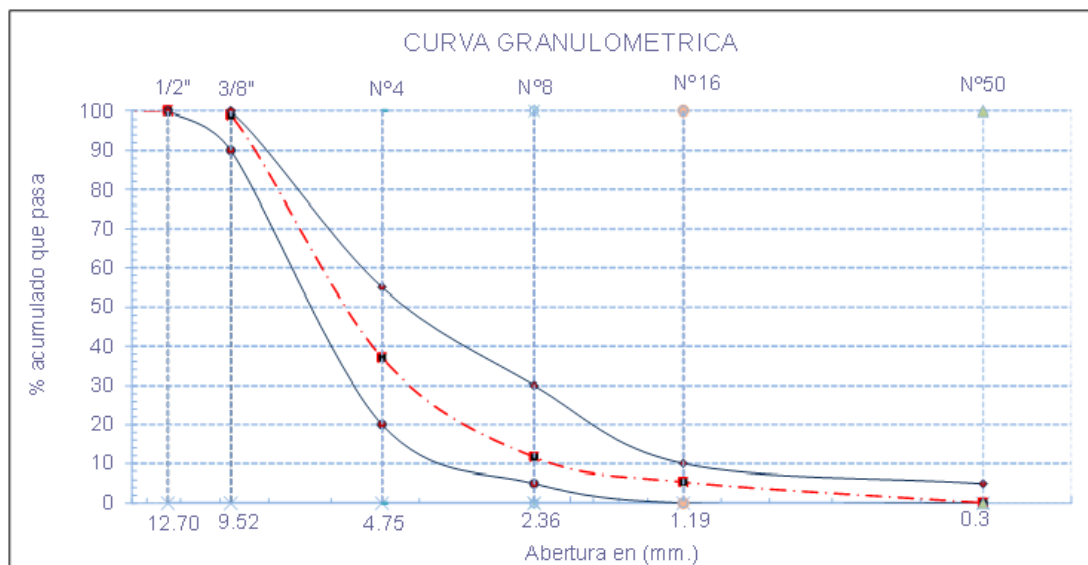


Fig. 35. CG, AGC (30% AGR y 70% AG). Fuente Propia

✓ Granulometría del 40% de AGR y 60% de AG

TABLA XXVII

Evaluación granulométrica, AGC (40% AGR y 60% AG). Fuente Propia

**Cantera** Agregado combinado (40 % de agregado reciclado y 60 % agregado natural)

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)						
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/8"	9.52	26.73	2.67	2.67	97.33	-	-
Nº 04	4.75	660.30	66.03	68.70	31.30	-	-
Nº 08	2.36	225.55	22.56	91.26	8.74	100.00	100.00
Nº 16	1.19	53.89	5.39	96.65	3.35	90.00	100.00
Nº 50	0.30	31.14	3.11	99.76	0.24	10.00	30.00
Fondo		2.39	0.24	100.00	0.00	0.00	10.00
Tamaño Maximo			1/2"				
Tamaño Maximo Nominal			3/8"				

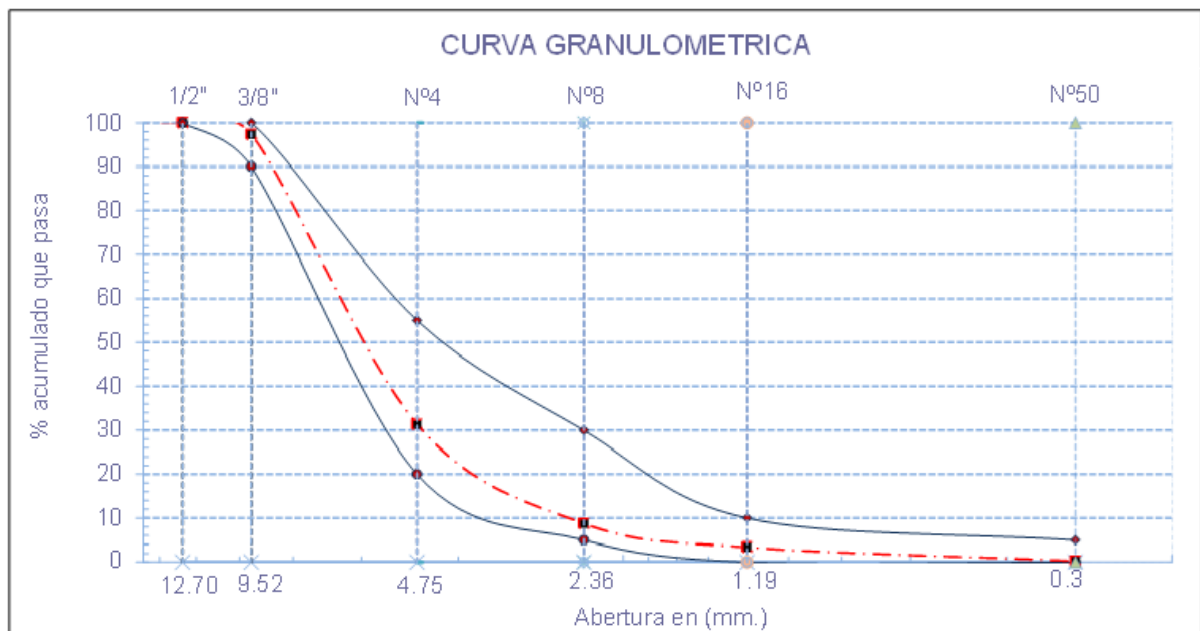


Fig. 36. CG, AGC (40% AGR y 60% AG). Fuente Propia

✓ Granulometría del 50% de AGR y 50% de AG

TABLA XXVIII

Evaluación granulométrica, AGC (50% AGR y 50% AG). Fuente Propia

**Cantera** Agregado combinado (50 % de agregado reciclado y 50 % agregado natural)

**P. Inicial S.** 1000.0

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)						
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/8"	9.52	17.81	1.78	1.78	98.22	-	-
Nº 04	4.75	534.53	53.45	55.23	44.77	-	-
Nº 08	2.36	281.17	28.12	83.35	16.65	100.00	100.00
Nº 16	1.19	102.42	10.24	93.59	6.41	90.00	100.00
Nº 50	0.30	62.07	6.21	99.80	0.20	10.00	30.00
Fondo		2.00	0.20	100.00	0.00	0.00	10.00
Tamaño Maximo			1/2"				
Tamaño Maximo Nominal			3/8"				

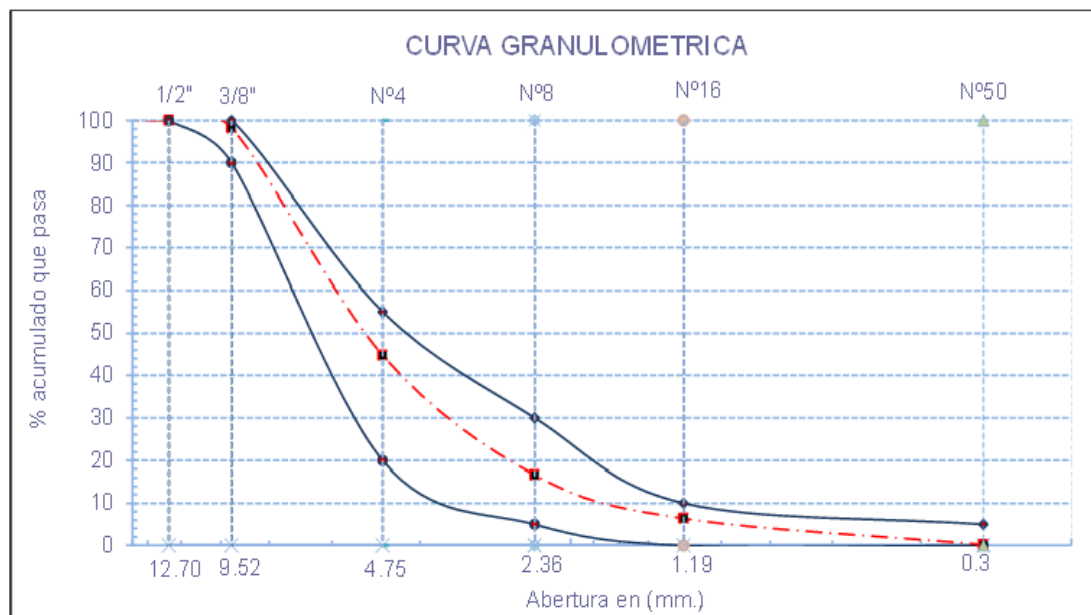


Fig. 37.CG, AGC (50% AGR y 50% AG). Fuente Propia

- **Ensayo de humedad del agregado fino, grueso y reciclado**

➤ **Ensayo de humedad del agregado fino**

*TABLA XXIX*

*Contenido de humedad del AF. Fuente Propia*

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>550</b>	<b>550</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>543.7</b>	<b>543.7</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.16	1.16
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.16</b>	

➤ **Ensayo de humedad del agregado grueso**

*TABLA XXX*

*Contenido de humedad del AG. Fuente Propia*

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>1555</b>	<b>1555</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>1544.3</b>	<b>1544.3</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.7	0.7
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.69</b>	

➤ **Ensayo de humedad del agregado grueso reciclado**

*TABLA XXXI*

*Contenido de humedad del AGR. Fuente Propia*

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>1523</b>	<b>1523</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>1521.4</b>	<b>1521.4</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.1	0.1
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.11</b>	

- **Método de ensayo de peso unitario del agregado**

➤ **Ensayo del peso unitario del agregado fino**

TABLA XXXII

PUS y PUC, AF. Fuente Propia

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>18802</b>	<b>18942</b>	<b>18796</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10110	10110	10110
3.- Peso del material	(gr.)	8692	8832	8686
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1640	1666	1638
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>1647.98</b>	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>19418</b>	<b>19328</b>	<b>19302</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10110	10110	10110
3.- Peso del material	(gr.)	9308	9218	9192
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1756	1739	1734
6.- Peso unitario compactado seco	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>1742.79</b>	

➤ **Ensayo del peso unitario del agregado grueso**

TABLA XXXIII

PUS y PUC, AG. Fuente Propia

**A.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>17378</b>	<b>17362</b>	<b>17396</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10110	10110	10110
3.- Peso del material	(gr.)	7268	7252	7286
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1371	1368	1374
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>1371.07</b>	

**B.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>18086.0</b>	<b>18106.0</b>	<b>18112.0</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10110	10110	10110
3.- Peso del material	(gr.)	7976.0	7996.0	8002.0
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1504	1508	1509
6.- Peso unitario compactado seco	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>1507.39</b>	

➤ **Ensayo del peso unitario del agregado grueso reciclado**

TABLA XXXIV

PUS y PUC, AGR. Fuente Propia

**A.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>17642</b>	<b>18020</b>	<b>18030</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10110	10110	10110
3.- Peso del material	(gr.)	7532	7910	7920
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1421	1492	1494
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>1468.91</b>	

**B.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>18290.0</b>	<b>18412.0</b>	<b>18398.0</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10110	10110	10110
3.- Peso del material	(gr.)	8180.0	8302.0	8288.0
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1543	1566	1563
6.- Peso unitario compactado seco	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>1557.44</b>	

- **Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso**

➤ **Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso natural**

TABLA XXXV

Peso específico y absorción, AG. Fuente Propia

**I.- Datos.**

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso c	(g)	<b>1011.8</b>	<b>1011.8</b>
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	697.77	697.77
3.- Peso del Agua	(g)	314.0	313.99
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	688.557	688.557
5.- Peso del Frasco	(g)	<b>197.77</b>	<b>197.77</b>
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	<b>491</b>	<b>491</b>
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.64</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.688
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.776
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>1.88</b>

➤ **Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso reciclado**

*TABLA XXXVI*

*Peso específico y absorción, AGR. Fuente Propia*

**I.- Datos.**

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	<b>702</b>	<b>692</b>
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	<b>710</b>	<b>700</b>
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastill	(g)	<b>1250</b>	<b>1260</b>
4.- Peso de la canastilla	(g)	<b>880</b>	<b>880</b>
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	370	380

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.11
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.14</b>
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.16
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>1.16</b>

- **Ensayo de peso específico y absorción de agregados finos**

*TABLA XXXVII*

*Peso específico y absorción, AF. Fuente Propia*

**I.- Datos.**

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	<b>688</b>	<b>668</b>
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	<b>700</b>	<b>680</b>
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastill	(g)	<b>1270</b>	<b>1270</b>
4.- Peso de la canastilla	(g)	<b>920</b>	<b>920</b>
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	350	350

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	1.99
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.03</b>
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.07
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>1.76</b>

- **Ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas (NTP 339.152)**

Siguiendo el procedimiento establecido en [40] el ensayo tiene la finalidad de alertar una advertencia sobre el uso de la cerámica sanitaria obtenida de inodoros y lavaderos para ser empleado como agregado grueso natural. Los resultados obtenidos indican la cerámica sanitaria contiene un total de 288 partes por millón (ppm) de sales solubles totales, lo que representa aproximadamente un 0.03% de la composición total.

TABLA XXXVIII

*Contenido de sales solubles en el AGR. Fuente Propia*

	MUESTRA	Cerámica reciclado
Sales Solubles Totales	ppm	288
	%	0.03

- **Ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y aguas subterráneas (NTP 339.177)**

Siguiendo el procedimiento establecido [41] el ensayo tiene la finalidad de alertar una advertencia sobre el uso de la cerámica sanitaria obtenida de inodoros y lavaderos para ser empleado como agregado grueso natural. Los resultados obtenidos mencionan que existe un total de 71 ppm, lo que representa aproximadamente un 0.01% de cloruros.

TABLA XXXIX

*Contenido de cloruros en el AGR. Fuente Propia*

Cloruros	ppm	71
Cl <sup>-</sup>	%	0.01

- **Ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y aguas subterráneas (NTP 339.178)**

Siguiendo el procedimiento establecido [42] el ensayo tiene la finalidad de alertar una advertencia sobre el uso de la cerámica sanitaria obtenida de inodoros y lavaderos para ser empleado como agregado grueso natural. Los resultados obtenidos indican la cerámica sanitaria contiene un total de 82 partes por millón (ppm) de sulfatos solubles, lo que representa aproximadamente un 0.01% de la composición total.

TABLA XL

*Contenido de sulfatos solubles del AGR. Fuente Propia*

Sulfatos	ppm	82
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	%	0.01

- **Ensayo de índice de alargamiento y aplanamiento de los agregados**

El presente ensayo se realizó de acuerdo con lo establecido en la MTC E 221, donde los resultados mencionan que el agregado grueso el porcentaje de índice de alargamiento es del 49.18% y el índice de aplanamiento es de 94.26%, mientras que el agregado grueso reciclado tiene porcentajes de 25.39% y 78.76% respectivamente.

*TABLA XLI*

*Índice de alargamiento y aplanamiento del AG. Fuente Propia*

MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS		
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO	(%)	(%) CORR.	PESO	(%)	(%) CORR.
(pulg)	(mm)									
1"	25			100						
3/4"	19	0	0.00	100.00		0.00		0.00	0.00	
1/2"	12.5	0	0.00	100.00		0.00		0.00	0.00	
3/8"	9.5	0	0.00	100.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
1/4"	6.3	122	29.68	70.32	60.00	49.18		115.00	94.26	
TOTAL					60.00	49.18		115.00	94.26	

<b>PESO TOTAL DE LA MUESTRA</b>	411 (g)
---------------------------------	---------

<b>Índice de aplanamiento</b>	49.18 (%)
-------------------------------	-----------

<b>Índice de alargamiento</b>	94.26 (%)
-------------------------------	-----------

*TABLA XLII*

*Índice de alargamiento y aplanamiento del AGR. Fuente Propia*

MATERIAL		AGREGADO GRUESO RECYCLADO			CHATAS			ALARGADAS		
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO	(%)	(%) CORR.	PESO	(%)	(%) CORR.
(pulg)	(mm)									
1"	25			100						
3/4"	19	0	0.00	100.00		0.00		0.00	0.00	
1/2"	12.5	0	0.00	100.00		0.00		0.00	0.00	
3/8"	9.5	10	2.22	97.78	6.00	3.11		10.00	5.18	
1/4"	6.3	183	40.58	59.42	43.00	22.28		142.00	73.58	
TOTAL		193	TOTAL		49.00	25.39		152.00	78.76	

<b>PESO TOTAL DE LA MUESTRA</b>	451 (g)
---------------------------------	---------

<b>Índice de aplanamiento</b>	25.39 (%)
-------------------------------	-----------

<b>Índice de alargamiento</b>	78.76 (%)
-------------------------------	-----------

- **Ensayo para determinar la resistencia al desgaste en agregados gruesos por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles**

➤ **Resistencia al desgaste del AG**

Para el presente ensayo, lo establecido por la normativa se determina el peso inicial del agregado grueso de 5000 gr. Luego calcula el del agregado grueso después de ser desgastado por máquina de Los Ángeles y tamizado por tamiz N°12 que es de 4262 gr. Finalmente, se determina el porcentaje de desgaste a la abrasión que es de 14.76%.

*TABLA XLIII*

*Resistencia al desgaste del AG. Fuente Propia*

**I.- Granulometría global**

Mallas		Peso	%	Método
Pasa	Retiene	retenido	retenido	C
3/8"	1/4"	2500.0	50%	0.0
1/4"	N°4	2500.0	50%	0.0
<b>Total</b>		<b>5000.0</b>	<b>100%</b>	<b>0.0</b>

**II.- Ensayo de Abrasión**

- Peso inicial antes del ensayo	5000.0
- Peso final después de las 500 revoluciones	4262.0

**III.- Cálculos**

- % de desgaste por abrasión	14.76%
------------------------------	--------

➤ **Resistencia al desgaste del AGR**

Para el presente ensayo, según lo establecido por la normativa se determina el peso inicial del agregado grueso reciclado de 5000 gr. Luego pesa el agregado grueso reciclado después de ser desgastado por máquina de Los Ángeles y tamizado por tamiz N°12 que es de 4285 gr. Finalmente, se determina el porcentaje de desgaste a la abrasión que es de 14.30%.

*TABLA XLIV*

*Resistencia al desgaste del AGR. Fuente Propia*

**I.- Granulometría global**

Mallas		Peso	%	Método
Pasa	Retiene	retenido	retenido	C
3/8"	1/4"	2500.0	50%	0.0
1/4"	N°4	2500.0	50%	0.0
<b>Total</b>		<b>5000.0</b>	<b>100%</b>	<b>0.0</b>

**II.- Ensayo de Abrasión**

- Peso inicial antes del ensayo	5000.0
- Peso final después de las 500 revoluciones	4285.0

**III.- Cálculos**

- % de desgaste por abrasión	14.30%
------------------------------	--------

*Resumen del diseño de mezcla*

*TABLA XLV*

*Diseño de mezcla con el CTI ( $f'c=290$  kg/cm<sup>2</sup>). Fuente Propia*

<b>RESUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA CEMENTO TIPO I (F' C = 290 KG/CM2)</b>					
	<b>M. PATRON</b>	<b>15%</b>	<b>30%</b>	<b>40%</b>	<b>50%</b>
<b>CEMENTO</b>	424.01 kg/m <sup>3</sup>	424.01 kg/m <sup>3</sup>	424.01 kg/m <sup>3</sup>	424.01 kg/m <sup>3</sup>	424.01 kg/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO FINO</b>	868.47 kg/m <sup>3</sup>	857.40 kg/m <sup>3</sup>	846.33 kg/m <sup>3</sup>	838.95 kg/m <sup>3</sup>	831.58 kg/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO GRUESO</b>	678.41 kg/m <sup>3</sup>	576.65 kg/m <sup>3</sup>	474.88 kg/m <sup>3</sup>	407.04 kg/m <sup>3</sup>	339.20 kg/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO GRUESO RECICLADO</b>	0.00 kg/m <sup>3</sup>	104.53 kg/m <sup>3</sup>	209.05 kg/m <sup>3</sup>	278.74 kg/m <sup>3</sup>	348.42 kg/m <sup>3</sup>
<b>AGUA EFECTIVA</b>	202.72 Lt	203.90 Lt	205.08 Lt	205.86 Lt	206.64 Lt

*TABLA XLVI*

*Diseño de mezcla con el CTIco ( $f'c=290$  kg/cm<sup>2</sup>). Fuente Propia*

<b>RESUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA CEMENTO TIPO Ico (F' C = 290 KG/CM2)</b>					
	<b>M. PATRON</b>	<b>15%</b>	<b>30%</b>	<b>40%</b>	<b>50%</b>
<b>CEMENTO</b>	424.01 kg/m <sup>3</sup>	424.01 kg/m <sup>3</sup>	424.01 kg/m <sup>3</sup>	424.01 kg/m <sup>3</sup>	424.01 kg/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO FINO</b>	838.95 kg/m <sup>3</sup>	839.08 kg/m <sup>3</sup>	828.01 kg/m <sup>3</sup>	820.63 kg/m <sup>3</sup>	813.26 kg/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO GRUESO</b>	407.04 kg/m <sup>3</sup>	576.65 kg/m <sup>3</sup>	474.88 kg/m <sup>3</sup>	407.04 kg/m <sup>3</sup>	339.20 kg/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO GRUESO RECICLADO</b>	0.00 kg/m <sup>3</sup>	104.53 kg/m <sup>3</sup>	209.05 kg/m <sup>3</sup>	278.74 kg/m <sup>3</sup>	348.42 kg/m <sup>3</sup>
<b>AGUA EFECTIVA</b>	205.86 Lt	203.77 Lt	204.94 Lt	205.73 Lt	206.51 Lt

## Ensayos de los adoquines

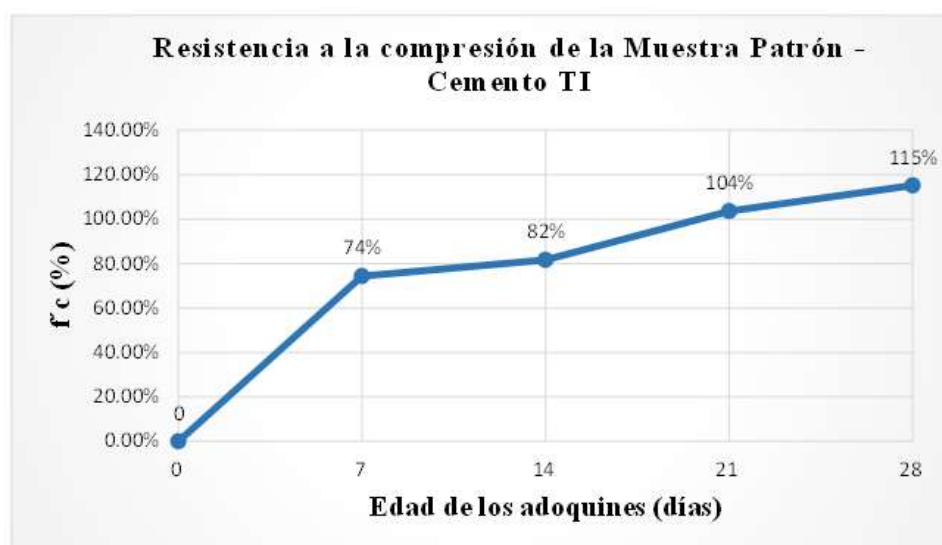
### - Ensayo de resistencia a la compresión

#### ➤ Resistencia a la compresión, MP-CTI

En la Tabla XLVII, se detallan los resultados de la resistencia a la compresión realizados a los 7, 14, 21 y 28 días de los adoquines de muestra patrón fabricados con cemento Tipo I, los cuales cumplen con lo establecido en la NTP 399.611. Además, mediante la Fig.38 se muestra el aumento progresivo de resistencia, alcanzando su punto máximo de 334.03 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

**TABLA XLVII**  
*f'c, MP-CTI. Fuente Propia*

Elemento	Fecha		Edad (días)	Peso (gr)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura											
MP-TI- 1	10/10/23	17/10/23	7	3055	9.92	20.07	199	44720	224.62	290	77.45%	215.62	74.35%
MP-TI- 2	10/10/23	17/10/23	7	3030	10.08	20.05	202	41200	203.86	290	70.29%		
MP-TI- 3	10/10/23	17/10/23	7	3084	10.04	19.93	200	43700	218.39	290	75.31%		
MP-TI- 4	10/10/23	24/10/23	14	2887	9.98	19.93	199	42670	214.53	290	73.98%	236.56	81.57%
MP-TI- 5	10/10/23	24/10/23	14	3062	10.04	20.11	202	49830	246.80	290	85.10%		
MP-TI- 6	10/10/23	24/10/23	14	3050	10.07	19.96	201	49920	248.36	290	85.64%		
MP-TI- 7	10/10/23	31/10/23	21	2996	9.98	20.09	200	59060	294.57	290	101.57%	300.45	103.60%
MP-TI- 8	10/10/23	31/10/23	21	3101	10.02	19.99	200	57650	287.82	290	99.25%		
MP-TI- 9	10/10/23	31/10/23	21	3059	10.11	19.97	202	64400	318.98	290	109.99%		
MP-TI- 10	10/10/23	07/11/23	28	3014	9.98	20.03	200	77600	388.20	290	133.86%	334.03	115.18%
MP-TI- 11	10/10/23	07/11/23	28	3082	10.07	20.1	202	63260	312.54	290	108%		
MP-TI- 12	10/10/23	07/11/23	28	3083	10.11	19.96	202	60810	301.34	290	104%		



*Fig. 38. Curva edad vs f'c, MP - CTI. Fuente propia*

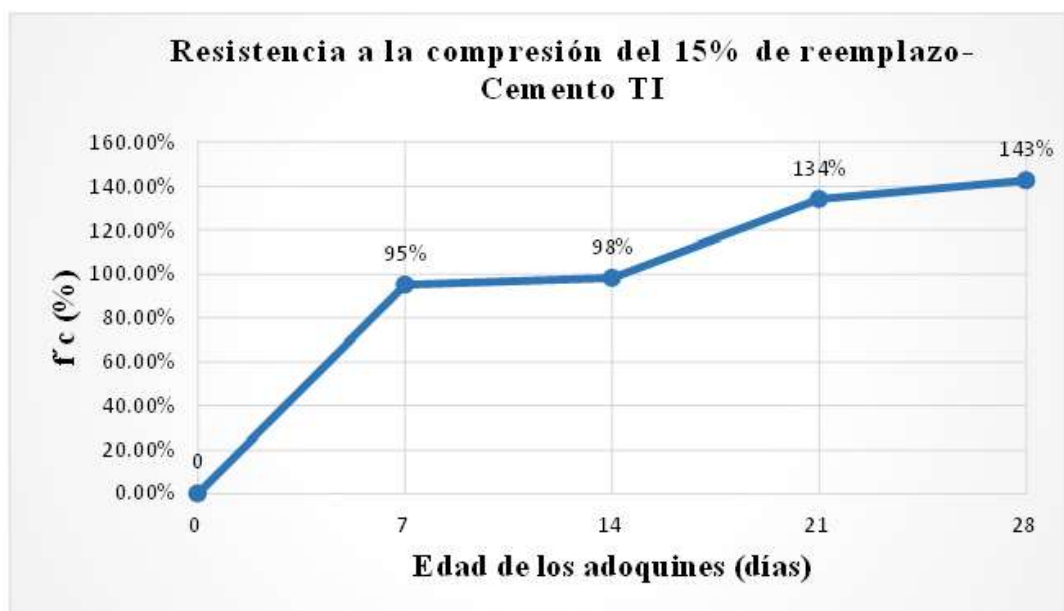
➤ **Resistencia a la compresión, 15% AGR- CTI**

Los resultados con un reemplazo parcial del 15% de agregado reciclado y cemento Tipo I se visualizan en la Tabla XLVIII. Asimismo, en la Fig.39 se muestra que la resistencia es máxima de 413.75 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

**TABLA XLVIII**

*f'c, 15% AGR - CTI. Fuente Propia*

Elemento	Fecha		Edad (días)	Peso (gr)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura											
15%-TI- 1	10/10/23	17/10/23	7	3291	9.88	19.93	197	56450	286.68	290	98.86%	276.20	95.24%
15%-TI- 2	10/10/23	17/10/23	7	3275	9.94	20.08	200	53830	269.70	290	93.00%		
15%-TI- 3	10/10/23	17/10/23	7	3243	10.15	19.96	203	55150	272.22	290	93.87%		
15%-TI- 4	10/10/23	24/10/23	14	3195	9.89	19.87	197	56520	287.61	290	99.18%	284.90	98.24%
15%-TI- 5	10/10/23	24/10/23	14	3209	10.09	20.12	203	62400	307.37	290	105.99%		
15%-TI- 6	10/10/23	24/10/23	14	3203	10.13	19.92	202	52410	259.73	290	89.56%		
15%-TI- 7	10/10/23	31/10/23	21	3192	9.96	20.03	199	93290	467.62	290	161.25%	388.84	134.08%
15%-TI- 8	10/10/23	31/10/23	21	3220	10.02	20.06	201	67870	337.66	290	116.43%		
15%-TI- 9	10/10/23	31/10/23	21	3215	9.97	19.98	199	71960	361.24	290	124.57%		
15%-TI- 10	10/10/23	07/11/23	28	3161	10.04	19.97	200	95980	478.71	290	165.07%	413.75	142.67%
15%-TI- 11	10/10/23	07/11/23	28	3169	9.98	20.11	201	74520	371.30	290	128.04%		
15%-TI- 12	10/10/23	07/11/23	28	3169	10.11	20.01	202	79150	391.25	290	134.91%		



*Fig. 39. Curva edad vs f'c, 15% AGR-CTI. Fuente Propia*

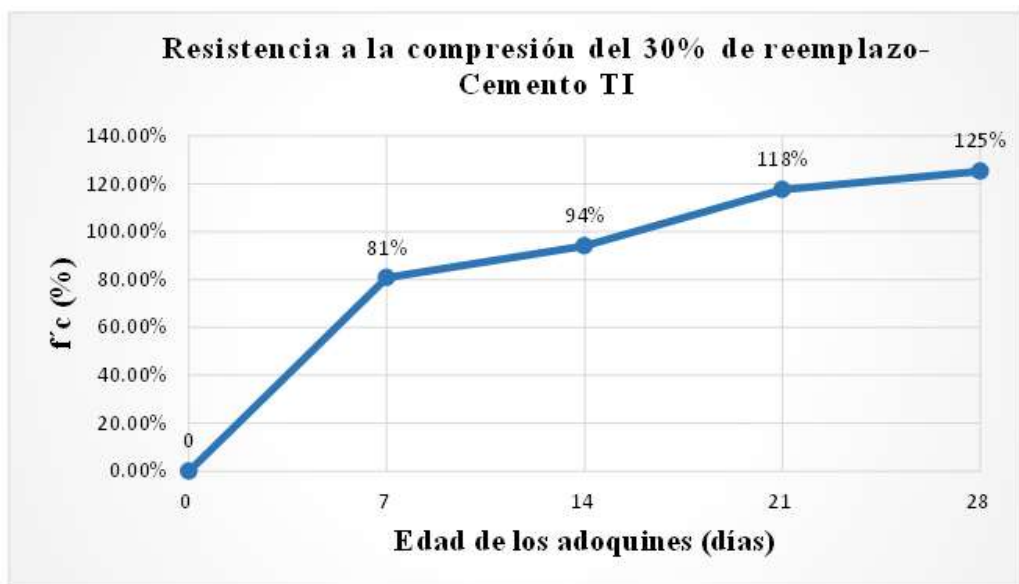
➤ **Resistencia a la compresión, 30% de AGR– CTI**

Los resultados con un reemplazo parcial del 30% de agregado reciclado y cemento Tipo I se visualizan en la XLIX. Asimismo, en la Fig.40 se muestra que la resistencia máxima es de 363.22 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

**TABLA XLIX**

*f'c, 30% AGR - CTI. Fuente Propia*

Elemento	Fecha		Edad (días)	Peso (gr)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura											
30%-TI- 1	10/10/23	17/10/23	7	3269	9.98	19.91	199	44720	225.06	290	77.61%	234.29	80.79%
30%-TI- 2	10/10/23	17/10/23	7	3290	9.94	19.86	197	41830	211.90	290	73.07%		
30%-TI- 3	10/10/23	17/10/23	7	3241	10.09	20.04	202	53770	265.92	290	91.70%		
30%-TI- 4	10/10/23	24/10/23	14	3095	9.94	19.95	198	52260	263.54	290	90.87%	272.74	94.05%
30%-TI- 5	10/10/23	24/10/23	14	3209	9.97	20.03	200	59010	295.49	290	101.89%		
30%-TI- 6	10/10/23	24/10/23	14	3203	10.12	20.08	203	52670	259.19	290	89.38%		
30%-TI- 7	10/10/23	31/10/23	21	3104	10.02	19.93	200	73220	366.65	290	126.43%	340.83	117.53%
30%-TI- 8	10/10/23	31/10/23	21	3119	9.97	20.01	199	59490	298.20	290	102.83%		
30%-TI- 9	10/10/23	31/10/23	21	3152	10.06	20.09	202	72280	357.64	290	123.32%		
30%-TI- 10	10/10/23	07/11/23	28	3142	10.05	19.96	201	74180	369.79	290	127.52%	363.22	125.25%
30%-TI- 11	10/10/23	07/11/23	28	3170	9.91	20.09	199	67320	338.14	290	116.60%		
30%-TI- 12	10/10/23	07/11/23	28	3121	10.02	20.06	201	76730	381.74	290	131.63%		



*Fig. 40. Curva edad vs f'c, 30% AGR- CTI. Fuente Propia*

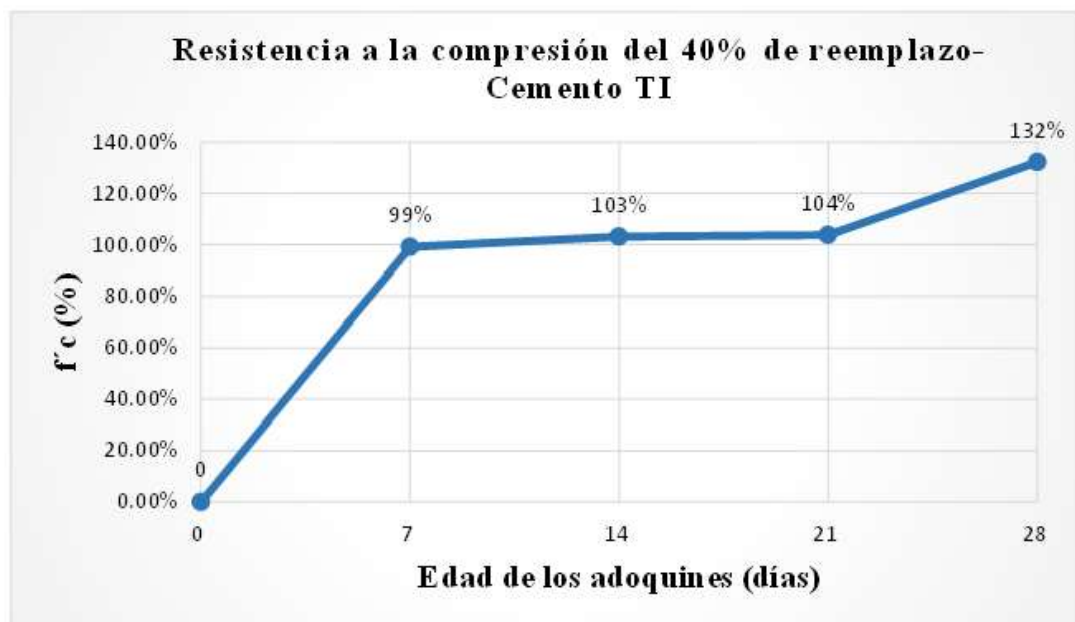
➤ **Resistencia a la compresión, 40% AGR– CTI**

Los resultados con un reemplazo parcial del 40% de agregado reciclado y cemento Tipo I se visualizan en la Tabla L. Asimismo, en la Fig.41 se muestra que la resistencia máxima es de 383.24 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

**TABLA L**

*f'c, 40% AGR - CTI. Fuente Propia*

Elemento	Fecha		Edad (días)	Peso (gr)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura											
40%-TI- 1	10/10/23	17/10/23	7	3176	10.07	19.88	200	63280	316.10	290	109.00%	287.39	99.10%
40%-TI- 2	10/10/23	17/10/23	7	3167	10.04	19.93	200	55620	277.96	290	95.85%		
40%-TI- 3	10/10/23	17/10/23	7	3161	9.92	20.04	199	53300	268.11	290	92.45%		
40%-TI- 4	10/10/23	24/10/23	14	3229	10.02	19.89	199	58900	295.54	290	101.91%	299.07	103.13%
40%-TI- 5	10/10/23	24/10/23	14	3092	10.1	20.05	203	64800	319.99	290	110.34%		
40%-TI- 6	10/10/23	24/10/23	14	3170	9.96	19.94	199	55940	281.67	290	97.13%		
40%-TI- 7	10/10/23	31/10/23	21	3101	10.04	20.01	201	54160	269.59	290	92.96%	300.87	103.75%
40%-TI- 8	10/10/23	31/10/23	21	3128	9.97	19.96	199	69190	347.69	290	119.89%		
40%-TI- 9	10/10/23	31/10/23	21	2921	10.02	19.89	199	56870	285.35	290	98.40%		
40%-TI- 10	10/10/23	07/11/23	28	3236	10.04	20.12	202	74670	369.64	290	127.46%	383.24	132.15%
40%-TI- 11	10/10/23	07/11/23	28	3138	9.96	19.94	199	72210	363.59	290	125.38%		
40%-TI- 12	10/10/23	07/11/23	28	3121	9.94	20.08	200	83130	416.49	290	143.62%		



*Fig. 41. Curva edad vs f'c, 40% AGR- CTI. Fuente Propia*

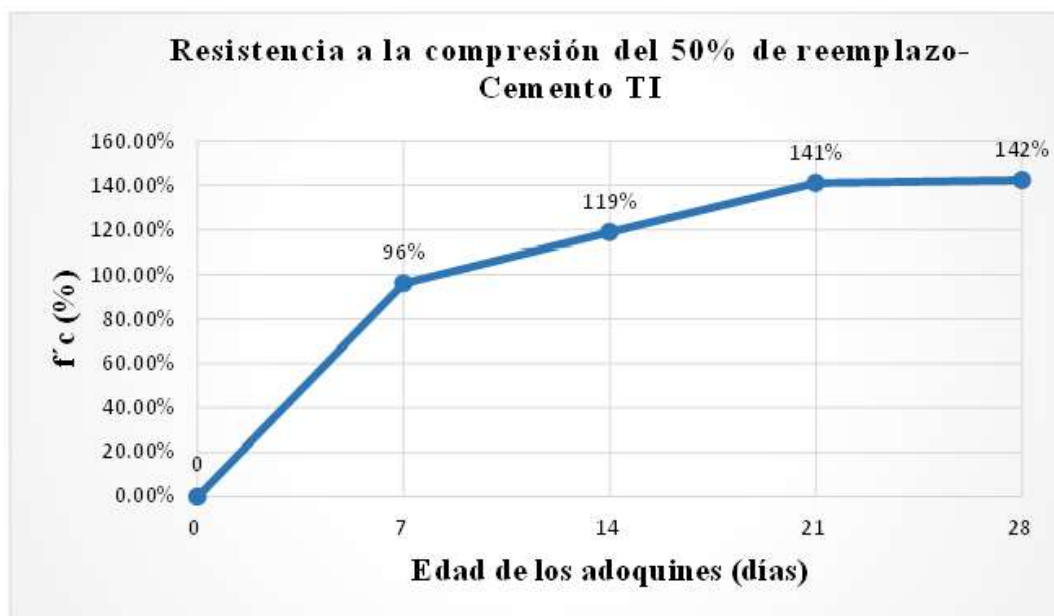
➤ **Resistencia a la compresión, 50% AGR- CTI**

Los resultados con un reemplazo parcial del 50% de agregado reciclado y cemento Tipo I se visualizan en la Tabla LI. Asimismo, en la Fig.42 se muestra que la resistencia máxima es de 412.73 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

**TABLA LI**

*f'c, 50% AGR - CTI. Fuente Propia*

Elemento	Fecha		Edad (días)	Peso (gr)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura											
50%-TI- 1	10/10/23	17/10/23	7	2957	10.07	19.94	201	45500	226.60	290	78.14%	278.48	96.03%
50%-TI- 2	10/10/23	17/10/23	7	3142	10.06	19.87	200	64200	321.17	290	110.75%		
50%-TI- 3	10/10/23	17/10/23	7	3132	9.95	20.03	199	57330	287.66	290	99.19%		
50%-TI- 4	10/10/23	24/10/23	14	3122	10.02	20.01	201	72280	360.50	290	124.31%	344.72	118.87%
50%-TI- 5	10/10/23	24/10/23	14	3070	10.03	20.13	202	69590	344.67	290	118.85%		
50%-TI- 6	10/10/23	24/10/23	14	3097	9.9	19.95	198	64980	329.00	290	113.45%		
50%-TI- 7	10/10/23	31/10/23	21	3017	10.07	20.09	202	68040	336.32	290	115.97%	408.86	140.98%
50%-TI- 8	10/10/23	31/10/23	21	3101	10.05	19.91	200	85340	426.50	290	147.07%		
50%-TI- 9	10/10/23	31/10/23	21	3080	9.97	19.95	199	92240	463.75	290	159.91%		
50%-TI- 10	10/10/23	07/11/23	28	2999	9.95	20.06	200	78260	392.09	290	135.20%	412.73	142.32%
50%-TI- 11	10/10/23	07/11/23	28	3065	9.97	19.96	199	79880	401.40	290	138.42%		
50%-TI- 12	10/10/23	07/11/23	28	3155	10.03	20.08	201	89560	444.68	290	153.34%		



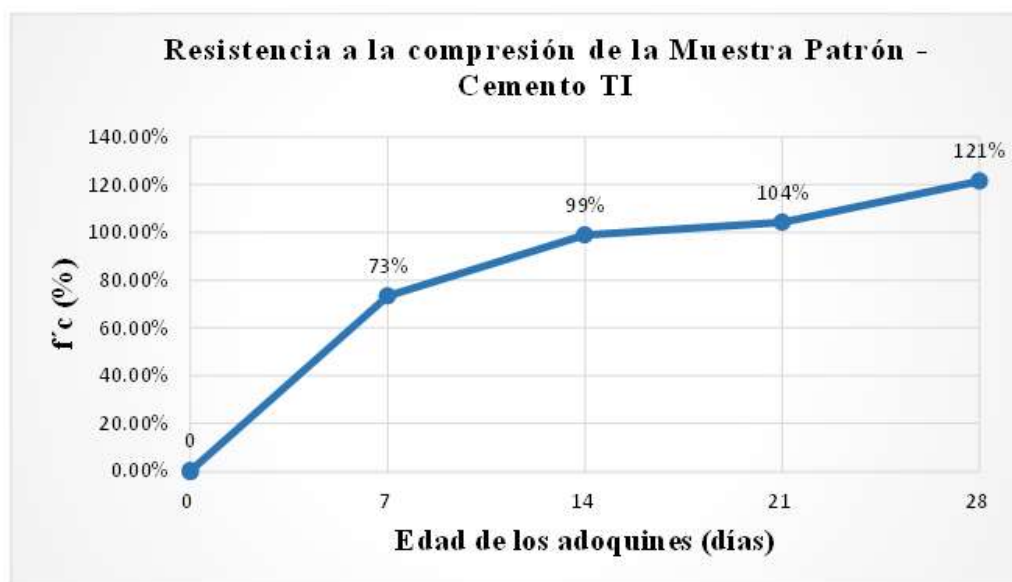
*Fig. 42. Curva edad vs f'c, 50% AGR - CTI. Fuente Propia*

➤ **Resistencia a la compresión, MP – CTIco**

En la Tabla LII, se detallan los resultados de la resistencia a la compresión realizada a los 7, 14, 21 y 28 días de los adoquines de muestra patrón fabricados con cemento Tipo Ico, los cuales cumplen con lo establecido en la NTP 399.611. Además, mediante la Fig.43 se muestra que la resistencia máxima es de 352.19 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

**TABLA LII**  
*f'c, MP-CTIco. Fuente Propia*

Elemento	Fecha		Edad (días)	Peso (gr)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura											
MP-TIco- 1	10/10/23	17/10/23	7	3137	9.98	20.08	200	45080	224.95	290	77.57%	212.37	73.23%
MP-TIco- 2	10/10/23	17/10/23	7	2861	10.03	19.99	200	34780	173.47	290	59.82%		
MP-TIco- 3	10/10/23	17/10/23	7	3112	10.05	20.04	201	48070	238.68	290	82.30%		
MP-TIco- 4	10/10/23	24/10/23	14	3111	9.92	19.95	198	61820	312.37	290	107.72%	286.80	98.90%
MP-TIco- 5	10/10/23	24/10/23	14	3088	9.97	20.03	200	62480	312.87	290	107.89%		
MP-TIco- 6	10/10/23	24/10/23	14	3075	10.04	20.08	202	47410	235.16	290	81.09%		
MP-TIco- 7	10/10/23	31/10/23	21	3089	9.95	19.97	199	60630	305.13	290	105.22%	302.06	104.16%
MP-TIco- 8	10/10/23	31/10/23	21	3177	10.03	20.04	201	60540	301.19	290	103.86%		
MP-TIco- 9	10/10/23	31/10/23	21	3087	9.99	19.94	199	59730	299.85	290	103.40%		
MP-TIco- 10	10/10/23	07/11/23	28	3130	9.98	20.12	201	58650	292.09	290	100.72%	352.19	121.45%
MP-TIco- 11	10/10/23	07/11/23	28	3082	10.02	20.06	201	72210	359.25	290	123.88%		
MP-TIco- 12	10/10/23	07/11/23	28	3132	9.93	19.95	198	80280	405.24	290	139.74%		



*Fig. 43. Curva edad vs f'c, MP - CTIco. Fuente Propia*

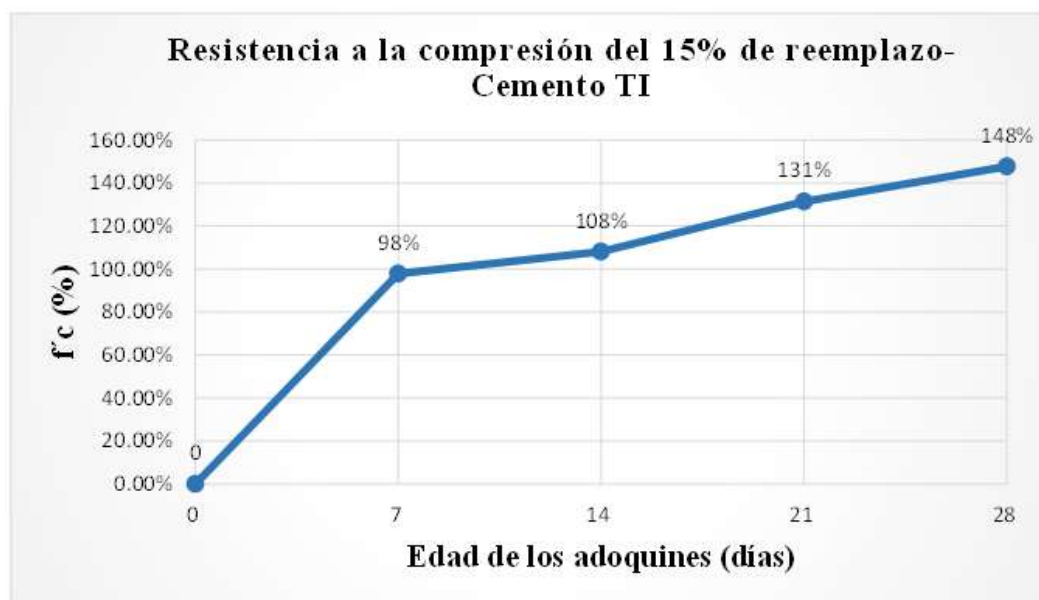
➤ **Resistencia a la compresión, 15% AGR– CTIco**

Los resultados con un reemplazo parcial del 15% de agregado reciclado y cemento Tipo Ico se visualizan en la Tabla LIII. Asimismo, en la Fig. 44 se muestra que la resistencia máxima es de 428.51 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

**TABLA LIII**

*f'c, 15% AGR - CTIco. Fuente Propia*

Elemento	Fecha		Edad (días)	Peso (gr)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura											
15%-Tlco- 1	10/10/23	17/10/23	7	3068	10.02	19.96	200	48630	243.15	290	83.85%	283.59	97.79%
15%-Tlco- 2	10/10/23	17/10/23	7	3036	9.91	20.01	198	62150	313.42	290	108.07%		
15%-Tlco- 3	10/10/23	17/10/23	7	3069	9.95	20.11	200	58870	294.21	290	101.45%		
15%-Tlco- 4	10/10/23	24/10/23	14	3170	9.96	19.97	199	61810	310.76	290	107.16%	313.40	108.07%
15%-Tlco- 5	10/10/23	24/10/23	14	3062	10.05	19.92	200	65070	325.03	290	112.08%		
15%-Tlco- 6	10/10/23	24/10/23	14	3029	9.97	20.07	200	60910	304.40	290	104.97%		
15%-Tlco- 7	10/10/23	31/10/23	21	3091	10.9	20.03	218	84220	385.75	290	133.02%	381.19	131.44%
15%-Tlco- 8	10/10/23	31/10/23	21	3110	10.05	19.96	201	75110	374.43	290	129.11%		
15%-Tlco- 9	10/10/23	31/10/23	21	3127	10.01	19.95	200	76560	383.38	290	132.20%		
15%-Tlco- 10	10/10/23	07/11/23	28	3050	10.02	20.09	201	91070	452.41	290	156.00%	428.51	147.76%
15%-Tlco- 11	10/10/23	07/11/23	28	3183	9.98	19.99	200	89080	446.52	290	153.97%		
15%-Tlco- 12	10/10/23	07/11/23	28	3008	10.04	20.02	201	77710	386.62	290	133.32%		



*Fig. 44. Curva edad vs f'c, 15% AGR- CTIco. Fuente Propia*

➤ **Resistencia a la compresión, 30% AGR– CTIco**

Los resultados con un reemplazo parcial del 30% de agregado reciclado y cemento Tipo Ico se visualizan en la Tabla LIV. Asimismo, en la Fig. 45 se muestra que la resistencia máxima es de 357.66 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

TABLA LIV

*f'c, 30% AGR-CTIco. Fuente Propia*

Elemento	Fecha		Edad (días)	Peso (gr)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura											
30%-TIco- 1	10/10/23	17/10/23	7	3150	9.99	19.93	199	44230	222.15	290	76.60%	245.81	84.76%
30%-TIco- 2	10/10/23	17/10/23	7	3116	10.04	19.95	200	52960	264.41	290	91.17%		
30%-TIco- 3	10/10/23	17/10/23	7	3107	10.03	20.07	201	50500	250.87	290	86.51%		
30%-TIco- 4	10/10/23	24/10/23	14	3078	9.98	19.94	199	59490	298.94	290	103.08%	311.20	107.31%
30%-TIco- 5	10/10/23	24/10/23	14	3072	10.02	20.06	201	56500	281.09	290	96.93%		
30%-TIco- 6	10/10/23	24/10/23	14	3101	10.11	19.91	201	71170	353.57	290	121.92%		
30%-TIco- 7	10/10/23	31/10/23	21	3086	9.98	19.98	199	65440	328.18	290	113.17%	333.13	114.87%
30%-TIco- 8	10/10/23	31/10/23	21	3080	10.01	20.05	201	65970	328.70	290	113.34%		
30%-TIco- 9	10/10/23	31/10/23	21	3087	10.11	19.97	202	69150	342.50	290	118.10%		
30%-TIco- 10	10/10/23	07/11/23	28	2944	10.02	19.96	200	70120	350.60	290	120.90%	357.66	123.33%
30%-TIco- 11	10/10/23	07/11/23	28	3078	9.97	19.94	199	71300	358.65	290	123.67%		
30%-TIco- 12	10/10/23	07/11/23	28	3190	9.94	20.03	199	72420	363.74	290	125.43%		

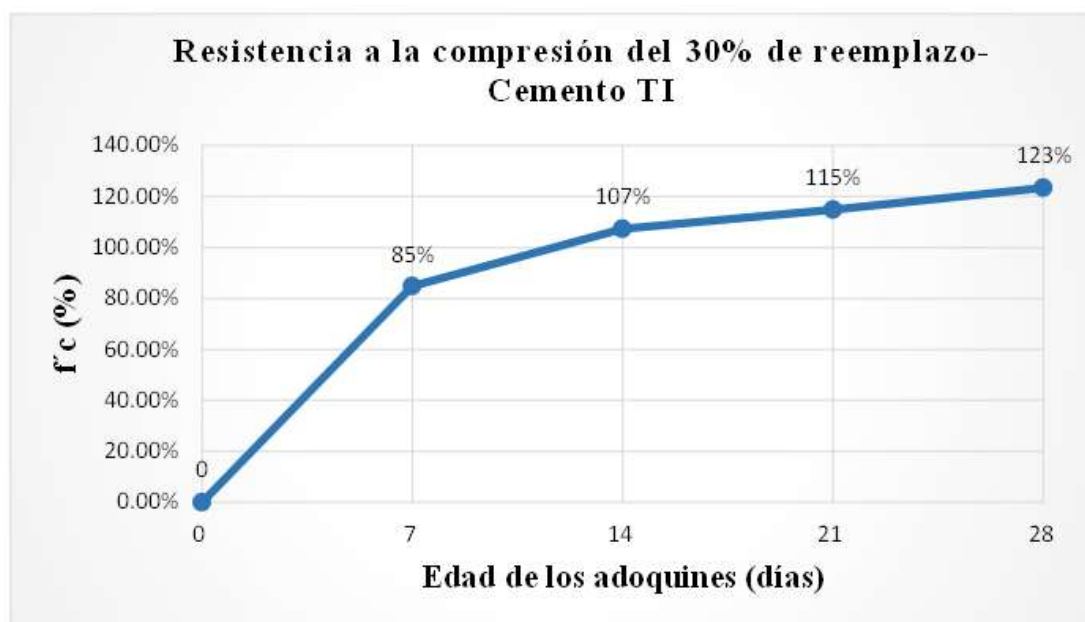


Fig. 45. Curva edad vs f'c, 30% AGR- CTIco. Fuente Propia

➤ **Resistencia a la compresión, 40% AGR– CTIco**

Los resultados con un reemplazo parcial del 40% de agregado reciclado y cemento Tipo Ico se visualizan en la Tabla LV. Asimismo, en la Fig.46 se muestra que la resistencia máxima es de 408.10 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

TABLA LV

*f'c, 40% AGR - CTIco. Fuente Propia*

Elemento	Fecha		Edad (días)	Peso (gr)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura											
40%-TIco- 1	10/10/23	17/10/23	7	3120	10.02	19.97	200	34960	174.71	290	60.25%	178.92	61.70%
40%-TIco- 2	10/10/23	17/10/23	7	3072	9.97	20.05	200	40220	201.20	290	69.38%		
40%-TIco- 3	10/10/23	17/10/23	7	3053	9.95	20.02	199	32040	160.84	290	55.46%		
40%-TIco- 4	10/10/23	24/10/23	14	3070	10.02	20.08	201	62760	311.93	290	107.56%	311.10	107.28%
40%-TIco- 5	10/10/23	24/10/23	14	3083	9.92	19.97	198	64380	324.98	290	112.06%		
40%-TIco- 6	10/10/23	24/10/23	14	2977	9.97	20.01	199	59130	296.39	290	102.20%		
40%-TIco- 7	10/10/23	31/10/23	21	3170	10.02	20.07	201	63780	317.15	290	109.36%	327.80	113.03%
40%-TIco- 8	10/10/23	31/10/23	21	3077	9.97	19.93	199	64670	325.46	290	112.23%		
40%-TIco- 9	10/10/23	31/10/23	21	3006	10.05	19.98	201	68430	340.79	290	117.51%		
40%-TIco- 10	10/10/23	07/11/23	28	3167	9.95	19.9	198	70950	358.32	290	123.56%	408.10	140.72%
40%-TIco- 11	10/10/23	07/11/23	28	3119	10.07	20.09	202	81990	405.28	290	139.75%		
40%-TIco- 12	10/10/23	07/11/23	28	3157	10.06	20.11	202	93200	460.69	290	158.86%		

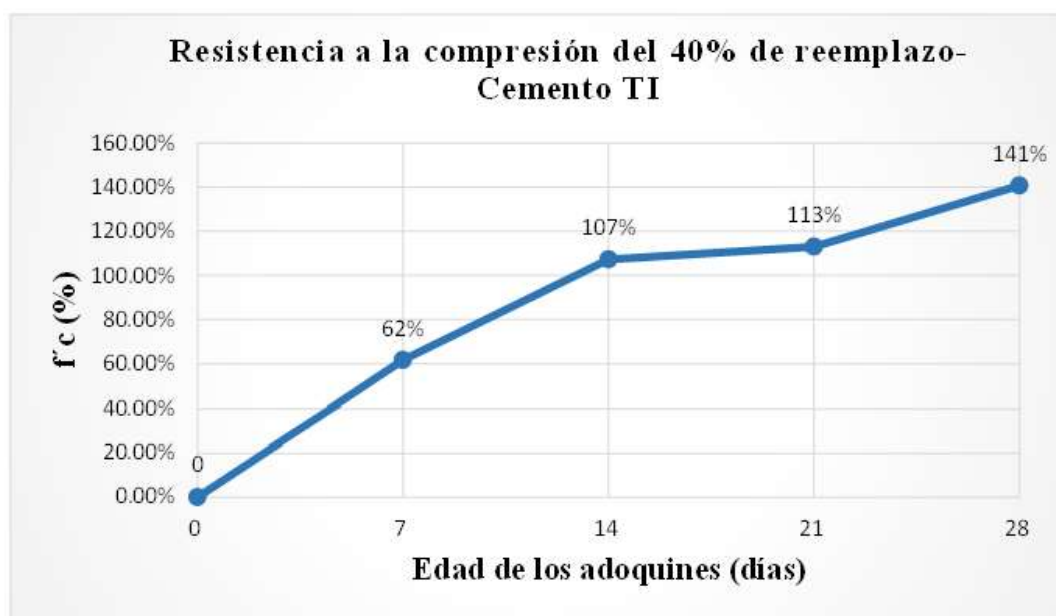


Fig. 46. Curva edad vs f'c, 40% AGR- CTIco. Fuente Propia

➤ **Resistencia a la compresión, 50% AGR- CTIco**

Los resultados con un reemplazo parcial del 50% de agregado reciclado y cemento Tipo Ico se visualizan en la Tabla LVI. Asimismo, en la Fig.47 se muestra que la resistencia máxima es de 468.27 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

TABLA LVI  $f'c$ , 50% AGR- CTIco. Fuente Propia

Elemento	Fecha		Edad (días)	Peso (gr)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'c$ diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura											
50%-TIco- 1	10/10/23	17/10/23	7	3092	10	19.99	200	49350	246.87	290	85.13%	222.55	76.74%
50%-TIco- 2	10/10/23	17/10/23	7	3057	10.01	19.94	200	38450	192.64	290	66.43%		
50%-TIco- 3	10/10/23	17/10/23	7	3151	9.95	20	199	45400	228.14	290	78.67%		
50%-TIco- 4	10/10/23	24/10/23	14	3071	10	20.02	200	73690	368.08	290	126.92%	364.21	125.59%
50%-TIco- 5	10/10/23	24/10/23	14	3119	10.06	19.93	200	89140	444.60	290	153.31%		
50%-TIco- 6	10/10/23	24/10/23	14	3172	9.94	20.07	199	55850	279.96	290	96.54%		
50%-TIco- 7	10/10/23	31/10/23	21	3121	9.98	19.95	199	79340	398.49	290	137.41%	402.34	138.74%
50%-TIco- 8	10/10/23	31/10/23	21	3079	9.95	20.06	200	80130	401.46	290	138.43%		
50%-TIco- 9	10/10/23	31/10/23	21	3049	10.04	20.01	201	81781	407.07	290	140.37%		
50%-TIco- 10	10/10/23	07/11/23	28	3139	9.93	19.94	198	102650	518.42	290	178.77%	468.27	161.47%
50%-TIco- 11	10/10/23	07/11/23	28	3053	10.05	20.09	202	100690	498.70	290	171.97%		
50%-TIco- 12	10/10/23	07/11/23	28	3122	10.02	20.01	201	77730	387.68	290	133.68%		

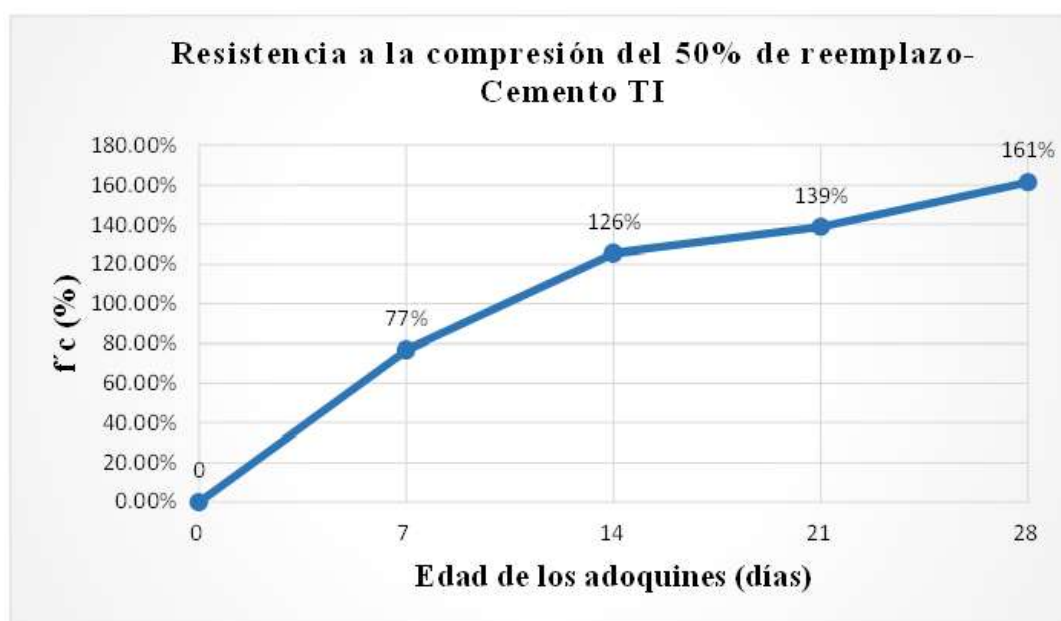


Fig. 47. Curva edad vs  $f'c$ , 50% AGR- CTIco. Fuente Propia

**- Ensayo de resistencia a la flexotracción**

El presente ensayo se llevó a cabo siguiendo las pautas establecidas en la normativa ITINTEC 339.124.1988. Asimismo, en la Tabla LVII y LVIII se muestran los resultados obtenidos del módulo de rotura por cada una de las muestras y en promedio de tres unidades de los adoquines fabricados con cemento Tipo I y cemento Tipo Ico.

*TABLA LVII*

*Resistencia a la flexotracción, CTI. Fuente Propia*

Elemento	Edad	Ancho neto del espécimen en el plano de falla	Espesor del espécimen en el plano de falla	Distancia entre los apoyos	Cargas	Cargas	Modulo de rotura	Promedio
	(días)	mm	mm	mm	kg	N	Mpa	Mpa
MP-TI- 1	28	100.02	69.98	160	2310	22661.1	11.10	<b>9.50</b>
MP-TI- 2	28	99.97	69.95	160	2040	20012.4	9.82	
MP-TI- 3	28	100.03	70.02	160	1580	15499.8	7.59	
15%-TI- 1	28	99.99	69.98	160	2130	20895.3	10.24	<b>10.65</b>
15%-TI- 2	28	99.96	70.04	160	2310	22661.1	11.09	
15%-TI- 3	28	100.05	69.96	160	2210	21680.1	10.63	
30%-TI- 1	28	100.08	69.91	160	2570	25211.7	12.37	<b>11.16</b>
30%-TI- 2	28	99.96	70.05	160	1910	18737.1	9.17	
30%-TI- 3	28	100.03	69.94	160	2480	24328.8	11.93	
40%-TI- 1	28	100.04	69.94	160	2470	24230.7	11.88	<b>11.80</b>
40%-TI- 2	28	100	70.01	160	2540	24917.4	12.20	
40%-TI- 3	28	99.96	69.98	160	2350	23053.5	11.30	
50%-TI- 1	28	99.95	69.93	160	3260	31980.6	15.70	<b>15.72</b>
50%-TI- 2	28	100.01	70.06	160	3420	33550.2	16.40	
50%-TI- 3	28	100.06	69.92	160	3130	30705.3	15.06	

*TABLA LVIII*

*Resistencia a la flexotracción, CTIco. Fuente Propia*

Elemento	Edad	Ancho neto del espécimen en el	Espesor del espécimen en el	Distancia entre los apoyos	Cargas	Cargas	Modulo de rotura	Promedio
	(días)	mm	mm	mm	kg	N	Mpa	Mpa
MP-TIco- 1	28	100.07	70.03	160	2230	21876.3	10.70	<b>12.54</b>
MP-TIco- 2	28	100.02	70.09	160	3250	31882.5	15.57	
MP-TIco- 3	28	99.96	69.96	160	2360	23151.6	11.36	
15%-TIco- 1	28	100.03	69.93	160	2290	22464.9	11.02	<b>10.39</b>
15%-TIco- 2	28	99.91	69.92	160	2040	20012.4	9.83	
15%-TIco- 3	28	99.95	70.04	160	2150	21091.5	10.32	
30%-TIco- 1	28	100.09	70.02	160	2470	24230.7	11.85	<b>11.70</b>
30%-TIco- 2	28	100.06	70.98	160	2020	19816.2	9.43	
30%-TIco- 3	28	99.97	69.94	160	2870	28154.7	13.82	
40%-TIco- 1	28	99.92	69.97	160	2200	21582	10.59	<b>10.79</b>
40%-TIco- 2	28	99.9	69.94	160	2410	23642.1	11.61	
40%-TIco- 3	28	100.02	70.01	160	2120	20797.2	10.18	
50%-TIco- 1	28	99.97	69.96	160	3350	32863.5	16.12	<b>14.62</b>
50%-TIco- 2	28	99.94	70.08	160	2490	24426.9	11.94	
50%-TIco- 3	28	100.04	69.99	160	3290	32274.9	15.81	

### - Ensayo de resistencia a la abrasión

La evaluación del ensayo se efectuó conforme a las directrices establecidas en la normativa ASTM C944 – 99. En la Tabla LIX y la Tabla LX se aprecian los resultados adquiridos de la resistencia al desgaste por cada una de las muestras y en promedio de tres unidades de los adoquines fabricados con cemento Tipo I y cemento Tipo Ico.

**TABLA LIX**

*Resistencia a la abrasión, CTI. Fuente Propia*

Elemento	Edad	Peso de la muestra				Desgaste	Desgaste promedio 3 unidades
		Peso inicial	Peso del primer ciclo	Peso del segundo ciclo	Peso del tercer ciclo		
	(días)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(%)	(%)
MP-TI- 1	28	3042	3029	3023	3020	0.72%	0.52%
MP-TI- 2	28	3059	3052	3048	3046	0.42%	
MP-TI- 3	28	2963	2954	2952	2951	0.40%	
15%-TI- 1	28	3066	3062	3060	3058	0.26%	0.35%
15%-TI- 2	28	3179	3175	3173	3170	0.28%	
15%-TI- 3	28	3122	3112	3110	3106	0.51%	
30%-TI- 1	28	3073	3069	3065	3064	0.29%	0.23%
30%-TI- 2	28	3115	3114	3112	3111	0.13%	
30%-TI- 3	28	2951	2948	2945	2943	0.27%	
40%-TI- 1	28	3143	3140	3139	3138	0.16%	0.15%
40%-TI- 2	28	3162	3160	3159	3158	0.13%	
40%-TI- 3	28	3193	3191	3189	3188	0.16%	
50%-TI- 1	28	3077	3075	3073	3072	0.16%	0.17%
50%-TI- 2	28	3082	3079	3078	3077	0.16%	
50%-TI- 3	28	3059	3056	3054	3053	0.20%	

**TABLA LX**

*Resistencia a la abrasión, CTIco. Fuente Propia*

Elemento	Edad	Peso de la muestra				Desgaste	Desgaste promedio 3 unidades
		Peso inicial	Peso del primer ciclo	Peso del segundo ciclo	Peso del tercer ciclo		
	(días)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(%)	(%)
MP-TIco- 1	28	3139	3136	3133	3130	0.29%	0.30%
MP-TIco- 2	28	3129	3126	3124	3118	0.35%	
MP-TIco- 3	28	3112	3109	3107	3104	0.26%	
15%-TIco- 1	28	3125	3120	3118	3117	0.26%	0.29%
15%-TIco- 2	28	3200	3198	3195	3193	0.22%	
15%-TIco- 3	28	3132	3126	3123	3120	0.38%	
30%-TIco- 1	28	3006	3002	3000	2998	0.27%	0.34%
30%-TIco- 2	28	3973	3968	3964	3963	0.25%	
30%-TIco- 3	28	3132	3126	3121	3116	0.51%	
40%-TIco- 1	28	3077	3074	3072	3070	0.23%	0.26%
40%-TIco- 2	28	3041	3039	3035	3033	0.26%	
40%-TIco- 3	28	3071	3067	3064	3062	0.29%	
50%-TIco- 1	28	3047	3044	3042	3040	0.23%	0.24%
50%-TIco- 2	28	3079	3074	3072	3070	0.29%	
50%-TIco- 3	28	3106	3103	3102	3100	0.19%	

## - Ensayo de absorción

Los resultados deben cumplir con los establecido en la NTP 399.61, la cual indica que la absorción máxima individual no debe exceder el 7.50% y la absorción máxima del promedio de tres unidades debe ser 6%. Asimismo, en la Tabla LXI y la Tabla LXII se presentan los resultados de la absorción promedio de tres unidades para los adoquines fabricados con cemento Tipo I y cemento Tipo Ico.

**TABLA LXI**

*Ensayo de absorción, CTI. Fuente Propia*

Elemento	Edad	Peso de la muestra					Absorción	Absorción	Absorción promedio 3 unidades	Absorción máx. individual	Absorción máx. Según norma
		Peso saturado del adoquin	Peso de la malla sumergida	Peso sumergido del adoquin más la malla	Peso sumergido del adoquin	Peso seco al horno del adoquin					
	(días)	(kg)	(gr)	(gr)	(kg)	(gr)	(kg/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	(%)
MP-TI- 1	28	3.046	880	2590	1.71	2.88	124.25	5.76%	5.86%	7.50%	6.00%
MP-TI- 2	28	3.198	880	2670	1.79	3.022	125.00	5.82%			
MP-TI- 3	28	3.108	880	2610	1.73	2.932	127.72	6.00%			
15%-TI- 1	28	3.258	880	2740	1.86	3.082	125.89	5.71%	5.23%	7.50%	6.00%
15%-TI- 2	28	3.262	880	2760	1.88	3.104	114.33	5.09%			
15%-TI- 3	28	3.166	880	2690	1.81	3.018	109.14	4.90%			
30%-TI- 1	28	3.256	880	2760	1.88	3.082	126.45	5.65%	4.98%	7.50%	6.00%
30%-TI- 2	28	3.23	880	2730	1.85	3.056	126.09	5.69%			
30%-TI- 3	28	3.276	880	2780	1.9	3.162	82.85	3.61%			
40%-TI- 1	28	3.146	880	2670	1.79	2.99	115.04	5.22%	5.39%	7.50%	6.00%
40%-TI- 2	28	3.172	880	2690	1.81	3.052	88.11	3.93%			
40%-TI- 3	28	3.226	880	2720	1.84	3.014	152.96	7.03%			
50%-TI- 1	28	3.154	880	2650	1.77	3.062	66.47	3.00%	4.29%	7.50%	6.00%
50%-TI- 2	28	3.072	880	2600	1.72	2.926	107.99	4.99%			
50%-TI- 3	28	3.226	880	2680	1.8	3.076	105.19	4.88%			

**TABLA LXII**

*Ensayo de absorción, CTIco. Fuente Propia*

Elemento	Edad	Peso de la muestra					Absorción	Absorción	Absorción promedio 3 unidades	Absorción máx. individual	Absorción máx. Según norma
		Peso saturado del adoquin	Peso de la malla sumergida	Peso sumergido del adoquin más la malla	Peso sumergido del adoquin	Peso seco al horno del adoquin					
	(días)	(kg)	(gr)	(gr)	(kg)	(gr)	(kg/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	(%)
MP-TIco- 1	28	3.228	880	2700	1.82	3.076	107.95	4.94%	4.76%	7.50%	6.00%
MP-TIco- 2	28	3.198	880	2690	1.81	3.056	102.31	4.65%			
MP-TIco- 3	28	3.212	880	2690	1.81	3.068	102.71	4.69%			
15%-TIco- 1	28	3.174	880	2660	1.78	3.034	100.43	4.61%	4.53%	7.50%	6.00%
15%-TIco- 2	28	3.178	880	2670	1.79	3.048	93.66	4.27%			
15%-TIco- 3	28	3.152	880	2660	1.78	3.01	103.50	4.72%			
30%-TIco- 1	28	3.08	880	2610	1.73	2.938	105.19	4.83%	4.18%	7.50%	6.00%
30%-TIco- 2	28	3.214	880	2700	1.82	3.116	70.30	3.15%			
30%-TIco- 3	28	3.074	880	2610	1.73	2.94	99.70	4.56%			
40%-TIco- 1	28	3.14	880	2650	1.77	3.032	78.83	3.56%	3.97%	7.50%	6.00%
40%-TIco- 2	28	3.096	880	2630	1.75	2.972	92.12	4.17%			
40%-TIco- 3	28	3.09	880	2620	1.74	2.966	91.85	4.18%			
50%-TIco- 1	28	3.198	880	2690	1.81	3.082	83.57	3.76%	4.20%	7.50%	6.00%
50%-TIco- 2	28	3.132	880	2660	1.78	3.006	93.20	4.19%			
50%-TIco- 3	28	3.196	880	2690	1.81	3.054	102.45	4.65%			

- **Método normalizado para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Portland expuestos a soluciones sulfatadas**

El cambio de longitud del mortero se experimenta cuando barras de mortero se encuentran expuestas a agentes agresivos como las soluciones de sulfato, que causan reacciones de extracción o contracción en las barras de mortero. Según lo establecido en la NTP 334.094, se deben fabricar 3 barras de mortero por cada tipo de muestra para realizar mediciones en las semanas 1,2,3,4,8,13 y 15 para obtener los datos de la desviación estándar y la expansión unitaria promedio de las muestras tomadas.

➤ **Ensayo cambio de longitud, MP-CTI**

TABLA LXIII

*Cambio de longitud, MP-CTI. Fuente Propia*

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	3.89	3.873	3.760	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.905	3.908	3.902	0.0788 %	0.026 %
Semana 2	3.924	3.939	3.866	0.1632 %	0.028 %
Semana 3	3.915	3.908	3.932	0.2580 %	0.032 %
Semana 4	3.955	3.940	3.962	0.3936 %	0.045 %
Semana 8	4.008	3.932	4.000	0.5624 %	0.056 %
Semana 13	4.064	4.030	4.060	0.8168 %	0.085 %
Semana 15	4.142	4.124	4.081	1.1484 %	0.111 %

Desviación Estandar	0.08878	0.07989	0.07984
---------------------	---------	---------	---------

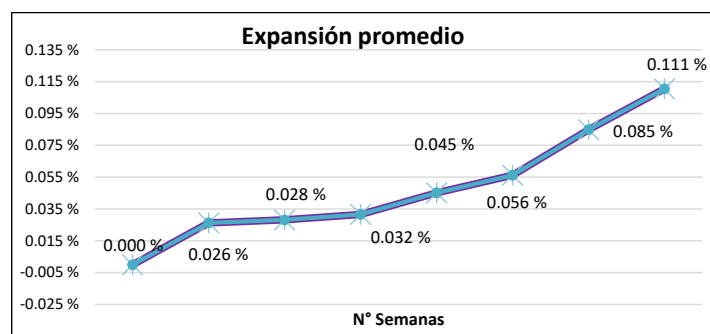


Fig. 48. Expansión promedio, MP-CTI. Fuente Propia

➤ **Ensayo cambio de longitud, 15% de reemplazo de AGR-CTI**

TABLA LXIV

*Cambio de longitud, 15% de reemplazo de AGR-CTI. Fuente Propia*

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	3.88	3.853	3.866	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.910	3.920	3.923	0.0636 %	0.031 %
Semana 2	3.911	3.953	3.960	0.1556 %	0.041 %
Semana 3	3.974	3.962	3.965	0.3768 %	0.041 %
Semana 4	3.992	3.982	3.994	0.4280 %	0.050 %
Semana 8	4.102	3.923	4.040	0.6164 %	0.063 %
Semana 13	4.031	4.070	4.075	0.8492 %	0.078 %
Semana 15	4.123	4.060	4.011	1.0892 %	0.080 %

Desviación Estandar	0.08465	0.06109	0.05162
---------------------	---------	---------	---------

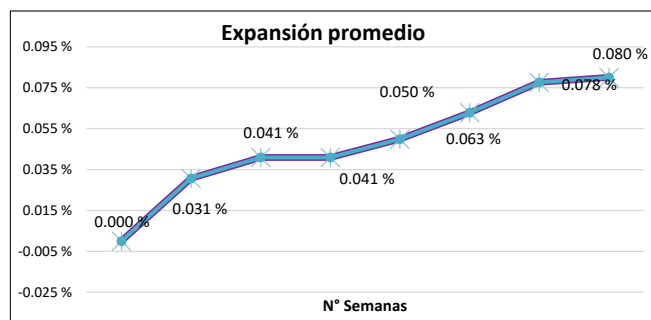


Fig. 49. Expansión promedio, 15% de remplazo de AGR-CTI. Fuente Propia

➤ **Ensayo cambio de longitud, 30% de reemplazo de AGR-CTI**

TABLA LXV

Cambio de longitud, 30% de remplazo de AGR-CTI. Fuente Propia

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	3.891	3.944	3.910	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.901	3.980	3.993	0.0516 %	0.017 %
Semana 2	3.991	3.974	3.941	0.1160 %	0.021 %
Semana 3	3.974	3.985	3.989	0.1972 %	0.027 %
Semana 4	3.991	3.997	3.993	0.2916 %	0.031 %
Semana 8	4.039	3.960	4.033	0.4064 %	0.038 %
Semana 13	4.040	4.041	4.022	0.5496 %	0.048 %
Semana 15	4.103	4.065	4.062	0.7436 %	0.065 %

Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
	0.06345	0.03833	0.03865

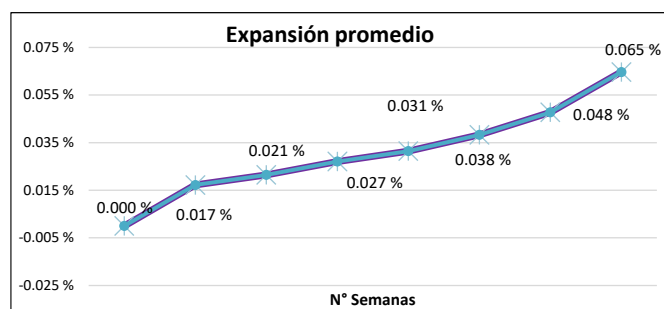


Fig. 50. Expansión promedio, 30% de remplazo de AGR-CTI. Fuente Propia

➤ **Ensayo cambio de longitud, 40% de reemplazo de AGR-CTI**

TABLA LXVI

Cambio de longitud, 40% de remplazo de AGR-CTI. Fuente Propia

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	3.864	3.881	3.888	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.922	3.911	3.933	0.0532 %	0.018 %
Semana 2	3.923	3.919	3.978	0.1280 %	0.025 %
Semana 3	3.950	3.957	3.969	0.2252 %	0.032 %
Semana 4	3.966	3.991	3.987	0.3496 %	0.041 %
Semana 8	4.010	3.973	4.091	0.5260 %	0.059 %
Semana 13	4.081	4.033	4.039	0.7340 %	0.069 %
Semana 15	4.133	4.075	4.076	0.9944 %	0.087 %

Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
	0.08164	0.05918	0.05905

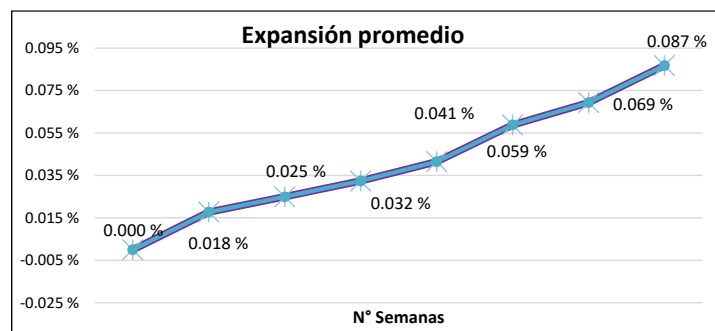


Fig. 51. Expansión promedio, 40% de reemplazo de AGR-CTI. Fuente Propia

### ➤ Ensayo cambio de longitud, 50% de reemplazo de AGR-CTI

TABLA LXVII

Cambio de longitud, 50% de reemplazo de AGR-CTI. Fuente Propia

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	3.864	3.881	3.888	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.951	3.919	3.919	0.0624 %	0.021 %
Semana 2	3.926	3.916	3.973	0.1352 %	0.024 %
Semana 3	3.953	3.954	3.964	0.2304 %	0.032 %
Semana 4	3.967	3.990	3.987	0.3548 %	0.041 %
Semana 8	4.010	3.971	4.090	0.5300 %	0.058 %
Semana 13	4.081	4.022	4.036	0.7324 %	0.067 %
Semana 15	4.121	4.074	4.073	0.9864 %	0.085 %

Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
	0.07356	0.05664	0.06222

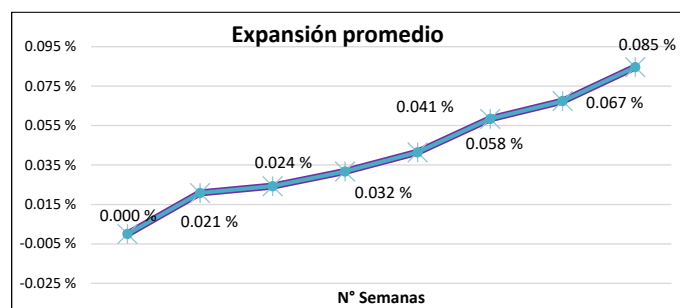


Fig. 52. Expansión promedio, 50% de reemplazo de AGR-CTI. Fuente Propia

### ➤ Ensayo cambio de longitud, MP-CTIco

TABLA LXVIII

Cambio de longitud, MP-CTIco. Fuente Propia

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	3.885	3.873	3.760	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.909	3.904	3.910	0.0820 %	0.027 %
Semana 2	3.933	3.944	3.878	0.1768 %	0.032 %
Semana 3	3.918	3.919	3.955	0.2864 %	0.037 %
Semana 4	3.953	3.944	3.966	0.4244 %	0.046 %
Semana 8	4.004	3.932	4.003	0.5928 %	0.056 %
Semana 13	4.019	4.000	4.010	0.7972 %	0.068 %
Semana 15	4.141	4.122	4.089	1.1308 %	0.111 %

Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
	0.08144	0.07491	0.06963

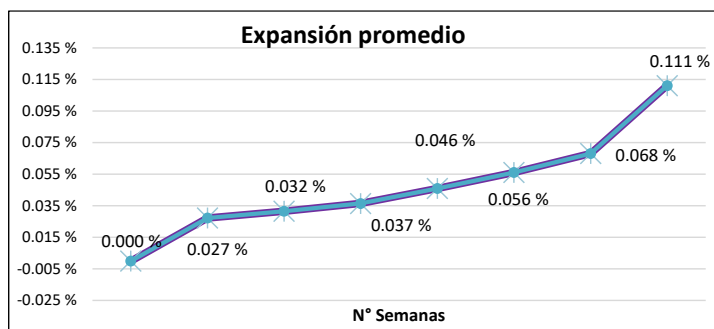


Fig. 53. Expansión promedio, MP-CTIco. Fuente Propia

➤ **Ensayo cambio de longitud, 15% de reemplazo de AGR-CTIco**

TABLA LXIX Cambio de Longitud, 15% de reemplazo AGR-CTIco. Fuente Propia

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	3.875	3.853	3.866	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.910	3.920	3.923	0.0636 %	0.021 %
Semana 2	3.911	3.956	3.960	0.1568 %	0.031 %
Semana 3	3.967	3.990	3.946	0.2804 %	0.041 %
Semana 4	3.987	3.996	3.989	0.4316 %	0.050 %
Semana 8	4.100	3.960	4.020	0.6260 %	0.065 %
Semana 13	4.033	4.070	4.092	0.8664 %	0.080 %
Semana 15	4.129	4.067	4.025	1.1172 %	0.084 %

Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
	0.08642	0.05657	0.05740

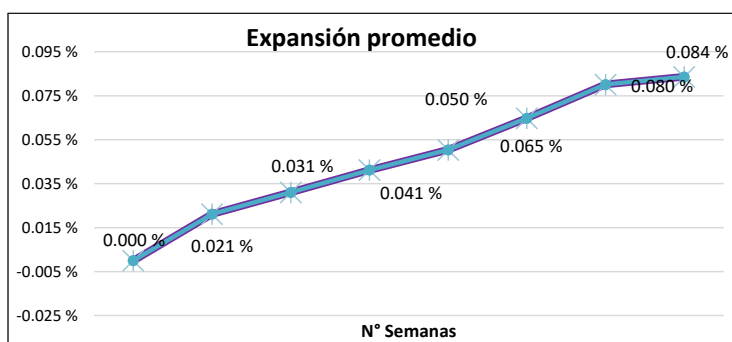


Fig. 54. Expansión promedio, 15% de reemplazo AGR-CTIco. Fuente Propia

➤ **Ensayo cambio de longitud, 30% de reemplazo de AGR-CTIco**

TABLA LXX Cambio de Longitud, 30% de reemplazo AGR-CTIco. Fuente Propia

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	3.891	3.944	3.910	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.893	3.980	3.993	0.0484 %	0.016 %
Semana 2	3.991	3.977	3.941	0.1140 %	0.022 %
Semana 3	3.973	3.989	3.984	0.1944 %	0.027 %
Semana 4	3.994	3.996	3.991	0.2888 %	0.031 %
Semana 8	4.031	3.969	4.023	0.4000 %	0.037 %
Semana 13	4.040	4.048	4.038	0.5524 %	0.051 %
Semana 15	4.104	4.063	4.033	0.7344 %	0.061 %

Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
	0.06529	0.03704	0.03398

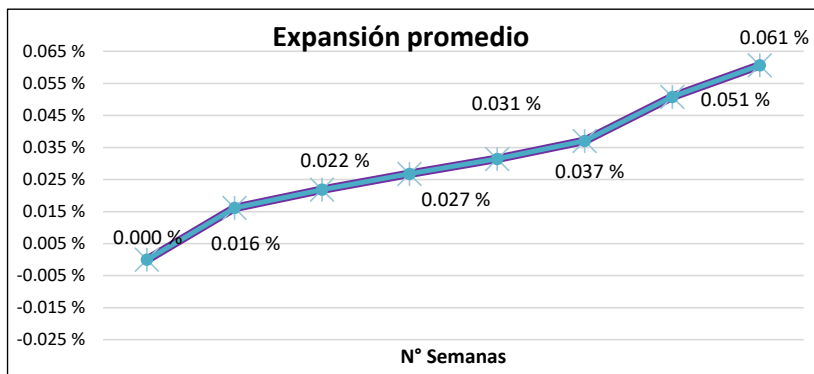


Fig. 55. Expansión promedio, 30% de reemplazo AGR-CTico. Fuente Propia

➤ **Ensayo cambio de longitud, 40% de reemplazo de AGR-CTico**

TABLA LXXI

Cambio de Longitud, 40% de reemplazo AGR-CTico. Fuente Propia

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	3.864	3.881	3.888	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.920	3.900	3.913	0.0400 %	0.013 %
Semana 2	3.932	3.929	3.979	0.1228 %	0.028 %
Semana 3	3.953	3.969	3.960	0.2224 %	0.033 %
Semana 4	3.961	3.982	3.976	0.3368 %	0.038 %
Semana 8	4.011	3.970	4.099	0.5156 %	0.060 %
Semana 13	4.081	4.078	4.033	0.7392 %	0.075 %
Semana 15	4.130	4.074	4.078	0.9988 %	0.087 %

Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
	0.07991	0.06759	0.06702

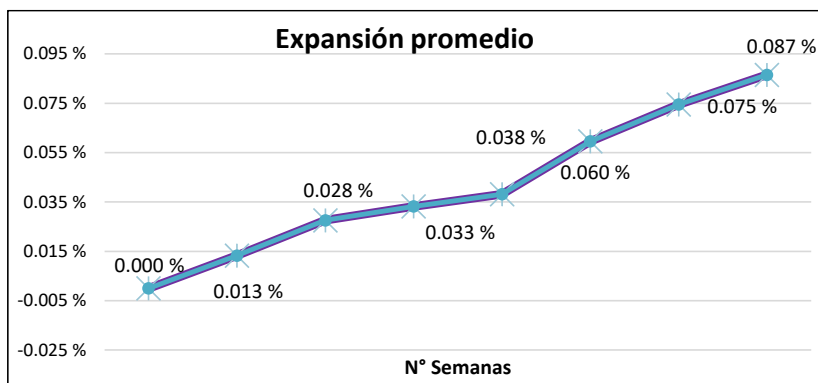


Fig. 56. Expansión promedio, 40% de reemplazo AGR-CTico. Fuente Propia

➤ **Ensayo cambio de longitud, 50% de reemplazo de AGR-CTico**

TABLA LXXII

Cambio de Longitud, 50% de reemplazo AGR-CTico. Fuente Propia

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	3.864	3.881	3.888	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.910	3.940	3.913	0.0520 %	0.017 %
Semana 2	3.938	3.943	3.979	0.1428 %	0.030 %
Semana 3	3.959	3.975	3.990	0.2592 %	0.039 %
Semana 4	3.961	3.999	3.998	0.3892 %	0.043 %
Semana 8	4.010	3.950	4.099	0.5596 %	0.057 %
Semana 13	4.083	4.071	4.032	0.7808 %	0.074 %
Semana 15	4.130	4.071	4.070	1.0360 %	0.085 %

Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
	0.08065	0.05728	0.06178

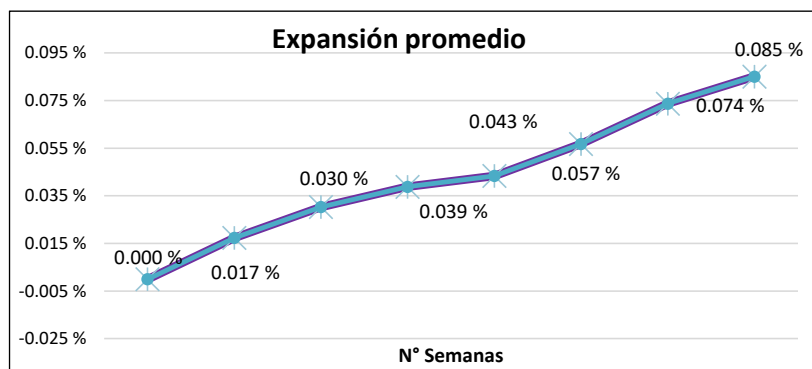


Fig. 57. Expansión promedio, 50% de reemplazo AGR-CTico. Fuente Propia

### *Análisis técnico económico*

Se realizó el análisis de costos unitarios para determinar el precio por unidad de los adoquines de concretos prefabricados. En primer lugar, en la TABLA LXXIII se aprecia que el valor por kilogramo de la cerámica sanitaria reciclada.

TABLA LXXIII

Costo unitario de la obtención de AGR. Fuente Propia

Recolección, transporte, triturado y tamizado de la cerámica sanitaria					
Rendimiento:	600.00	kg/día		Total S/.	0.48
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					<b>0.442</b>
Operario	hh	0.5	0.007	27.370	0.182
Peón	hh	1.00	0.013	19.450	0.259
<b>Materiales</b>					<b>0.000</b>
Cerámica Sanitaria	kg		600.000	0.000	0.000
<b>Equipos y Herramientas</b>					<b>0.040</b>
Herramientas	% mo		3.00%	0.442	0.013
Motocarguera	hm	0.20	0.003	10.000	0.027
Tamiz	hm	1.00	0.013	0.000	0.000
Máquina de los Ángeles	hm	1.00	0.013	0.000	0.000

Asimismo, en las siguientes tablas se pueden apreciar el costo de la elaboración de los adoquines para la muestra patrón y los adoquines con los diferentes porcentajes de reemplazo de cerámica sanitaria, teniendo en cuenta cada uno de los tipos de cementos que se emplearon en la investigación.

TABLA LXXIV

Costo unitario de la MP-CTI. Fuente Propia

ADOQUINES DE CONCRETO (MP-CTI)					
Rendimiento:	1000.00	und/día		Total S/.	1.173
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					<b>0.530</b>
Operario	hh	1	0.008	27.370	0.219
Peón	hh	2.00	0.016	19.450	0.311
<b>Materiales</b>					<b>0.499</b>
Cemento tipo I	bls		0.0120	35.300	0.423
Agua	m3		0.0002	7.5000	0.002
A. Fino	m3		0.0010	25.000	0.026
A. Grueso (Confitillo)	m3		0.0008	60.000	0.049
<b>Equipos y Herramientas</b>					<b>0.144</b>
Herramientas	% mo		3.00%	0.530	0.016
Mezcladora	hm	1.00	0.008	10.000	0.080
Máquina vibro-compactadora	hm	1.00	0.008	5.500	0.044
Moldes metálicos	hm	1.00	0.008	0.500	0.004

TABLA LXXV

Costo unitario, 15%AGR-CTI. Fuente Propia

ADOQUINES DE CONCRETO (15%AGR-CTI)					
Rendimiento:	1000.00	und/día		Total S/.	1.226
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					<b>0.530</b>
Operario	hh	1	0.008	27.370	0.219
Peón	hh	2.00	0.016	19.450	0.311
<b>Materiales</b>					<b>0.552</b>
Cemento tipo I	bls		0.0120	35.300	0.423
Agua	m3		0.0002	7.5000	0.002
A. Fino	m3		0.0010	25.000	0.026
A. Grueso (Confitillo)	m3		0.0007	60.000	0.042
A.G.R (Cerámica Sanitaria)	kg		0.1254	0.482	0.060
<b>Equipos y Herramientas</b>					<b>0.144</b>
Herramientas	% mo		3.00%	0.530	0.016
Mezcladora	hm	1.00	0.008	10.000	0.080
Máquina vibro-compactadora	hm	1.00	0.008	5.500	0.044
Moldes metálicos	hm	1.00	0.008	0.500	0.004

TABLA LXXVI

Costo unitario, 30%AGR-CTI. Fuente Propia

ADOQUINES DE CONCRETO (30%AGR-CTI)					
Rendimiento:	1000.00	und/día		Total S/.	1.279
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					<b>0.530</b>
Operario	hh	1	0.008	27.370	0.219
Peón	hh	2.00	0.016	19.450	0.311
<b>Materiales</b>					<b>0.605</b>
Cemento tipo I	bls		0.0120	35.300	0.423
Agua	m3		0.0002	7.5000	0.002
A. Fino	m3		0.0010	25.000	0.025
A. Grueso (Confitillo)	m3		0.0006	60.000	0.034
A.G.R (Cerámica Sanitaria)	kg		0.2509	0.482	0.121
<b>Equipos y Herramientas</b>					<b>0.144</b>
Herramientas	% mo		3.00%	0.530	0.016
Mezcladora	hm	1.00	0.008	10.000	0.080
Máquina vibro-compactadora	hm	1.00	0.008	5.500	0.044
Moldes metálicos	hm	1.00	0.008	0.500	0.004

TABLA LXXVII

Costo unitario, 40%AGR-CTI. Fuente Propia

ADOQUINES DE CONCRETO (40%AGR-CTI)					
Rendimiento:	1000.00	und/día		Total S/.	1.314
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					<b>0.530</b>
Operario	hh	1	0.008	27.370	0.219
Peón	hh	2.00	0.016	19.450	0.311
<b>Materiales</b>					<b>0.640</b>
Cemento tipo I	bls		0.0120	35.300	0.423
Agua	m3		0.0002	7.5000	0.002
A. Fino	m3		0.0010	25.000	0.025
A. Grueso (Confitillo)	m3		0.0005	60.000	0.029
A.G.R (Cerámica Sanitaria)	kg		0.3345	0.482	0.161
<b>Equipos y Herramientas</b>					<b>0.144</b>
Herramientas	% mo		3.00%	0.530	0.016
Mezcladora	hm	1.00	0.008	10.000	0.080
Máquina vibro-compactadora	hm	1.00	0.008	5.500	0.044
Moldes metálicos	hm	1.00	0.008	0.500	0.004

TABLA LXXVIII

Costo unitario, 50%AGR-CTI. Fuente Propia

ADOQUINES DE CONCRETO (50%AGR-CTI)					
Rendimiento:	1000.00	und/día		Total S/.	1.349
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					<b>0.530</b>
Operario	hh	1	0.008	27.370	0.219
Peón	hh	2.00	0.016	19.450	0.311
<b>Materiales</b>					<b>0.675</b>
Cemento tipo I	bls		0.0120	35.300	0.423
Agua	m3		0.0002	7.5000	0.002
A. Fino	m3		0.0010	25.000	0.025
A. Grueso (Confitillo)	m3		0.0004	60.000	0.024
A.G.R (Cerámica Sanitaria)	kg		0.4181	0.482	0.201
<b>Equipos y Herramientas</b>					<b>0.144</b>
Herramientas	% mo		3.00%	0.530	0.016
Mezcladora	hm	1.00	0.008	10.000	0.080
Máquina vibro-compactadora	hm	1.00	0.008	5.500	0.044
Moldes metálicos	hm	1.00	0.008	0.500	0.004

TABLA LXXIX

Costo unitario de la MP-CTIco. Fuente Propia

ADOQUINES DE CONCRETO (MP-CTIco)					
Rendimiento:	1000.00	und/día		Total S/.	1.119
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					<b>0.530</b>
Operario	hh	1	0.008	27.370	0.219
Peón	hh	2.00	0.016	19.450	0.311
<b>Materiales</b>					<b>0.445</b>
Cemento tipo Ico	bls		0.0120	30.800	0.369
Agua	m3		0.0002	7.5000	0.002
A. Fino	m3		0.0010	25.000	0.026
A. Grueso (Confitillo)	m3		0.0008	60.000	0.049
<b>Equipos y Herramientas</b>					<b>0.144</b>
Herramientas	% mo		3.00%	0.530	0.016
Mezcladora	hm	1.00	0.008	10.000	0.080
Máquina vibro-compactadora	hm	1.00	0.008	5.500	0.044
Moldes metálicos	hm	1.00	0.008	0.500	0.004

TABLA LXXX

Costo unitario, 15%AGR-CTI. Fuente Propia

ADOQUINES DE CONCRETO (15%AGR-CTIco)					
Rendimiento:	1000.00	und/día		Total S/.	1.172
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					<b>0.530</b>
Operario	hh	1	0.008	27.370	0.219
Peón	hh	2.00	0.016	19.450	0.311
<b>Materiales</b>					<b>0.498</b>
Cemento tipo Ico	bls		0.0120	30.800	0.369
Agua	m3		0.0002	7.500	0.002
A. Fino	m3		0.0010	25.000	0.025
A. Grueso (Confitillo)	m3		0.0007	60.000	0.042
A.G.R (Cerámica Sanitaria)	kg		0.1254	0.482	0.060
<b>Equipos y Herramientas</b>					<b>0.144</b>
Herramientas	% mo		3.00%	0.530	0.016
Mezcladora	hm	1.00	0.008	10.000	0.080
Máquina vibro-compactadora	hm	1.00	0.008	5.500	0.044
Moldes metálicos	hm	1.00	0.008	0.500	0.004

TABLA LXXXI

Costo unitario, 30%AGR-CTI. Fuente Propia

ADOQUINES DE CONCRETO (30%AGR-CTIco)					
Rendimiento:	1000.00	und/día		Total S/.	1.225
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					<b>0.530</b>
Operario	hh	1	0.008	27.370	0.219
Peón	hh	2.00	0.016	19.450	0.311
<b>Materiales</b>					<b>0.550</b>
Cemento tipo Ico	bls		0.0120	30.800	0.369
Agua	m3		0.0002	7.500	0.002
A. Fino	m3		0.0010	25.000	0.025
A. Grueso (Confitillo)	m3		0.0006	60.000	0.034
A.G.R (Cerámica Sanitaria)	kg		0.2509	0.482	0.121
<b>Equipos y Herramientas</b>					<b>0.144</b>
Herramientas	% mo		3.00%	0.530	0.016
Mezcladora	hm	1.00	0.008	10.000	0.080
Máquina vibro-compactadora	hm	1.00	0.008	5.500	0.044
Moldes metálicos	hm	1.00	0.008	0.500	0.004

TABLA LXXXII

Costo unitario, 40%AGR-CTI. Fuente Propia

ADOQUINES DE CONCRETO (40%AGR-CTIco)					
Rendimiento:	1000.00	und/día		Total S/.	1.260
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					<b>0.530</b>
Operario	hh	1	0.008	27.370	0.219
Peón	hh	2.00	0.016	19.450	0.311
<b>Materiales</b>					<b>0.586</b>
Cemento tipo Ico	bls		0.0120	30.800	0.369
Agua	m3		0.0002	7.500	0.002
A. Fino	m3		0.0010	25.000	0.025
A. Grueso (Confitillo)	m3		0.0005	60.000	0.029
A.G.R (Cerámica Sanitaria)	kg		0.3345	0.482	0.161
<b>Equipos y Herramientas</b>					<b>0.144</b>
Herramientas	% mo		3.00%	0.530	0.016
Mezcladora	hm	1.00	0.008	10.000	0.080
Máquina vibro-compactadora	hm	1.00	0.008	5.500	0.044
Moldes metálicos	hm	1.00	0.008	0.500	0.004

TABLA LXXXIII

Costo unitario, 50%AGR-CTI. Fuente Propia

ADOQUINES DE CONCRETO (50%AGR-CTIco)					
Rendimiento:	1000.00	und/día		Total S/.	1.295
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					<b>0.530</b>
Operario	hh	1	0.008	27.370	0.219
Peón	hh	2.00	0.016	19.450	0.311
<b>Materiales</b>					<b>0.621</b>
Cemento tipo Ico	bls		0.0120	30.800	0.369
Agua	m3		0.0002	7.500	0.002
A. Fino	m3		0.0010	25.000	0.024
A. Grueso (Confitillo)	m3		0.0004	60.000	0.024
A.G.R (Cerámica Sanitaria)	kg		0.4181	0.482	0.201
<b>Equipos y Herramientas</b>					<b>0.144</b>
Herramientas	% mo		3.00%	0.530	0.016
Mezcladora	hm	1.00	0.008	10.000	0.080
Máquina vibro-compactadora	hm	1.00	0.008	5.500	0.044
Moldes metálicos	hm	1.00	0.008	0.500	0.004

Finalmente, se realizó un presupuesto con la finalidad de realizar una comparación entre los precios obtenidos por una cierta cantidad de adoquines prefabricados. En la Tabla LXXXIV y la Tabla LXXXV se muestran los precios al elaborar un millar de adoquines de concreto con Cemento Tipo I y Cemento Tipo Ico para la muestra patrón y los diferentes de agregado grueso reciclado.

TABLA LXXXIV

Presupuesto para la elaboración de 1000 adoquines-CTI. Fuente Propia

PRESUPUESTO-CTI				
DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	P.U (S/)	PARCIAL (S/)
ADOQUINES DE CONCRETO (MP-CTI)	und	1	1.173	1.17
ADOQUINES DE CONCRETO (15%AGR-CTI)	und	1	1.226	1.23
ADOQUINES DE CONCRETO (30%AGR-CTI)	und	1	1.279	1.28
ADOQUINES DE CONCRETO (40%AGR-CTI)	und	1	1.314	1.31
ADOQUINES DE CONCRETO (50%AGR-CTI)	und	1	1.349	1.35

TABLA LXXXV

Presupuesto para la elaboración de 1000 adoquines-CTIco. Fuente Propia

PRESUPUESTO-CTI				
DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	P.U (S/)	PARCIAL (S/)
ADOQUINES DE CONCRETO (MP-CTI)	und	1,000	1.173	1,173.40
ADOQUINES DE CONCRETO (15%AGR-CTI)	und	1,000	1.226	1,226.18
ADOQUINES DE CONCRETO (30%AGR-CTI)	und	1,000	1.279	1,278.95
ADOQUINES DE CONCRETO (40%AGR-CTI)	und	1,000	1.314	1,314.14
ADOQUINES DE CONCRETO (50%AGR-CTI)	und	1,000	1.349	1,349.32

## ***Discusión***

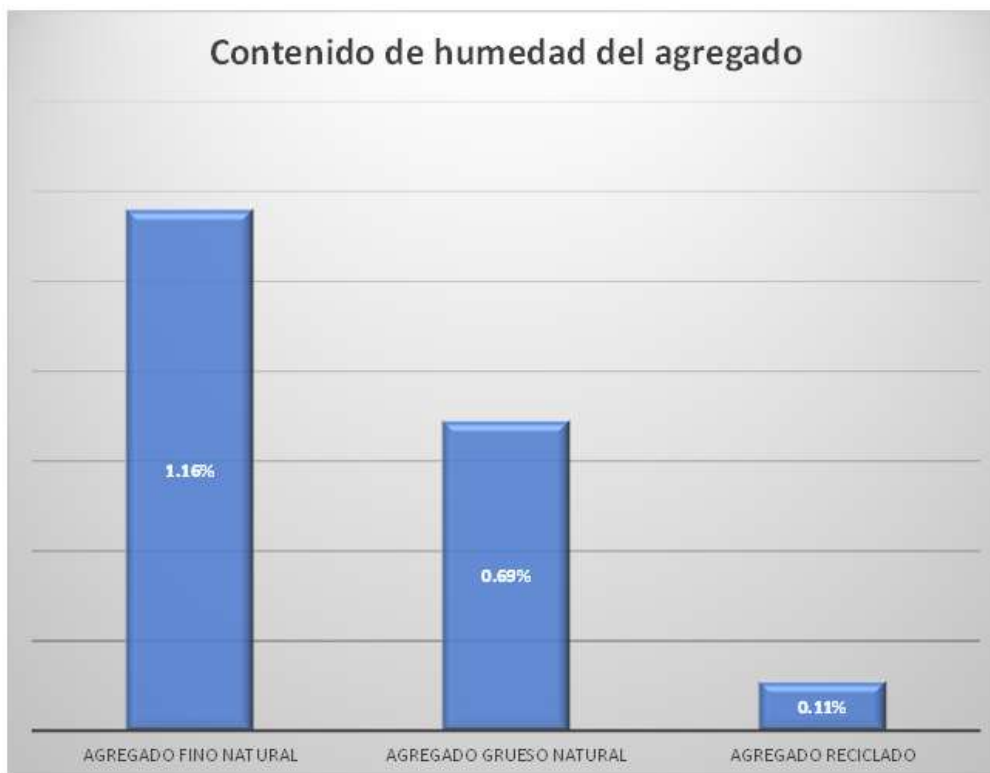
### ***Discusión de la caracterización de la cerámica sanitaria***

La caracterización del agregado reciclado se realizó mediante la trituración de la cerámica sanitaria en la máquina de Los Ángeles. Asimismo, se debe tener en cuenta que solo se empleará la cerámica sanitaria que pase por la malla de ½” y quede retenido en la malla N° 10, se realiza este tamizado con la finalidad de que el material reciclado actúe como confitillo. Además, como se menciona en [10] que el material reciclado fue triturado y tamizado para obtener un tamaño de agregado reciclado de 4-12.5mm, mientras que en las investigaciones [13]; [15] y [16] se utilizan tamaños de 4-8mm.

### ***Discusión de resultados de los ensayos de agregados***

El agregado fino se clasifico en función a su granulometría, mediante la sumatoria de los porcentajes acumulados retenidos, determinado un módulo de fineza de 2.93, cumpliendo con las especificaciones establecidas por la NTP 400.012. Además, los resultados mencionan que el TMN del agregado grueso natural y reciclado es de 3/8. Sin embargo, al realizar una comparación de las curvas granulométricas del agregado grueso natural con el reciclado, se determina que el agregado natural cumple con las especificaciones dadas en la normativa, mientras que el agregado reciclado el porcentaje acumulado en el tamiz N°16 es de 11.21 el cual se encuentra fuera del rango establecido por la normativa. Finalmente, también se realizó ensayos de granulometría de los agregados gruesos naturales y reciclados combinados en los diferentes porcentajes establecidos, donde los resultados indican que el TMN es de 3/8” y que las curvas granulométricas en cada combinación realizada cumplen las especificaciones de la NTP 400.012.

En la Fig.58, se indica que el agregado fino tiene un contenido de humedad del 1.16%, mientras en el agregado grueso y reciclado se presentan un contenido de humedad de 0.69% y 0.11% respectivamente. Al analizar estos resultados, se concluye que el material reciclado cuenta con bajo porcentaje de contenido de agua con respecto al agregado grueso natural. Por ende, al emplear el agregado reciclado en la mezcla de concreto, se requerirá menos agua para alcanzar una relación agua/cemento optima.



*Fig. 58. Contenido de humedad del agregado. Fuente Propia*

En la Fig.59, se muestran los resultados adquiridos del ensayo de peso unitario de los agregados. Asimismo, logra determinar que el agregado grueso reciclado en comparación agregado grueso natural tiene un mayor peso unitario suelto en un porcentaje de 7.15% y en el peso unitario compactado en un porcentaje de 3.32%. Esto quiere decir que el agregado reciclado tiene mayor densidad lo cual genera en el concreto una mayor resistencia y durabilidad. Asimismo, como hay una menor porosidad en la cerámica sanitaria hay menos espacios para que el agua y otros elementos penetren en el concreto.

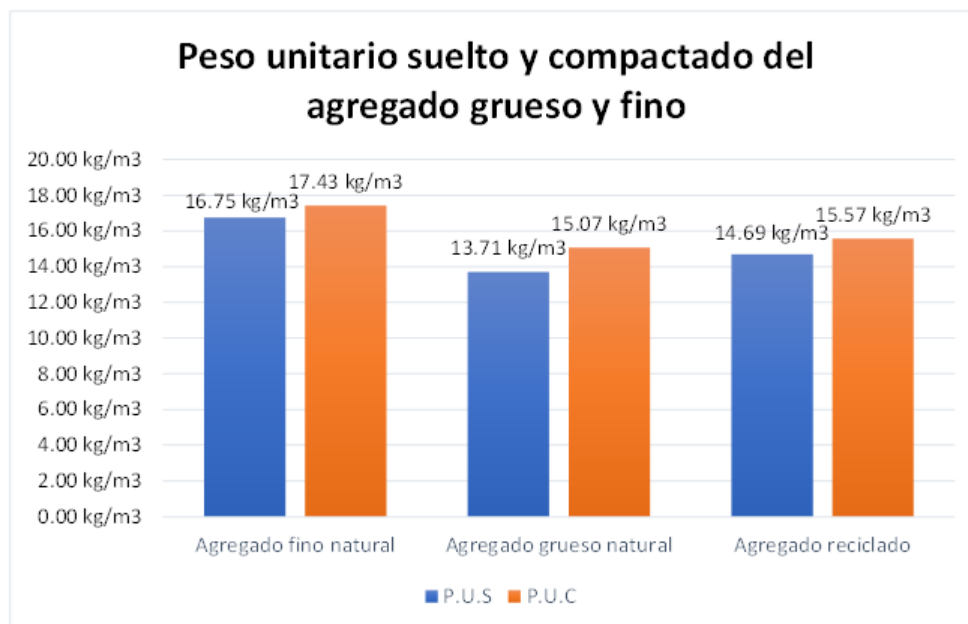


Fig. 59, Peso unitario suelto y compactado del agregado. Fuente Propia

El ensayo de peso específico y absorción de los agregados se observan en la Fig.60. Donde, al contrastar los datos obtenidos del agregado grueso natural y reciclado, indican que el agregado reciclado tiene un peso específico inferior y un porcentaje absorción mayor con respecto al confitillo. Estos resultados tienen relación con las características de la cerámica sanitaria ya su contenido de humedad es menor con respecto al agregado natural en 0.58%.



Fig. 60. Peso específico y absorción del agregado. Fuente Propia

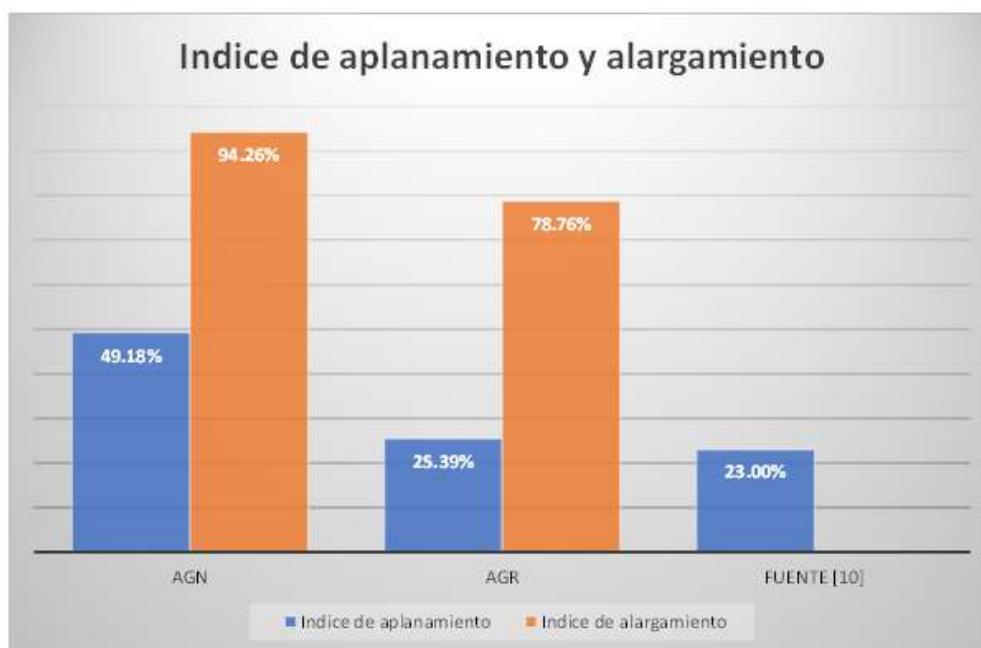
Con los resultados establecidos en la Tabla LXXX se determina que el agregado reciclado obtenido de la cerámica sanitaria es idóneo para la elaboración del concreto ya que no existirá

problemas de corrosión, deterioro, ni permeabilidad en el concreto. Por ende, estos resultados tienen relación a lo expuesto en los antecedentes de la investigación, donde en [10]; [12]; [15] y [18] se concluye que la cerámica sanitaria se puede emplear como agregado reciclado en la fabricación de concreto.

*TABLA LXXXVI Resultados del ensayo químico realizado a la cerámica sanitaria. Fuente Propia*

<b>Cerámica sanitaria</b>	<b>ppm</b>	<b>%</b>
Cloruros	71	0.01
Sulfatos	82	0.01
Sales Solubles Totales	288	0.03

En la Fig.61, se muestra que los porcentajes de índice de aplanamiento y alargamiento del agregado reciclado es inferior que el del confitillo. El porcentaje de índice de aplanamiento del agregado reciclado tiene correlación con el porcentaje determinado en la Tabla XLII obtenido en [10]. Lo que indica que el agregado reciclado tiene forma redondeada y rugosa, lo que se debe a que la caracterización de este material se realizó por la máquina de los ángeles.



*Fig. 61. Índice de alargamiento y aplanamiento. Fuente Propia*

Los resultados del ensayo de abrasión de los agregados se aprecian en el la Fig.62, los valores indican que el desgaste del agregado reciclado es menor que la del agregado natural en 0.46%, lo cual quiere decir que el agregado reciclado presenta mejores propiedades al desgaste, lo cual es crucial para la durabilidad del agregado.

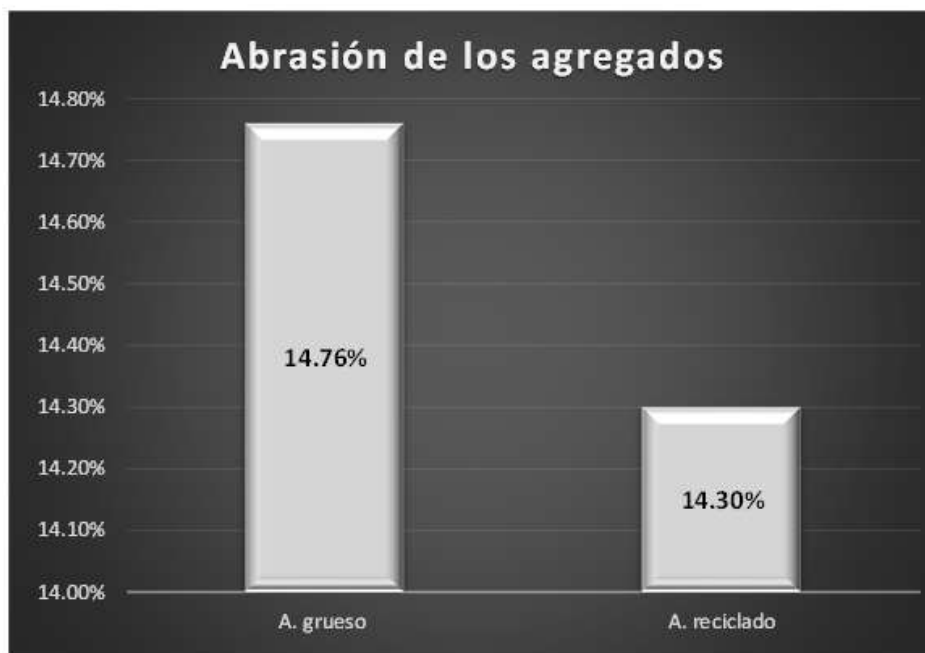


Fig. 62. Abrasión de los agregados. Fuente Propia

### Discusión del diseño de mezcla

El diseño de mezcla se elaboró mediante el método ACI, ya que permite determinar la dosificación de cemento, agregado y agua para la elaboración del concreto, considerando los valores adquiridos de los ensayos de agregados. Estos diseños se elaboraron para alcanzar una resistencia de 290 kg/cm<sup>2</sup>, según lo indicado por la NTP 399.611. En la Tabla LXXXI se muestran las dosificaciones de los diseños de mezcla realizados.

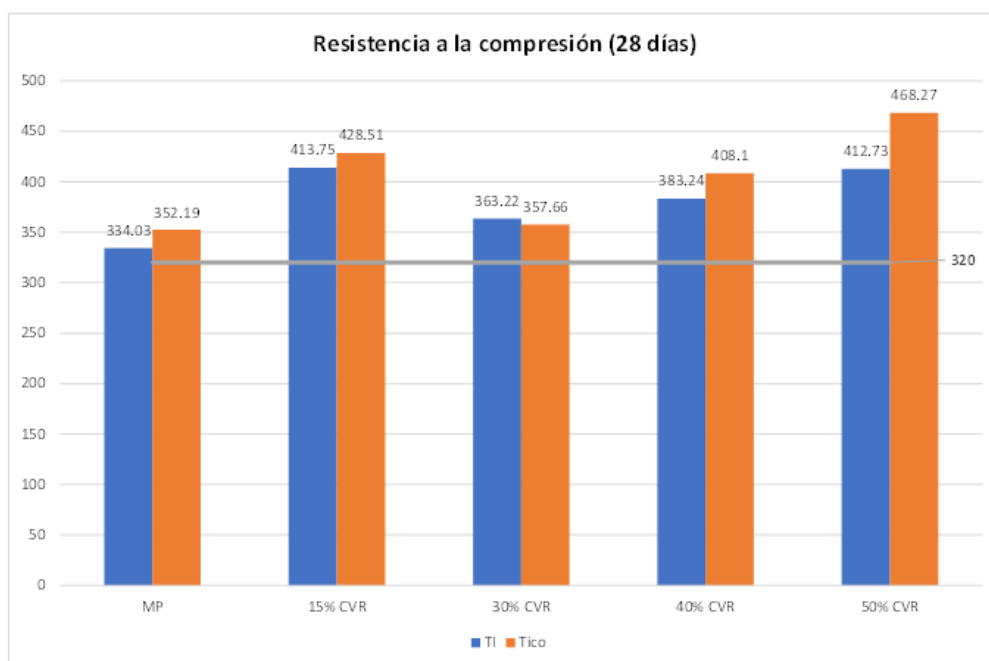
TABLA LXXXVII

Dosificaciones de los diseños de mezclas. Fuente Propia

	Cemento	A. Fino	A. Grueso	A.G.R	Agua	
<b>TI MP</b>	1.00	2.05	1.60	0.00	20.32	lt/bol
<b>TI 15%</b>	1.00	2.02	1.36	0.25	20.44	lt/bol
<b>TI 30%</b>	1.00	2.00	1.12	0.49	20.56	lt/bol
<b>TI 40%</b>	1.00	1.98	0.96	0.66	20.63	lt/bol
<b>TI 50%</b>	1.00	1.96	0.80	0.82	20.71	lt/bol
<b>Tico MP</b>	1.00	2.01	1.60	0.00	20.31	lt/bol
<b>Tico 15%</b>	1.00	1.98	1.36	0.25	20.42	lt/bol
<b>Tico 30%</b>	1.00	1.95	1.12	0.49	20.54	lt/bol
<b>Tico 40%</b>	1.00	1.94	0.96	0.66	20.62	lt/bol
<b>Tico 50%</b>	1.00	1.92	0.80	0.82	20.70	lt/bol

### *Discusión de los ensayos de los adoquines de concreto*

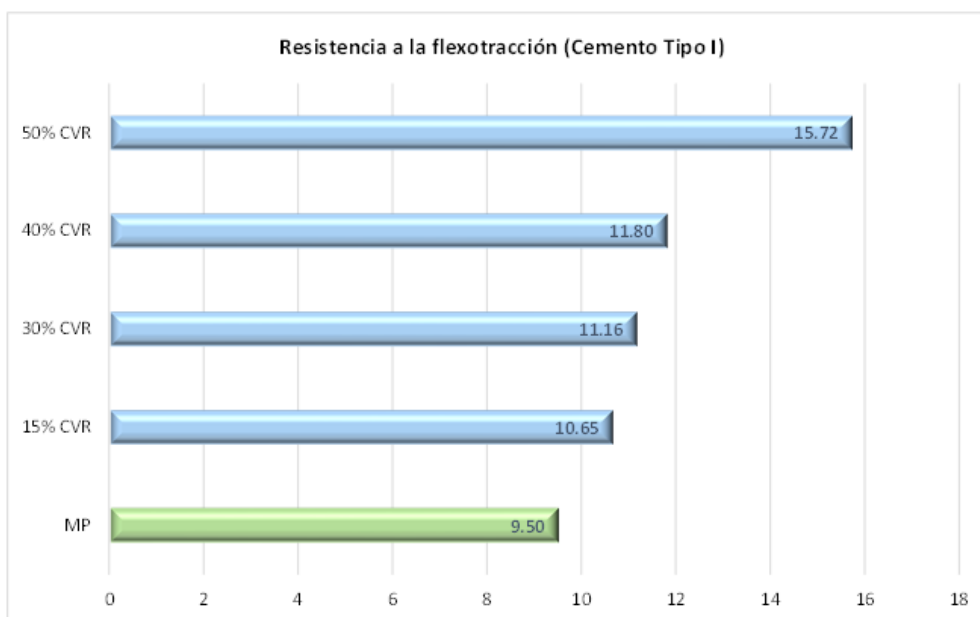
En el ensayo de resistencia a la compresión, los resultados a los 28 días indican que los adoquines que tienen un mejor comportamiento a la compresión son los elaborados con cemento Tipo Ico con un 50% de reemplazo agregado reciclado con 468.27 kg/cm<sup>2</sup>, presentando un incremento del 32.96% a comparación de la resistencia obtenida por la muestra patrón. Además, para los adoquines elaborados con cemento Tipo I la mayor resistencia a la compresión fue alcanzada en los adoquines con reemplazo de 15 y 50% de cerámica sanitaria con 413.75 kg/cm<sup>2</sup> y 412,73 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, presentando un aumento del 23.86% y 23.56% respectivamente con la resistencia obtenida por la muestra patrón. Es más, en la Fig.63, se mostrará detalladamente la resistencia alcanzada por los adoquines elaborados.



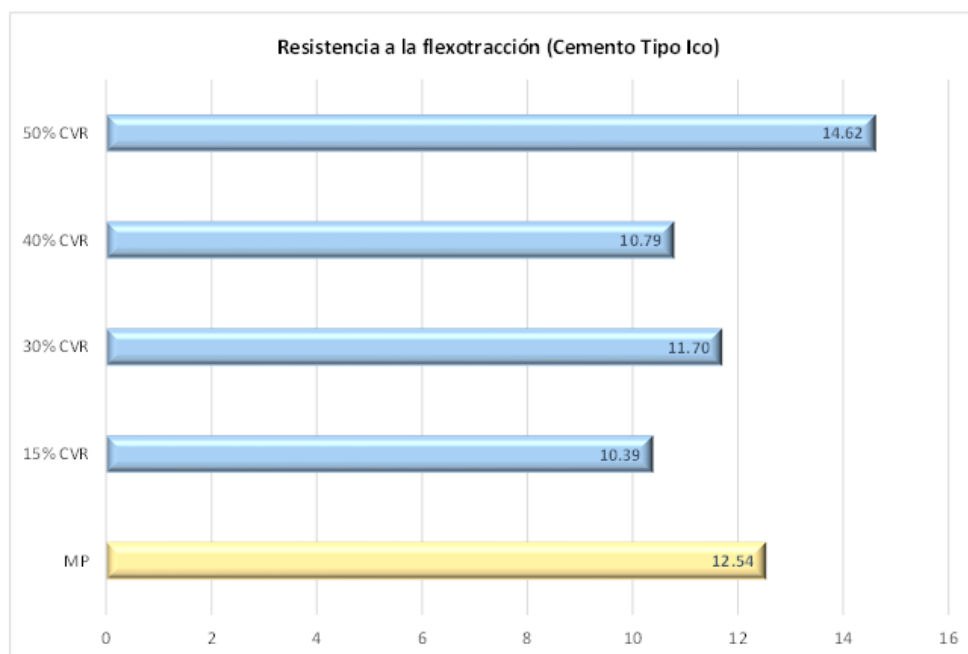
*Fig. 63. Resistencia a los 28 días. Fuente Propia*

Según los antecedentes, estos resultados tienen correlación con lo mencionado en [10] puesto que, se evaluaron reemplazos de agregados en 15, 20 y 25% y el autor llega a la conclusión que conforme aumenta el porcentaje de reemplazo de cerámica sanitaria mayor resistencia tendrá el concreto. Asimismo, coinciden con la investigación [11] ya que se determina que cuando hay un reemplazo del 50% de agregado reciclado es cuando mejor resistencia presentan las muestras ensayadas. Entonces, la resistencia a la compresión obtenida en los ensayos supera con creces la resistencia estipulada por la NTP 399.611, esto quiere decir que el adoquín presentará mejores características en cuanto a la durabilidad, resistencia a deformaciones bajo cargas pesadas, son menos propensos a fracturarse y genera una alta calidad a los adoquines.

Los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la flexotracción a los 28 días indican que los adoquines elaborados con cemento Tipo I el mayor módulo de rotura se da en los adoquines con un reemplazo de 50% de agregado grueso reciclado con 15.72 MPa aumentando en un 65.47% con respecto a la muestra patrón. De igual manera, los adoquines elaborados con cemento Tipo Ico cuando hay un reemplazo de 50% de agregado reciclado tiene el mayor módulo de rotura con 14.62 MPa. De igual manera, en las Fig. 64 y Fig.65 se muestra la resistencia a la flexotracción alcanzada por cada una de las muestras elaboradas.



*Fig. 64. Resistencia a la flexotracción (CTI). Fuente Propia*



*Fig. 65. Resistencia a la flexotracción (CTIco). Fuente Propia*

Además, según lo indicado en el artículo [14], en las muestras de concreto donde se emplea agregado reciclado de cerámica reciclada presenta una alta resistencia a la flexión, coincidiendo con los resultados obtenidos de los adoquines elaborados con cerámica sanitaria. La contribución del agregado reciclado en los adoquines cuando hay un reemplazo del 50% es significativo ya que supera con holgura la resistencia de la flexotracción mínima de 4.9 MPa exigida en la normativa ITINTEC 339.124, generando en los adoquines un mejor desempeño en cuando la durabilidad y el fisuramiento o agrietamiento de la muestra en una edad temprana.

En la Fig.66, se muestran los resultados de resistencia a la abrasión de las muestras elaboradas. Para las muestras elaboradas con Cemento Tipo I, el porcentaje más alto de abrasión es el de la muestra patrón con 0.52%, mientras que los porcentajes más bajos y por los tanto los adoquines que tienen un mejor comportamiento son los adoquines elaborados con el 40% y 50% de agregado grueso reciclado con 0.15% y 0.17% respectivamente. Asimismo, para los adoquines fabricados con Cemento Tipo Ico, el porcentaje de la muestra patrón baja considerablemente a 0.30%, sin embargo, el mejor desempeño al desgaste son los de 40 y 50% con porcentajes de 0.26% y 0.24% respectivamente.

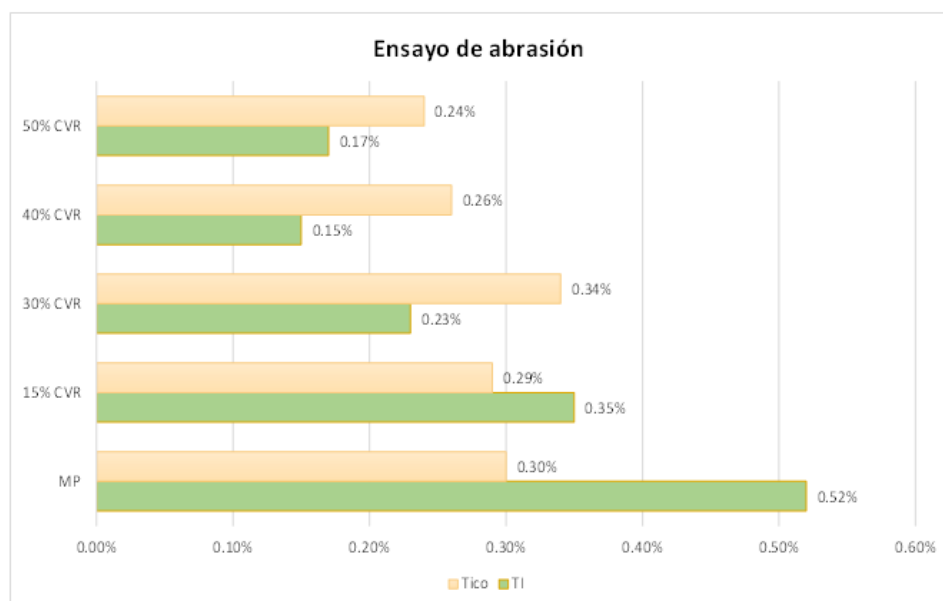


Fig. 66. Ensayo de abrasión. Fuente Propia

Comparándolo con la investigación [13] se menciona que el concreto elaborado con cerámica sanitaria con un tamaño de agregado reciclado del 4-8mm presenta óptimas condiciones de resistencia a la abrasión, lo cual tiene correlación con la investigación realizada, porque al caracterizar la cerámica sanitaria de este tamaño y emplearlo como agregado grueso reciclado para la fabricación de concreto peatonales, las resistencia a la abrasión es mejor que

el de la muestra patrón. Los beneficios que obtiene el adoquín a consecuencia de un bajo porcentaje de abrasión es principalmente la durabilidad, ya que es capaz de resistir al desgaste, prolonga la vida útil del adoquín y se mantienen su aparecía original durante un tiempo prolongado manteniendo su estética.

Para el ensayo de absorción, se determina que las muestras fabricadas con Cemento Tipo I, el porcentaje de muestras más bajo son las que cuentan con 50% de agregado reciclado con 5.29%, mientras que para las muestras realizadas con Cemento Tipo Ico su porcentaje más bajo de absorción es la tiene 40 % de agregado reciclado con 3.97%. Estos resultados tiene correlación indicado en la investigaciones [14] y [19], ya que sus resultados presentan un porcentaje de absorción más bajo en el concreto fabricado con cerámica sanitaria que en la muestra patrón. Según lo establecido por la NTP 399.611, la absorción individual de cada muestra de adoquines ensayados no excede el 7.5%. y en promedio de las 3 unidades el porcentaje tampoco sobrepasan el 6% de absorción. En consecuencia, esto produce beneficios a los adoquines de concreto en durabilidad, resistencia a la corrosión, previene la erosión y tiene mayor resistencia a las heladas.



Fig. 67. Comparación de la absorción de los adoquines realizados con Ti vs Tico. Fuente Propia

Los resultados de las muestras sometidas a solución de sulfato indican que el concreto expandido. En la semana N°15 la muestra patrón elaborada con cemento Tipo I y Tipo Ico se obtuvo el mayor porcentaje de expansión unitaria con 0.111%, mientras que para las muestras elaboradas con agregado reciclado la expansión para semana N°15 oscila entre 0.060% a

0.090%. Entonces, las muestras elaboradas con cerámica sanitaria al contener porcentajes más bajos de expansión, genera una mayor durabilidad en el concreto, esto se genera por la poca porosidad que tiene la cerámica sanitaria la cual deja penetrar a agentes externos.

### ***Discusión del tipo de cemento y porcentaje de agregado reciclado óptimo***

De acuerdo a los resultados obtenidos de los adoquines de concreto, se determinó que el porcentaje óptimo de reemplazo de agregado reciclado es del 50% ya que, en los ensayos realizados de resistencia a la compresión, flexotracción, abrasión y absorción es el adoquín que mejor comportamiento y propiedades se han obtenido. Lo cual tiene correlación con lo mencionado en [10] puesto que, se evaluaron reemplazos de agregados y el autor llega a la conclusión que conforme aumente el porcentaje de reemplazo de cerámica sanitaria mayor resistencia tendrá el concreto. Asimismo, coinciden con la investigación [11] ya que se determina que cuando hay un reemplazo del 50% de agregado reciclado es cuando mejor resistencia presentan las muestras ensayadas. Además, el cemento que mejores características presentan para la fabricación de adoquines es el Tipo Ico, puesto que utilizando este cemento se llegó a la máxima resistencia a la compresión y absorción del adoquín, lo cual tiene sentido por las características que posee este tipo de cemento ya que cuenta con un menos contenido de Clinker, por lo tanto, una mayor proporción de adiciones que la hace más resistente a los sulfatos, si tiempo de fraguado es más prolongado, ofrece una alta resistencia, durabilidad y finalmente la bolsa de cemento es más económica que la del cemento tipo I.

### ***Discusión del análisis de costos unitarios***

De acuerdo con la comparación económica realizada se establece que para fabricar un adoquín con cemento Tipo I y Tipo Ico, es más rentable utilizar la muestra patrón, puesto que los costos disminuyen en S/0.13 con respecto a el adoquín elaborado con 50% de agregado de grueso reciclado. Del mismo modo al realizar la comparación con un millar de adoquines la disminución de los costos para ambos casos es de S/125.56. Además, es más rentable elaborar un millar de adoquines con cemento Tipo Ico en S/54.43 con respecto al cemento TI. Sin embargo, en el artículo [15] se menciona que al emplear agregado reciclado obtenido de la cerámica sanitaria se genera beneficios económicos ya que el tiempo de vida útil del concreto elaborado con cerámica sanitaria es mayor al de la muestra patrón. Por ende, si bien es cierto elaborar adoquines de muestra patrón es más económico, las características presentadas por los adoquines con 50% de reemplazo generará beneficios a largo plazo ya que presentan mejores

propiedades en la resistencia a la compresión y en resistencia a la abrasión, por lo tanto, tendrán un mayor tiempo de vida útil y el costo del manteniendo será reducido.

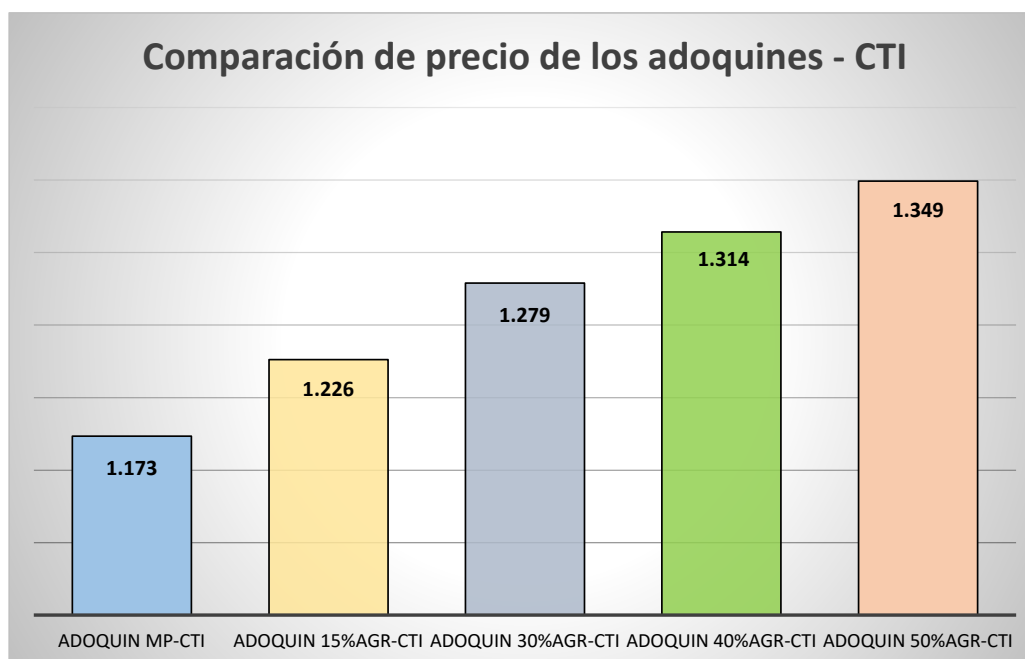


Fig. 68. Comparación de precio por unidad de adoquines CTI. Fuente Propia

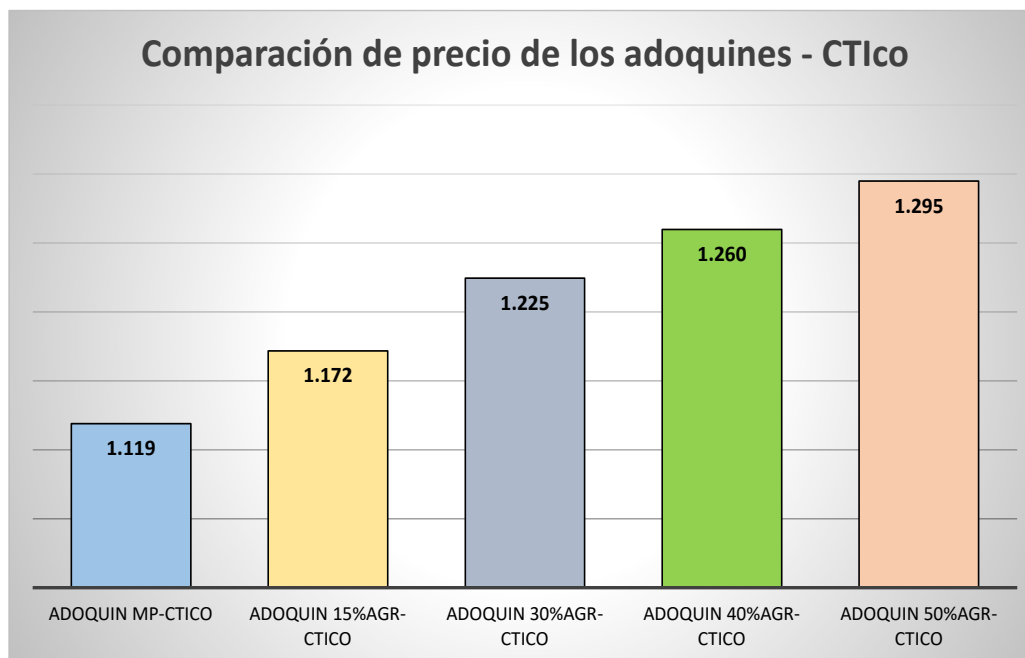


Fig. 69 Comparación de precio por unidad de adoquines CTI. Fuente Propia

## Conclusiones

- En la presente investigación se determinó que utilizar agregado reciclado de cerámica sanitaria para mejorar las propiedades físicas-mecánicas del adoquín de concreto peatonal. Lo cual contribuye en el desarrollo sostenibilidad por reutilizar un material existente, como también genera beneficios en los adoquines ya que proporciona una mayor resistencia a la compresión y al desgaste, lo que puede traducirse en mayor vida útil del adoquín y una reducción de costos por mantenimiento a largo plazo.
- Se determinó mediante los ensayos químicos de contenido de sales solubles, cloruros y de sulfatos que la cerámica sanitaria se puede emplear de manera idónea como agregado reciclado puesto que no existe presencia de material inorgánico que influya negativamente en la preparación de concreto.
- En el ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días se llega a la conclusión que los adoquines fabricados con los porcentajes de reemplazo de agregado grueso reciclado cumplen con la resistencia de  $290\text{kg/cm}^2$  y tienen mayor resistencia a la compresión que la muestra patrón. Por ende, el aumento considerable en la resistencia genera que los adoquines elaborados con agregado grueso reciclado tengan mayor resistencia bajo cargas pesadas, mayor durabilidad y calidad de los adoquines.
- Se determinó que los adoquines de concreto elaborados con agregado grueso reciclado obtenida de la cerámica sanitaria al ser ensayados por flexotracción cumplen con creces los parámetros establecidos en la ITINTEC 339.124, generando consecuencias positivas en elemento prefabricado como la durabilidad y no fisuras a una edad temprana.
- Se concluye que los adoquines elaborados con agregado reciclado presentan una mejor resistencia a la abrasión que los adoquines patrón, siendo los adoquines elaborados con 50% de agregado reciclado en ambos tipos de cemento que el porcentaje de desgaste son los más bajos. Asimismo, que el porcentaje de desgaste sea bajo indica una mayor durabilidad, mantenimiento de forma y vida útil de los adoquines.
- Se identificó que la absorción en los adoquines elaborados no excede con el parámetro delimitado en NTP 399.611. Asimismo, la absorción en los adoquines

elaborados con agregado reciclado tienen un menor porcentaje de absorción con respecto a la muestra patrón, esto se debe a las propias características de la cerámica sanitaria como su baja porosidad y baja absorción de agua.

- De acuerdo a los resultados obtenidos de los adoquines de concreto con reemplazo parcial de agregado grueso reciclado obtenido de la cerámica sanitaria, se determinó que el porcentaje óptimo de reemplazo de agregado reciclado es del 50% ya que, en los ensayos realizados de resistencia a la compresión, flexotracción, abrasión y absorción es el adoquín que mejor comportamiento y propiedades se han obtenido. Además, el cemento que mejores características presentan para la fabricación de adoquines es el Tipo Ico, puesto que utilizando este cemento se llegó a la máxima resistencia a la compresión y absorción del adoquín, como también su costo de elaboración son más reducidos.
- En el análisis de costos unitarios se llegó a la conclusión que es más económico realizar adoquines con la muestra patrón. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la resistencia a la abrasión de los adoquines elaborados con 50% de agregado reciclado presentan mejores propiedades al desgaste, lo cual también genera beneficios económicos porque el adoquín tendrá un mayor tiempo de vida útil, será más resistente y además el tiempo de mantenimiento será más prolongado.

## Recomendaciones

- Se recomienda realizar reemplazos de agregado con porcentajes mayores al 50%, para determinar si después de ese porcentaje las propiedades físicas-mecánicas siguen siendo óptimas o ya no cumplen con los parámetros establecidos para el uso de adoquines de concreto tipo I.
- Se recomienda que las autoridades encargadas del ámbito de la construcción implementen normativas claras y estándares de calidad específicos como la calidad del material reciclado, evaluación de las propiedades físicas-químicas para emplear agregado reciclado en la fabricación del concreto.
- Se recomienda normalizar el uso de material reciclado como agregado para la fabricación de concreto con la finalidad de generar un desarrollo sostenible, generando un mejoramiento en la calidad ambiental y una reducción de costos.
- Se recomienda evaluar las propiedades mecánicas-físicas de adoquines de concreto elaborados con cerámica sanitaria, pero como reemplazo de agregado fino.

## Referencias

- [1] 04/10/2021, «El Futuro de la Construcción | Marsh». Accedido: 21 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://www.marsh.com/content/marsh2/americas/mx/es\\_mx/industries/construction/insights/the-future-of-construction.html](https://www.marsh.com/content/marsh2/americas/mx/es_mx/industries/construction/insights/the-future-of-construction.html)
- [2] «Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes». Accedido: 21 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
- [3] I. Ambiental, «La crisis de los botaderos en el Perú | Innova Ambiental». Accedido: 21 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://innova.com.pe/la-crisis-de-los-botaderos-en-el-peru/>
- [4] «Informe de mercado de agregados | Tamaño, participación, crecimiento y tendencias (2023-28)». Accedido: 21 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/aggregates-market>
- [5] «El mercado global de agregados está en aumento». Accedido: 21 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.amcsgroup.com/es/blogs/el-mercado-global-de-agregados-esta-en-aumento/>
- [6] «INEI - REDATAM CENSOS 2017». Accedido: 21 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>
- [7] D. Ioannidou, G. Meylan, G. Sonnemann, y G. Habert, «Is gravel becoming scarce? Evaluating the local criticality of construction aggregates», *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 126, pp. 25-33, nov. 2017, doi: 10.1016/j.resconrec.2017.07.016.
- [8] A. G. Leandro-Hernández, «Administración y Manejo de los Desechos en Proyectos de Construcción. Etapa 2 Alternativas de Manejo», 2007, Accedido: 22 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/492>
- [9] J. Flores Condori, «Gestión y tratamiento de residuos de construcción y demolición en la municipalidad provincial de Cusco», Master thesis, Universitat Politècnica de Catalunya, 2020. Accedido: 22 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/335990>
- [10] C. Medina Martínez, A. Juan, M. Frías, M. I. Sánchez de Rojas, J. M. Morán, y M. I. Guerra, «Caracterización de los hormigones realizados con áridos reciclados procedentes de la industria de cerámica sanitaria», *Characterization of Concrete made with Recycled Aggregate from Ceramic Sanitary Ware*, sep. 2011, doi: 10.3989/mc.2011.59710.
- [11] P. A. Bermeo Morales, E. A. González Tiempos, H. J. Noroña Loza, y J. P. Salazar Intriago, «Diseño y determinación de la resistencia de un adoquín peatonal con material de reciclaje de piezas de cerámica vitrificada de lavabos e inodoros», bachelorThesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería Civil, 2022. Accedido: 23 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/32470>
- [12] D. Allaoui *et al.*, «Eco-friendly geopolymer concrete based on metakaolin and ceramics sanitaryware wastes», *Ceramics International*, vol. 48, n.º 23, Part A, pp. 34793-34802, dic. 2022, doi: 10.1016/j.ceramint.2022.08.068.
- [13] A. Halicka, P. Ogrodnik, y B. Zegardlo, «Using ceramic sanitary ware waste as concrete aggregate», *Construction and Building Materials*, vol. 48, pp. 295-305, nov. 2013, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2013.06.063.


- [14] P. Ogrodnik y J. Szulej, «The Assessment of Possibility of Using Sanitary Ceramic Waste as Concrete Aggregate—Determination of the Basic Material Characteristics», *Applied Sciences*, vol. 8, n.º 7, Art. n.º 7, jul. 2018, doi: 10.3390/app8071205.
- [15] P. Ogrodnik, J. Szulej, y W. Franus, «The Wastes of Sanitary Ceramics as Recycling Aggregate to Special Concretes», *Materials*, vol. 11, n.º 8, Art. n.º 8, ago. 2018, doi: 10.3390/ma11081275.
- [16] P. Ogrodnik, B. Zegardło, y M. Szelağ, «The Use of Heat-Resistant Concrete Made with Ceramic Sanitary Ware Waste for a Thermal Energy Storage», *Applied Sciences*, vol. 7, n.º 12, Art. n.º 12, dic. 2017, doi: 10.3390/app7121303.
- [17] A. Denisiewicz, M. Śliwa, K. Kula, y T. Socha, «Experimental Investigation of Concrete with Recycled Aggregates for Suitability in Concrete Structures», *Applied Sciences*, vol. 9, n.º 23, Art. n.º 23, ene. 2019, doi: 10.3390/app9235010.
- [18] W. Andrzejuk, A. Szewczak, S. Fic, y G. Łagód, «Wettability of Asphalt Concrete with Natural and Recycled Aggregates from Sanitary Ceramics», *Materials*, vol. 13, n.º 17, Art. n.º 17, ene. 2020, doi: 10.3390/ma13173799.
- [19] C. Farinha, J. de Brito, y R. Veiga, «Incorporation of fine sanitary ware aggregates in coating mortars», *Construction and Building Materials*, vol. 83, pp. 194-206, may 2015, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2015.03.028.
- [20] B. Klimek, J. Szulej, y P. Ogrodnik, «The effect of replacing sand with aggregate from sanitary ceramic waste on the durability of stucco mortars», *Clean Techn Environ Policy*, vol. 22, n.º 9, pp. 1929-1941, nov. 2020, doi: 10.1007/s10098-020-01932-w.
- [21] C. Tapia Medina, «Evaluación del concreto adicionando residuos de cerámica y porcelanato.», sep. 2021, Accedido: 23 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/176>
- [22] K. N. Esteban Montalvo, «Reaprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, como agregado reciclado para la elaboración de adoquines, 2018», *Universidad César Vallejo*, 2018, Accedido: 23 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28021>
- [23] E. del C. V. Malagón, *Materiales cerámicos: propiedades, aplicaciones y elaboración*. UNAM, 2005.
- [24] «Norma E.060 Concreto armado.pdf», Google Docs. Accedido: 12 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://drive.google.com/file/d/19EYUVMgwvm6rDs47GV374avco2ylU5Kz/view?usp=sharing&usp=embed\\_facebook](https://drive.google.com/file/d/19EYUVMgwvm6rDs47GV374avco2ylU5Kz/view?usp=sharing&usp=embed_facebook)
- [25] «NTP 399.611 - Adoquines de Concreto - © INACAL 2015© INACAL 2015 NORMA MA TÉCNICA ICA NTP - Studocu». Accedido: 5 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-ricardo-palma/tecnologia-de-concreto/ntp-399611-adoquines-de-concreto/35876783>
- [26] X. A. S. Castillo, «DISEÑO DE PAVIMENTOS ARTICULADOS PARA TRÁFICOS MEDIO Y ALTO», 2003.
- [27] «Ntp 334.009 cementos portland requisitos». Accedido: 5 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.slideshare.net/zonescx/ntp-334009-cementos-portland-requisitos>
- [28] «Norma Tecnica Peruana Cementos 334.090». Accedido: 12 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.slideshare.net/williamhuachacatorres/norma-tecnica-peruana-cementos-334090>
- [29] «NTP 339.088 aguas», pdfcoffee.com. Accedido: 5 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/ntp-339088-aguas-5-pdf-free.html>

- [30] «Ntp 400 037 2014-especificaciones-agregados». Accedido: 5 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.slideshare.net/hersacs/ntp-400-037-2014especificacionesagregados>
- [31] «Análisis granulométrico ntp 400.012». Accedido: 17 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.slideshare.net/ricardocivil79/anlisis-granulomtrico-ntp-400012>
- [32] «(NTP 339.185.2013) AGREGADOS. Metodo Contenido de Humedad Total Evaporable de Agregados Por Secado - Free Download PDF». Accedido: 17 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://kupdf.net/download/ntp-3391852013-agregados-metodo-contenido-de-humedad-total-evaporable-de-agregados-por-secado\\_59c03b5808bbc55813686f84\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-3391852013-agregados-metodo-contenido-de-humedad-total-evaporable-de-agregados-por-secado_59c03b5808bbc55813686f84_pdf)
- [33] «Norma Técnica NTP 400.017 | PDF | Densidad | Masa», Scribd. Accedido: 18 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/377662745/NORMA-TECNICA-NTP-400-017-docx>
- [34] «NTP 400.021 Densidad y Absorción Agregado Grueso-convertido», pdfcoffee.com. Accedido: 18 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/ntp-400021-densidad-y-absorcion-agregado-grueso-convertido-pdf-free.html>
- [35] «(NTP 400.022.2013) AGREGADOS. Metodo Peso Especifico y Absorcion Del Agregado Fino - Free Download PDF». Accedido: 18 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino\\_59c03df208bbc5f314686f9e\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino_59c03df208bbc5f314686f9e_pdf)
- [36] «Manual ensayo de materiales». Accedido: 18 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.slideshare.net/RibBrian/manual-ensayo-de-materiales>
- [37] «Norma Técnica NTP 400.019 Abrasion | PDF», Scribd. Accedido: 19 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/429894953/Norma-Tecnica-Ntp-400-019-Abrasion>
- [38] «ACI 211.1-91 (NORMA)», pdfcoffee.com. Accedido: 22 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/aci-2111-91-norma-4-pdf-free.html>
- [39] M. I. Cabezas Fierro, «Elaboración de un manual de procesos constructivos del adoquinado», bachelorThesis, QUITO/EPN/2014, 2014. Accedido: 28 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7225>
- [40] «NTP 339.152 Sales Solubles | PDF», Scribd. Accedido: 20 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/658070593/NTP-339-152-Sales-Solubles>
- [41] «Ntp.339.177 determinacion de cloruro en suelos», SlideShare. Accedido: 20 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/slideshow/ntp339177-determinacion-de-cloruro-en-suelos/188954944>
- [42] «NTP 339.178 - Determinación de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea | PDF», Scribd. Accedido: 20 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/529029743/NTP-339-178-Determinacion-de-Sulfatos-Solubles-en-Suelos-y-Agua-Subterranea>
- [43] «NTP 339.183-2013 PDF | PDF | Cemento | Agua», Scribd. Accedido: 20 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/372901325/NTP-339-183-2013-pdf>
- [44] «NTP 339.034 Metodo de Ensayo Normalizado para La Determinacion de La Resistencia A La Compresion Del Concreto en Muestras Cilindricas | PDF | Calibración | Esfera», Scribd. Accedido: 20 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/417389764/Ntp-339-034-Metodo-de-Ensayo-Normalizado-Para-La-Determinacion-de-La-Resistencia-a-La-Compresion-Del-Concreto-en-Muestras-Cilindricas>


- [45] «NTP 339.124 1988 Adoquines | PDF», Scribd. Accedido: 20 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/446646454/NTP-339-124-1988-Adoquines>
- [46] «Norma Técnica Peruana Ntp 399.604 2002», pdfcoffee.com. Accedido: 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/norma-tecnica-peruana-ntp-399604-2002-4-pdf-free.html>

Anexos

Anexo 1. Evaluación granulométrica, AF



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**Tesista** : Challoque Olivera Bryan Ricardo  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto perianal - Chiclayo 2024  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.


Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino  
 Referencia : Norma ASTM C-136 o NTP- 600.012

**Cantera** : Tres Tomas-Ferreñafe.  
**P. Inicial S.** : 830.0


Malla	Peso Ret.	[%] Ret.	[%] Acum. Ret.	[%] Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
					Pulg.	(mm.)
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100
Nº 04	4.750	8	1.0	1.0	99.0	95
Nº 08	2.360	39.01	4.7	5.7	94.3	80
Nº 16	1.180	212.14	25.6	31.2	68.8	50
Nº 30	0.600	292.04	35.2	66.4	33.6	25
Nº 50	0.300	201.14	24.2	90.6	9.4	5
Nº 100	0.150	62.2	7.5	98.1	1.9	0
Fondo		15.43	1.9	100.0	0.0	


Módulo de Fineza : 2.930  
 Abertura de malla de referencia : 9.500


**CURVA GRANULOMETRICA**



The graph plots the cumulative percentage of material passing through various sieve sizes. The x-axis represents sieve size in millimeters (mm) on a logarithmic scale, and the y-axis represents the cumulative percentage of material that passes. Two curves are shown: a solid black line representing the experimental data and a dashed red line representing the reference standard. The experimental curve shows a higher percentage of material passing through the finer sieves compared to the reference standard.

  
 Henry Riosdeneyra Obillas  
 Tel. Laboratorio USAT





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 TALLER DE LABORATORIOS

Anexo 2. Evaluación granulométrica, AG



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



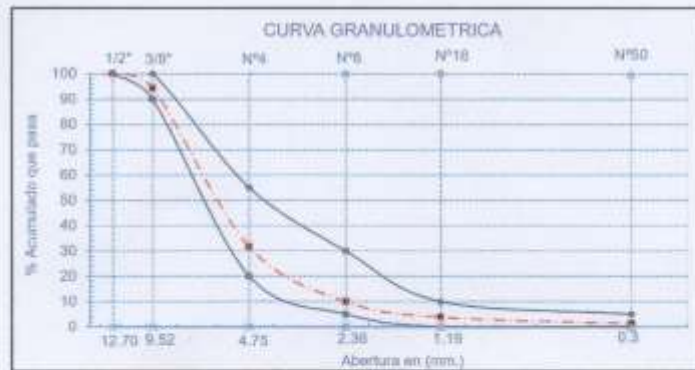
**Tesiasta** : Challoque Olivera Bryan Ricardo  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**Ensayo** : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-136 e N.T.P. 400.032

**Cantera** : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

**P. Inicial S.** 1620

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/8"	9.52	91.48	5.65	5.65	94.35	-	-
Nº 04	4.75	1015.87	62.71	68.35	31.65	-	-
Nº 08	2.36	350.65	21.65	90.00	10.00	100.00	100.00
Nº 16	1.19	100.57	6.21	96.21	3.79	90.00	100.00
Nº 30	0.30	41.48	2.56	98.77	1.23	10.00	30.00
Fondo		19.95	1.23	100.00	0.00	0.00	10.00
Tamaño Máximo				1/2"			
Tamaño Máximo Nominal				3/8"			



*[Signature]*  
 Henry Roldán Obispo  
 Ing. Laboratorio USAT



Anexo 3. Evaluación granulométrica, AGR



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



**Tesista** : Chafloque Olvera Bryan Ricardo  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tests** : Ilo del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**Ensayo** : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-136 4 R.T.F. 400.012

**Cantera** : Material Reciclado

P. Inicial S. 1072

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/8"	9.52	15.30	1.43	1.43	98.57	-	-
Nº 04	4.75	485.00	45.24	46.67	53.33	-	-
Nº 08	2.36	329.40	30.73	77.40	22.60	100.00	100.00
Nº 16	1.19	122.10	11.39	88.79	11.21	90.00	100.00
Nº 50	0.30	116.20	10.84	99.63	0.37	10.00	30.00
Fondo		4.00	0.37	100.00	0.00	0.00	10.00
Tamaño Máximo			1/2"				
Tamaño Máximo Nominal			3/8"				



*[Handwritten Signature]*  
 Henry  
 Matadenebra  
 Obilias  
 Ing. Laboratorio  
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
**USAT**  
 UNIVERSIDAD CATÓLICA  
 SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 4. Evaluación granulométrica, AGC (15% AGR y 85% AG)



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



**Tesisista** : Chafloque Olivera Bryan Ricardo  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**Ensayo** : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C 136 ó N.T.P. 699.012

**Cantera** Agregado combinado (15% de agregado reciclado y 85 % agregado natural)

**P. Inicial S.** 1000.0

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/8"	9.52	3.20	0.32	0.32	99.68	-	-
Nº 04	4.75	510.71	51.07	51.39	48.61	-	-
Nº 08	2.36	406.50	40.65	92.04	7.96	100.00	100.00
Nº 16	1.19	64.27	6.43	98.47	1.53	90.00	100.00
Nº 50	0.30	14.30	1.43	99.90	0.10	10.00	30.00
Fondo		1.03	0.10	100.00	0.00	0.00	10.00
Tamaño Máximo			1/2"				
Tamaño Máximo Nominal			3/8"				

**CURVA GRANULOMETRICA**





Head  
Rodríguez  
Olivera  
Tel. Laboratorio  
USAT





USAT  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
CHICLAYO  
CENCO DE LABORATORIO

Anexo 5. Evaluación granulométrica, AGC (30% AGR y 70% AG)



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

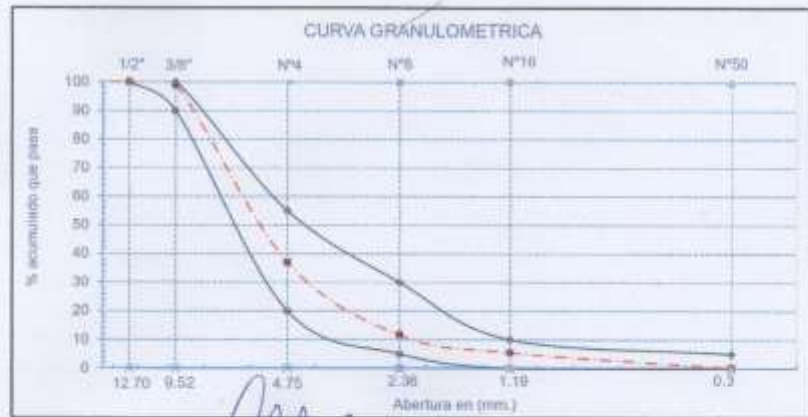


**Tesista** : Chafinque Olivera Bryan Ricardo  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Uso del agregado reciclado de cerámica santawá para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**Ensayo** : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-136 A N.T.P. 405.012

**Cantera** : Agregado combinado (30 % de agregado reciclado y 70 % agregado natural)


Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	P. Inicial 5, 1000.0		Especificaciones	
Pulg.	(mm.)			(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa		
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/8"	9.52	9.90	0.99	0.99	99.01	-	-
Nº 04	4.75	620.50	62.05	63.04	36.96	-	-
Nº 08	2.36	253.24	25.32	88.36	11.64	100.00	100.00
Nº 16	1.19	62.25	6.23	94.59	5.41	90.00	100.00
Nº 50	0.30	53.24	5.32	99.91	0.09	10.00	30.00
Fondo		0.87	0.1	100.00	0.00	0.00	10.00
Tamaño Máximo			1/2"				
Tamaño Máximo Nominal			3/8"				



*[Handwritten Signature]*  
 Bryan Ricardo Chafinque Olivera  
 T.C. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
 USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 6. Evaluación granulométrica, AGC (40% AGR y 60% AG)



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesista** : Chafloque Olivera Bryan Ricardo  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.


**Ensayo** : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-136 o N.T.F. 400.012


**Cantera** : Agregado combinado (40 % de agregado reciclado y 60 % agregado natural)

P. Inicial S. 1000.0


Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/8"	9.52	26.73	2.67	2.67	97.33	-	-
Nº 04	4.75	660.30	66.03	68.70	31.30	-	-
Nº 08	2.36	225.55	22.56	91.26	8.74	100.00	100.00
Nº 16	1.19	53.89	5.39	96.65	3.35	90.00	100.00
Nº 50	0.30	31.14	3.11	99.76	0.24	10.00	30.00
Fondo		2.39	0.24	100.00	0.00	0.00	10.00
Tamaño Máximo				1/2"			
Tamaño Máximo Nominal				3/8"			

**CURVA GRANULOMETRICA**






Henry Ruzidencyna Obllitas  
 Tec. Laboratorio USAT




USAT  
 Universidad Católica  
 Santo Toribio de Mogrovejo




USAT  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayo de Materiales

TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 7. Evaluación granulométrica, AGC (50% AGR y 50% AG)



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



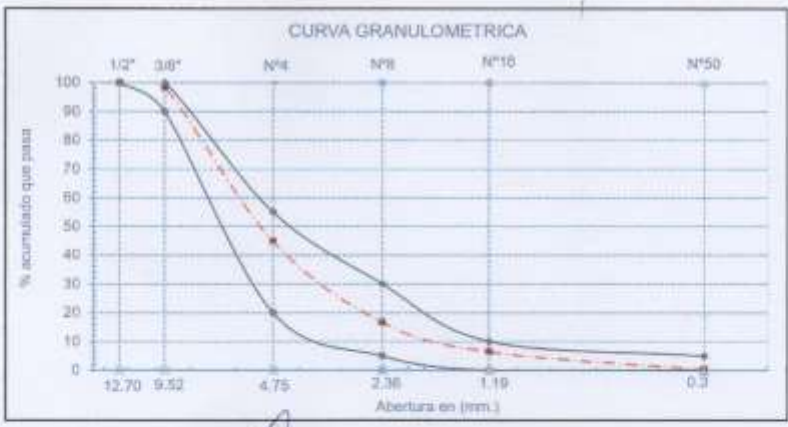
**Tesista** : Chafloque Olvera Bryan Ricardo  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.


**Ensayo** : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-136 4 N.T.F. 400.012.

**Contera** Agregado combinado (50 % de agregado reciclado y 50 % agregado natural)


Malla		P. Inicial S. 1000.0				Especificaciones	
		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa		
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/8"	9.52	17.81	1.78	1.78	98.22	-	-
Nº 04	4.75	534.53	53.45	55.23	44.77	-	-
Nº 08	2.36	281.17	28.12	83.35	16.65	100.00	100.00
Nº 16	1.19	102.42	10.24	93.59	6.41	90.00	100.00
Nº 50	0.30	62.07	6.21	99.80	0.20	10.00	30.00
Fondo		2.00	0.20	100.00	0.00	0.00	10.00
Tamaño Máximo		1/2"					
Tamaño Máximo Nominal		3/8"					


**CURVA GRANULOMETRICA**





Henry Riusdeneyra Obiñas  
 Tec. Laboratorio USAT





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
 USAT  
 TUCUCO DE LABORATORIO

## Anexo 8. Peso unitario del AF



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**Tesista** : Chafloque Olivera Bryan Ricardo  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal – Chiclayo 2024  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**Ensayo** : Peso unitario del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

**Canetra** : Tres Tomas-Ferreñafe.

## 1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>18802</b>	<b>18942</b>	<b>18796</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10110	10110	10110
3.- Peso del material	(gr.)	8692	8832	8686
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1640	1666	1638
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1647.98</b>		

## 2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>19418</b>	<b>19328</b>	<b>19302</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10110	10110	10110
3.- Peso del material	(gr.)	9308	9218	9192
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1756	1739	1734
6.- Peso unitario compactado seco	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1742.79</b>		

  
 Profesor  
 Ricardo Chafloque Olivera  
 Oficina  
 del Laboratorio  
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

## Anexo 9. Peso unitario del AG



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**Tesista** : Chafloque Olivera Bryan Ricardo  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal – Chiclayo 2024

**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**Ensayo** : Peso unitario del agregado grueso

**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

**Cantera** : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

## A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>17378</b>	<b>17362</b>	<b>17396</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10110	10110	10110
3.- Peso del material	(gr.)	7268	7252	7286
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1371	1368	1374
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1371.07</b>		

## B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>18086.0</b>	<b>18106.0</b>	<b>18112.0</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10110	10110	10110
3.- Peso del material	(gr.)	7976.0	7996.0	8002.0
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1504	1508	1509
6.- Peso unitario compactado seco	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1507.39</b>		

Henry  
Ruodenyra  
Obillas  
Tec. Laboratorio  
USAT



## Anexo 10. Peso unitario del AGR



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**Tesista** : Chafloque Olivera Bryan Ricardo  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**Ensayo** : Peso unitario del agregado grueso reciclado

**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

**Cantera** : Material Reciclado

## A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	17642	18020	18030
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10110	10110	10110
3.- Peso del material	(gr.)	7532	7910	7920
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1421	1492	1494
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1468.91		

## B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18290.0	18412.0	18398.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10110	10110	10110
3.- Peso del material	(gr.)	8180.0	8302.0	8288.0
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1543	1566	1563
6.- Peso unitario compactado seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1557.44		

Henry  
 Huandeneiro  
 Olivas  
 Lic. Ingeniero  
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

## Anexo 11. Contenido de humedad del AF, AG, AGR



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



**Tesista** : Chafloque Olivera Bryan Ricardo  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal – Chiclayo 2024  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	550	550
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	543.7	543.7
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.16	1.16
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.16	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1555	1555
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1544.3	1544.3
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.7	0.7
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.69	


**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Material Reciclado

I.- Datos


A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1523	1523
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1521.4	1521.4
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.1	0.1
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.11	

Observaciones:


  
 Henry Rivasdeneyra Obiles  
 Ing. LABORANTE  
 USAT



## Anexo 12. Peso específico del AF, AG, AGR



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



**Tecista** : Chafloque Olivera Bryan Ricardo  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal – Chiclayo 2024  
**Lugar** : Dst. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022  
**Cantera** : Tres Tomas-Ferreñafe.

**I.- Datos.**

1.- Peso de la Arena Sus. Seca + Peso del Frasco +	(g)	1011.8	1011.8
2.- Pn. Peso de la Arena Sus. Seca + Peso del Frasco	(g)	697.77	697.77
3.- Peso del Agua	(g)	313.99	313.99
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frs	(g)	688.557	688.557
5.- Peso del Frasco	(g)	197.77	197.77
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	491	491
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.64
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.688
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.776
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.88

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021  
**Cantera** : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

**I.- Datos.**

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	702	692
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	710	700
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del c	(g)	1270	1260
4.- Peso de la canastilla	(g)	890	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	370	380

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.11
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.14
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.15
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.16


**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado grueso reciclado  
**Referencia** : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021  
**Cantera** : Material Reciclado.

**I.- Datos.**


1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	688	688
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	700	690
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del c	(g)	1270	1270
4.- Peso de la canastilla	(g)	920	920
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	350	350


**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	1.99
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.03
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.07
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.76



Henry Ruedeneyra Obilias  
Téc. Laboratorio USAT





USAT  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

TECNOLOGÍA DE LABORATORIO

## Anexo 13. Ensayo químico de la cerámica sanitaria reciclada

**INFORME DE ENSAYO N° 0632**

EXPEDIENTE N° 546 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

**DATOS DEL CLIENTE****SOLICITANTE** : BRYAN CHAFLOQUE OLIVERA**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO PEATONALES ELABORADOS CON AGREGADOS RECICLADOS DE LA CERÁMICA VITRIFICADA OBTENIDAS DE INODOROS Y LAVADEROS**UBICACIÓN** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.**Referencia:**

NTP 399.162 :2002 - Ensayo normalizado para la determinación del contenido de est de suelo y agua subterránea.

NTP 339.177 :2002 - Ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.

NTP 339.178 :2003 - Ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.

**Tipo de Análisis** : Análisis Químico

	MUESTRA	Cerámica reciclado		
Sales Solubles Totales	ppm	288		
	%	0.03		
Cloruros CF	ppm	71		
	%	0.01		
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	82		
	%	0.01		

**Observaciones:**

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

  
Germán Oscar Gatto  
Téc. Laboratorio USAT



  
Juan Carlos Pardo Ojeda Aguilera  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIV. 123351

  
Henry Guadalupe Obitas  
Téc. Laboratorio USAT



Anexo 14. Índice de alargamiento y aplanamiento, AG



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO			
ENSAYO % CARAS ALARGADAS Y APLANADAS (CONFITILLO)			
TIPO	USO DEL AGREGADO RECICLADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO PLASTICO-CICLADO 304		
EDIFICACIÓN	CHILCAYO - CHILCAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE	CHALONCHI OLIVERA, ROYAN RICARDO	ENCOMIENDA	% CARAS Y ALARGADAS
TÍTULO	METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE CARAS LARGAS Y APLANADAS	FORMA DE PAGO	ALTA D: 4700.00
FECHA ENSAYO	2023/06/16, 16 de Junio de 2023	CORREO DE CONTACTO	GRUPO GEOHESA

MATERIAL		AGREGADO GUESO			CHATAS			ALARGADAS		
TAM. (mm)	ABERTURA (mm)	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO (%)	(% COBR)	PESO (%)	(% COBR)	PESO (%)	(% COBR)
2"	25			100						
3/4"	18	0	0.00	100.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
1/2"	12.5	0	0.00	100.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
3/8"	9.5	0	0.00	100.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
1/4"	6.3	127	29.88	70.12	80.00	49.18	115.00	94.26		
		TOTAL			80.00	49.18	115.00	94.26		

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	400	40
--------------------------	-----	----

Índice de aplanamiento	49.18	(%)
------------------------	-------	-----

Índice de alargamiento	94.26	(%)
------------------------	-------	-----

**ORLANDO ALDO PASQUEZ CERQUERA**  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 246909



GRUPO GEOHESA S.R.L.  
CALLE SAN JUAN DE LOS RIOS 422 - PUNO  
TEL: 051 078 422 499 70704  
Jorge Luis Sainza, Juan Alejandro  
LABORATORISTA

Henry Huodenez Obitos  
ING. LABORATORISTA  
USAT

GRUPO GEOHESA S.R.L.  
DIRECCIÓN: Tabanillo 1420 N°1570  
Distrito de Chilcayo-Lambayequ

RUC: 10164934743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 15. Índice de alargamiento y aplanamiento, AGR



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO	
ENSAYO: % CARAS ALARGADAS Y APLANADAS (CSR)	
TIPO DE ABRIGADO RESULTADO DE TRÁMITE SANITARIO PARA LA FABRICACIÓN DE ADOSQUEROS DE CONCRETO PLATONAL CHICLAYO IIIA	
UBICACIÓN: CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
SOLICITANTE: CHAFLOQUE OLIVERA, REYAN RICARDO	ESPESOR: % CARAS Y ALARGADAS
REVLIN: MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE CARAS LARGAS Y APLANADAS	FORMACIÓN: ASEM D-4791-09
FECHA ENSAYO: 06 de Julio, 10 de Octubre de 2021	CORREO DE CONTACTO: 007.GEOHESA@GEOHESA

MATERIAL		ABRIGADO GRUESO RECYCLADO			CHATAN			ALARGADA		
TAM. (mm)	ABERTURA (mm)	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO (%)	(%) CORR.	PESO (%)	(%) CORR.	PESO (%)	(%) CORR.
75"	25			100						
24"	19	0	0.00	100.00	4.00		0.00	0.00		
12"	12.5	0	0.00	100.00	0.00		0.00	0.00		
10"	8.0	10	2.22	97.78	0.00	3.11	10.00	3.11		
14"	6.3	303	60.58	39.42	43.00	22.28	142.00	72.58		
TOTAL		303	TOTAL		49.00	23.39	152.00	75.70		

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	401	(g)
--------------------------	-----	-----

Índice de aplanamiento	22.28	(%)
------------------------	-------	-----

Índice de alargamiento	75.70	(%)
------------------------	-------	-----

**INGENIERO D. VÁSQUEZ CERQUERA**  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 248909

LABORATORIO DE SUELOS, OBRAS DE ACEROS, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES  
**GRUPO GEOHESA**  
**Jorge Luis Santispehon Alejandro**  
LABORATORISTA

**Henry Pineda Reyna**  
Chileno  
ING. LABORATORISTA  
USAT



GRUPO GEOHESA S.R.L.  
DIRECCIÓN: Talismanteña N°1870  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743  
CELULAR: 927569192  
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 16. Resistencia al desgaste del AG



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:	
ENSAYO DE ABRASIÓN DEL AGREGADO GRUESO	
TIPO:	USO DEL AGREGADO RECICLADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PEATONAL CHICLAYO 2024
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
SOLICITANTE:	CLAUDIO OLIVERA, BRYAN RICARDO
TÍTULO:	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaño máximo por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles
FECHA ENSAYO:	Jueves, 5 de Octubre de 2023
ENSAYO:	DESGASTE POR ABRASIÓN
NORMATIVA:	NTP 400.019
CODIGO DE EXPEDIENTE:	007-2023-GEOHESA

Cantera:	Carrisa Tom Torero Ferrnald
Muestra:	Piedra Clasada Confitillo

**Profundidad**

I- Granulometría global

Malla	Peso Retenido	Retenido (%)	Método
Pasa	Retiene		C
3.5"	1.4"	2500.0	50%
1.4"	Nº4	2500.0	50%
Total	5000.0	100%	-

II- Ensayo de Abrasión

Peso total antes del ensayo	5000.0
Peso total después de las 500 revoluciones	4282.0

III- Cálculo

% de desgaste por abrasión	14.76%
----------------------------	--------

Requerimiento: 40 % Máximo

**OBSERVACIONES :**

NOTA:  
Método de ensayo a usar: Gradación "C", Nº de esferas : 6, Revoluciones : total 500

**ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUEIRA**  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 246909

INGENIERO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERIA, TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES  
CEL GEOHESA  
**Jorge Luis Santisteban Alejandro**  
LABORATORISTA



**Henry Rincón de la Cruz**  
Obliitas  
Tel. Laboratorio  
USAT

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.  
DIRECCIÓN: Tabuzantinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 17. Resistencia al desgaste, AGR



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:	
ENSAYO DE ABRASIÓN DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO	
TEMA:	USO DEL AGREGADO RECICLADO DE CDRAMEA SANITARIA PARA LA FABRICACION DE ADOQUINA DE CONCRETO PEATONAL-CHICLAYO 2024
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
SOLICITANTE:	CHAFLOQUE OLIVERA, BRYAN RICARDO
TÍTULO:	AGREGADOS, Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaño máximo por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles
FECHA ENSAYO:	Juven, 9 de Octubre de 2023
ENSAYO:	DESGASTE POR ABRASIÓN
NORMATIVA:	NTP 406 019
CODIGO DE EXPEDIENTE:	207-2023-GEOHESA

**Profundidad**

**I- Granulometría global**

Mallas		Peso Retenido	Retenido (%)	Método
Pasa	Retiene			
3.8"	1.4"	2500.0	30%	-
1.4"	Nº4	2500.0	30%	-
Total		5000.0	100%	-

**II- Ensayo de Abrasión**

Peso inicial antes del ensayo	5000.0
Peso final después de las 500 revoluciones	4285.0

**III- Cálculo**

% de desgaste por abrasión	14.30%
----------------------------	--------

Requerimiento: 40 % Máximo

**OBSERVACIONES:**

NOTA:

- Método de ensayo a usar: Gradación "C", Nº de esferas : 6, Revoluciones : total 500

ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUEIRA  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 246809

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERIA, TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES  
Jorge Luis Santisteban Alejandro  
LABORATORISTA

Henry Roddeneyra Obillos  
Tec. Laboratorio USAAT



GRUPO GEOHESA E.L.R.L.  
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 18. Diseño de mezcla, MP-CTI



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 1 de 2

**Testista** : Challoque Olivera Bryan Ricardo  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Testis** : Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
**Logar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONALES**

**F'c = 290 kg/cm<sup>2</sup>**

**CEMENTO:**

- 1.- Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I
- 2.- Peso específico : 3.12 Kg/cm<sup>3</sup>

**AGREGADOS :**

**Agregado fino :**

Cantera : Tres Tomas-Ferreñafe.

- 1.- Peso específico de masa : 2.64 gr/cm<sup>3</sup>
- 2.- Peso específico de masa S.S.S : 2.69 gr/cm<sup>3</sup>
- 3.- Peso unitario suelto : 1647.98 Kg/m<sup>3</sup>
- 4.- Peso unitario compactado : 1742.79 Kg/m<sup>3</sup>
- 5.- % de absorción : 1.88 %
- 6.- Contenido de humedad : 1.16 %
- 7.- Módulo de finiza : 2.93

**Agregado grueso :**

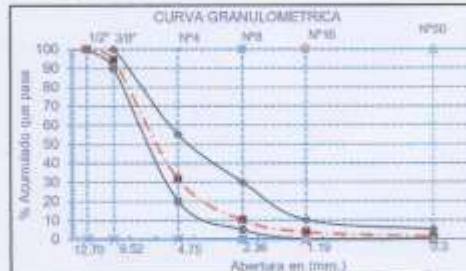
Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

- 1.- Peso específico de masa : 2.11 gr/cm<sup>3</sup>
- 2.- Peso específico de masa S.S.S : 2.14 gr/cm<sup>3</sup>
- 3.- Peso unitario suelto : 1371.07 Kg/m<sup>3</sup>
- 4.- Peso unitario compactado : 1507.39 Kg/m<sup>3</sup>
- 5.- % de absorción : 1.16 %
- 6.- Contenido de humedad : 0.69 %
- 7.- Tamaño máximo : 1/2" Pulg.
- 8.- Tamaño máximo nominal : 3/8" Pulg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.00	100.00
Nº4	0.96	99.04
Nº8	4.70	94.34
Nº16	25.56	68.78
Nº30	35.19	33.59
Nº50	24.23	9.36
Nº100	7.50	1.86
FONDO	1.86	0.00

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/4"	0.00	100.00
1/2"	0.00	100.00
3/8"	5.65	94.35
Nº4	62.71	31.65
Nº8	21.65	10.00
Nº16	6.21	3.79
Nº50	2.56	1.23
FONDO	1.23	0.00





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 1 de 2

Tesista : Challoque Olivera Bryan Ricardo  
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : 03/10/2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONALES  $F'c = 290 \text{ kg/cm}^2$

**Parametros de diseño (ACI):**

Resistencia Promedio	$f'cr$	=	374	kg/cm <sup>2</sup>
Relación Agua Cemento de Diseño	A/C	=	0.46	
Agua de Mezclado		=	193.35	Lt/m <sup>3</sup>
Contenido de aire atrapado	%A	=	3.0	%
Factor Cemento	F.C	=	10.0	bol/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso	A.G	=	673.74	kg/m <sup>3</sup>

**Diseño:****1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS**

Cemento	=	0.136	m <sup>3</sup>
Agua	=	0.193	m <sup>3</sup>
Aire	=	0.030	m <sup>3</sup>
A.Gruoso	=	0.315	m <sup>3</sup>
Total	=	0.675	m <sup>3</sup>

**2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen absoluto:	0.325	m <sup>3</sup>
Peso seco:	858.52	kg/m <sup>3</sup>

**3. VALORES DE DISEÑO:**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño:	193.35	Lt
A. Fino Seco:	858.52	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Seco:	673.74	kg/m <sup>3</sup>

**4. CORRECCION POR HUMEDAD**

Pesos Humedos			
A. Fino Humedo:	868.47	kg/m <sup>3</sup>	
A. Grueso Humedo:	678.41	kg/m <sup>3</sup>	
Humedad Superficial			
A. Fino:	-0.72	%	
A. Grueso:	-0.46	%	
Aporte de Humedad de los Agregados			
A. Fino	-6.24	Lt/m <sup>3</sup>	
A. Grueso	-3.14	Lt/m <sup>3</sup>	
Agua Efectiva	202.72	Lt	

**5. PESOS CORREGIDOS**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	202.72	Lt
A. Fino Humedo:	868.47	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Humedo:	678.41	kg/m <sup>3</sup>


**Resultados:**

	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	
Proporción en peso :	1.00	2.05	1.60	20.32	lt/bol
Proporción en volumen :	1.00	1.87	1.75	20.32	lt/bol

Henry Obilias  
Ing. Laboratorio  
USAT



Anexo 19. Diseño de mezcla, 15% AGR-CTI



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTI TORIBIO DE MORGUEVIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Título:** Charizara Olivero Reyes Ricardo  
**Solicitante:** Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tema:** Diseño del agregado reactificado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de intertrazo peatonal - Charizara 2024  
**Lugar:** DUA, Charizara, Prov. Chiriquí, Reg. Lambayeque.

Pág. 1 de 7

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONAL**     $F_c = 250 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO:**  
1- Tipo de cement: Cemento Portland Tipo I  
2- Peso específico: 3.12 kg/cm<sup>3</sup>

**AGREGADOS:**

**Agregado fino:**

**Cemento:** Tipo Trazo-Ferrolado

1- Peso específico de masa	2.84	gr/cm <sup>3</sup>
2- Peso específico de masa S.S.	2.89	gr/cm <sup>3</sup>
3- Peso aparente medio	1347.98	kg/m <sup>3</sup>
4- Peso aparente compactado	1742.79	kg/m <sup>3</sup>
5- % de abstracción	1.88	%
6- Coeficiente de humedad	1.38	%
7- Módulo de finura	2.99	

**Agregado grueso:**

**Cemento:** Tipo Trazo-Ferrolado

1- Peso específico de masa	2.41	gr/cm <sup>3</sup>
2- Peso específico de masa S.S.	2.18	gr/cm <sup>3</sup>
3- Peso aparente medio	1271.87	kg/m <sup>3</sup>
4- Peso aparente compactado	1567.49	kg/m <sup>3</sup>
5- % de abstracción	1.04	%
6- Coeficiente de humedad	8.09	%
7- Tamaño máximo	1/2"	Pulg.
8- Tamaño máximo nominal	3/8"	Pulg.

**Agregado grueso reactificado:**

**Cemento:** Material Reactificado

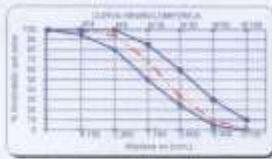
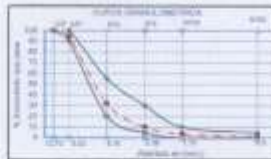
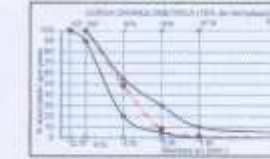
1- Peso específico de masa	1.99	gr/cm <sup>3</sup>
2- Peso específico de masa S.S.	2.09	gr/cm <sup>3</sup>
3- Peso aparente medio	1048.81	kg/m <sup>3</sup>
4- Peso aparente compactado	1337.44	kg/m <sup>3</sup>
5- % de abstracción	1.70	%
6- Coeficiente de humedad	8.13	%
7- Tamaño máximo	1/2"	Pulg.
8- Tamaño máximo nominal	3/8"	Pulg.


**Grasubestría:**

Malla	% Retenido	% Aprobado por pene
3.0"	0.00	100.00
Nº4	0.00	99.04
Nº6	4.70	94.34
Nº16	21.56	78.78
Nº30	31.19	68.81
Nº40	24.23	74.58
Nº100	7.76	92.24
FUNDO	1.00	0.00


Malla	% Retenido	% Aprobado por pene
1/2"	0.00	100.00
1/2"	0.00	100.00
3/8"	3.65	96.35
Nº4	62.71	37.29
Nº6	71.63	28.37
Nº16	8.21	91.79
Nº30	2.56	97.44
FUNDO	1.22	0.00


Malla	% Retenido	% Aprobado por pene
3/8"	2.00	98.00
1/2"	3.00	97.00
3/8"	3.32	96.68
Nº 16	11.07	88.93
Nº 30	40.53	59.47
Nº 40	8.42	91.58
Nº 10	1.43	98.57
FUNDO	8.10	0.00



Henry Ruedeneyra Obispo  
Téc. Laboratorio USAT





USAT  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
FACULTAD DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 2 de 2

**Título:** Chibapas (Olivera) Bryan Ricardo  
**Solicitante:** Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis:** Uso del agregado reciclado de concreto sustituto para la fabricación de adoquines de concreto portland - Chibapas 2024  
**Lugar:** Dist. Chibapas, Prov. Chibapas, Rep. Lambayeque.  
**Fecha de emisión:** 03/10/2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONALES  $F'c = 290 \text{ kg/cm}^2$

**Parámetros de diseño (ACI):**

Resistencia Promedio	$F'c$	=	374	kg/cm <sup>2</sup>	
Relación Agua Cemento de Diseño	A/C	=	0.46		
Agua de Mezclado		=	193.35	litros/m <sup>3</sup>	
Contenido de aire atrapado	%A	=	3.8	%	
Factor Cemento	F.C	=	1.00	bol/m <sup>3</sup>	
Contenido de agregado grueso natural	A.G (15%)	=	572.60	kg/m <sup>3</sup>	677.00 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso reciclado	A.G.R (15%)	=	104.42	kg/m <sup>3</sup>	

**Diseño:**

**1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS**

Cemento	=	0.136	m <sup>3</sup>
Agua	=	0.193	m <sup>3</sup>
Aire	=	0.039	m <sup>3</sup>
A.Grueso	=	0.209	m <sup>3</sup>
A.Grueso F	=	0.051	m <sup>3</sup>
Total	=	0.679	m <sup>3</sup>

**2. CONTENIDO DE AGRREGADO FINO**

Volumen absoluto	0.321	m <sup>3</sup>
Peso seco	847.58	kg/m <sup>3</sup>

**3. VALORES DE DISEÑO:**

Cemento	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	193.35	lit
A. Fino Seco	847.50	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso seco	572.60	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso F seco	104.42	kg/m <sup>3</sup>

**4. CORRECCION POR HUMEDAD**

<b>Peso Húmedo</b>		
A. Fino Húmedo	857.40	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Húmedo	576.65	kg/m <sup>3</sup>
A. G. R. Húmedo	104.57	kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad Superficial</b>		
A. Fino	-0.72	%
A. Grueso	-0.44	%
A. Grueso R.	-1.03	%
<b>Aporte de Humedad de los Agregados</b>		
A. Fino	-6.16	lit/m <sup>3</sup>
A. Grueso	-2.67	lit/m <sup>3</sup>
A. Grueso R.	-1.73	lit
Agua Ductiva	203.90	lit

**5. PESOS CORREGIDOS**

Cemento	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua Ductiva	203.90	lit
A. Fino Húmedo	857.40	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Húmedo	576.65	kg/m <sup>3</sup>
A. G. R. Húmedo	104.57	kg/m <sup>3</sup>


**Resultados:**

	Cemento	A. Fino	A. Grueso	A.G.R	Agua	
Proporción en peso:	1.00	2.02	1.36	0.25	20.44	lit/bol
Proporción en volumen:	1.00	1.84	1.49	0.25	20.44	lit/bol

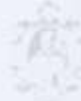
*[Handwritten Signature]*  
 HENRY MENDOZA CHIBAS  
 Ing. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
 USAT  
 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 REGISTRO DE LABORATORIO

Anexo 20. Diseño de mezcla, 30% AGR-CTI



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TÓMBO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 1 de 2

**Título:** Chiflazo Olvera Bryan Ricardo  
**Institución:** Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tema:** Uso del agregado reciclado de concreto sanitario para la fabricación de adoquines de concreto (pavimento) - Chileño 2024  
**Lugar:** Dpto. Chiloé, Prov. Chiloé, Reg. Los Ríos.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONALES       $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$**

**CEMENTO:**  
 1- Tipo de cemento: Cemento Portland Tipo I  
 2- Peso específico: 3.12 kg/cm<sup>3</sup>

**AGREGADOS:**

**Agregado fino:**  
 Grava: Tres Tonos Ferretillos

1- Peso específico de:	2.04	gr/cm <sup>3</sup>
2- Peso específico de:	3.85	gr/cm <sup>3</sup>
3- Peso unitario real:	1447.90	kg/m <sup>3</sup>
4- Peso unitario comp:	1742.79	kg/m <sup>3</sup>
5- % de absorción:	1.88	%
6- Contenido de humedad:	1.16	%
7- Módulo de elasticidad:	2.93	

**Agregado grueso:**  
 Grava: Guajilla-Tres Tonos Ferretillos

1- Peso específico de masa:	2.11	gr/cm <sup>3</sup>
2- Peso específico de masa:	2.14	gr/cm <sup>3</sup>
3- Peso unitario real:	1371.07	kg/m <sup>3</sup>
4- Peso unitario compact:	1507.20	kg/m <sup>3</sup>
5- % de absorción:	1.16	%
6- Contenido de humedad:	0.69	%
7- Tamaño máximo:	1/2"	Pulg
8- Tamaño máximo nominal:	3/8"	Pulg

**Agregado grueso reciclado:**  
 Grava: Material Reciclado


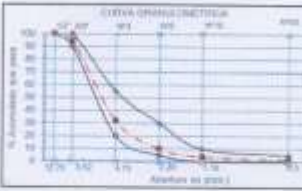
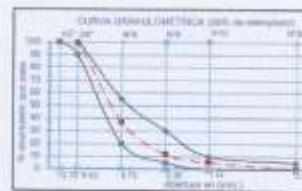
1- Peso específico de masa:	1.99	gr/cm <sup>3</sup>
2- Peso específico de masa:	2.03	gr/cm <sup>3</sup>
3- Peso unitario real:	1448.91	kg/m <sup>3</sup>
4- Peso unitario compact:	1557.44	kg/m <sup>3</sup>
5- % de absorción:	1.76	%
6- Contenido de humedad:	0.11	%
7- Tamaño máximo:	1/2"	Pulg
8- Tamaño máximo nominal:	3/8"	Pulg


**Granulometría:**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.00	100.00
Nº4	0.00	99.04
Nº10	4.70	94.34
Nº16	15.54	88.79
Nº20	15.14	73.65
Nº25	24.23	49.42
Nº30	7.50	41.92
FONDO	1.88	0.00



Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.00	100.00
1/2"	0.00	100.00
3/8"	1.65	98.35
Nº4	62.71	35.64
Nº8	21.65	14.00
Nº16	6.21	7.79
Nº30	2.56	5.23
FONDO	1.23	0.00


Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.00	100.00
1/2"	0.00	100.00
3/8"	0.00	99.01
Nº4	62.05	36.96
Nº8	15.92	21.04
Nº16	4.38	16.66
Nº30	2.12	14.54
Fondo	0.05	0.00



Henry Rivas y/O  
Obras  
Tec. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica  
Los Ríos de Chiloé



TÍTULO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 2 de 2

**Testista** : Chafloque Olivera Bryan Ricardo  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Teste** : Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : 0

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONALES**  $F'c = 290 \text{ kg/cm}^2$

**Parámetros de diseño (ACI):**

Resistencia Promedio	$F'c$	=	374	kg/cm <sup>2</sup>
Relación Agua Cemento de Diseño	A/C	=	0.66	
Agua de Mezclado		=	193.35	Lt/m <sup>3</sup>
Contenido de aire atrapado	%A	=	3.0	%
Factor Cemento	F.C	=	10.0	bol/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso natural	A.G (70%)	=	471.62	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso reciclado	A.G.R (30%)	=	208.83	kg/m <sup>3</sup>
				600.45 kg/m <sup>3</sup>

**Diseño:****1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS**

Cemento	=	0.136	m <sup>3</sup>
Agua	=	0.193	m <sup>3</sup>
Aire	=	0.030	m <sup>3</sup>
A.Gruoso	=	0.221	m <sup>3</sup>
A.Gruoso	=	0.103	m <sup>3</sup>
Total	=	0.683	m <sup>3</sup>

**2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen absoluto:	0.317	m <sup>3</sup>
Peso seco:	836.64	kg/m <sup>3</sup>

**3. VALORES DE DISEÑO:**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño:	193.35	Lt
A. Fino Seco:	836.64	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Seco:	471.62	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso, R Seco:	208.83	kg/m <sup>3</sup>

**4. CORRECCION POR HUMEDAD**

<b>Pesos Húmedos</b>		
A. Fino Húmedo	846.33	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Húmedo	474.88	kg/m <sup>3</sup>
A. G. R. Húmedo	209.05	kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad Superficial</b>		
A. Fino:	-0.72	%
A. Grueso:	-0.46	%
A. Grueso R.:	-1.65	%
<b>Aporte de Humedad de los Agregados</b>		
A. Fino:	-6.00	Lt/m <sup>3</sup>
A. Grueso:	-2.19	Lt/m <sup>3</sup>
A. Grueso R.:	-3.45	Lt
Agua Efectiva:	205.08	Lt

**5. PESOS CORREGIDOS**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva:	205.08	Lt
A. Fino Húmedo:	846.33	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Húmedo:	474.88	kg/m <sup>3</sup>
A. G. R. Húmedo:	209.05	kg/m <sup>3</sup>


**Resultados:**

	Cemento	A. Fino	A. Grueso	A.G.R	Agua	
Proporción en peso :	1.00	2.00	1.12	0.49	20.56	lt/bol
Proporción en volumen :	1.00	1.82	1.23	0.50	20.56	lt/bol


*Henry Rivadeneira Obitos*  
USAT  
Laboratorio USAT



Anexo 21. Diseño de mezcla, 40% AGR-CTI



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 1 de 2

**Testista:** Challoque Olivera Bryan Ricardo  
**Subsistente:** Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis:** Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
**Lugar:** Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONAL**  $F_r = 290 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO:**  
 1- Tipo de cemento: Cemento Portland Tipo I  
 2- Peso específico: 3.12  $\text{kg/cm}^3$

**AGREGADOS:**

**Agregado fino:**

Cantera : Tres Tomas-Ferretado.

1- Peso específico de masa	2.64	$\text{gr/cm}^3$
2- Peso específico de masa S.S.S.	2.69	$\text{gr/cm}^3$
3- Peso unitario suelto	1647.98	$\text{kg/m}^3$
4- Peso unitario compactado	1742.79	$\text{kg/m}^3$
5- % de absorción	1.88	%
6- Contenido de humedad	1.16	%
7- Módulo de flexión	2.93	

**Agregado grueso:**

Cantera : Combitillo-Tres Tomas-Ferretado.

1- Peso específico de masa	2.11	$\text{gr/cm}^3$
2- Peso específico de masa S.S.S.	2.15	$\text{gr/cm}^3$
3- Peso unitario suelto	1371.87	$\text{kg/m}^3$
4- Peso unitario compactado	1507.39	$\text{kg/m}^3$
5- % de absorción	1.10	%
6- Contenido de humedad	0.69	%
7- Tamaño máximo	1/2"	Pulg.
8- Tamaño máximo nominal	3/8"	Pulg.

**Agregado grueso reciclado:**

Cantera : Material Reciclado

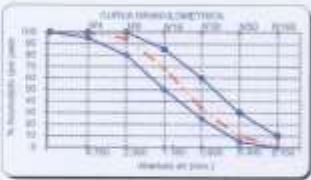
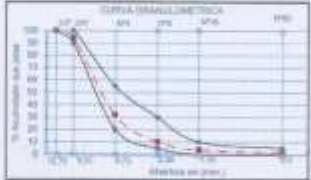
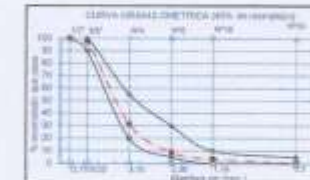
1- Peso específico de masa	1.99	$\text{gr/cm}^3$
2- Peso específico de masa S.S.S.	2.03	$\text{gr/cm}^3$
3- Peso unitario suelto	1460.91	$\text{kg/m}^3$
4- Peso unitario compactado	1537.44	$\text{kg/m}^3$
5- % de absorción	1.76	%
6- Contenido de humedad	0.11	%
7- Tamaño máximo	1/2"	Pulg.
8- Tamaño máximo nominal	3/8"	Pulg.


**Graduación:**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.00	100.00
Nº4	0.96	99.04
Nº6	4.70	94.34
Nº16	25.56	68.78
Nº30	35.79	33.00
Nº50	24.23	9.36
Nº100	7.50	1.86
FONDO	1.06	0.00


Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/4"	0.00	100.00
1/2"	0.00	100.00
3/8"	5.63	94.37
Nº4	62.71	31.65
Nº6	21.65	10.00
Nº16	6.21	3.79
Nº50	2.56	1.23
FONDO	1.23	0.00


Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/4"	0.00	100.00
1/2"	0.00	100.00
3/8"	2.67	97.33
Nº4	66.07	31.30
Nº6	22.56	8.74
Nº16	5.39	3.35
Nº50	3.11	0.24
Fondo	0.24	0.00



Henry Rivas  
Rivas  
Obispo  
Téc. Laboratorio  
USAT





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
USAT  
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO  
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 2 de 2

**Testista** : Chaffoque Olivera Iliyan Ricardo  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Título** : Usa del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto posttensional - Chiclayo 2024  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONALES**  $F'c = 290 \text{ kg/cm}^2$

**Parámetros de diseño (ACT):**

Resistencia Promedio	$f'cr$	=	374	kg/cm <sup>2</sup>	
Relación Agua Cemento de Diseño	A/C	=	0.46		
Agua de Mezclado		=	193.35	Lt/m <sup>3</sup>	
Contenido de aire atrapado	%A	=	3.0	%	
Factor Cemento	FC	=	10.0	bol/m <sup>3</sup>	
Contenido de agregado grueso natural	A.G (60%)	=	404.24	kg/m <sup>3</sup>	682.69 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso reciclado	A.G.R (40%)	=	278.44	kg/m <sup>3</sup>	

**Diseño:**

**1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS**

Cemento	=	0.136	m <sup>3</sup>
Agua	=	0.193	m <sup>3</sup>
Aire	=	0.030	m <sup>3</sup>
A. Grueso	=	0.189	m <sup>3</sup>
A. Grueso R.	=	0.137	m <sup>3</sup>
<b>Total</b>	<b>=</b>	<b>0.686</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

**2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen absoluto:	0.314	m <sup>3</sup>
Peso seco:	829.34	kg/m <sup>3</sup>

**3. VALORES DE DISEÑO:**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño:	193.35	Lt
A. Fino Seco:	829.34	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Seco:	404.24	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso R. Seco:	278.44	kg/m <sup>3</sup>

**4. CORRECCION POR HUMEDAD**

<b>Pesos Húmedos</b>		
A. Fino Húmedo	838.95	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Húmedo	407.04	kg/m <sup>3</sup>
A. G. R. Húmedo	278.74	kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad Superficial</b>		
A. Fino:	-0.72	%
A. Grueso:	-0.46	%
A. Grueso R.:	-1.05	%
<b>Aporte de Humedad de los Agregados</b>		
A. Fino:	-4.03	Lt/m <sup>3</sup>
A. Grueso:	-1.88	Lt/m <sup>3</sup>
A. Grueso R.:	-4.60	Lt
Agua Efectiva:	205.86	Lt

**5. PESOS CORREGIDOS**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva:	205.86	Lt
A. Fino Húmedo:	838.95	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Húmedo:	407.04	kg/m <sup>3</sup>
A. G. R. Húmedo:	278.74	kg/m <sup>3</sup>

**Resultados:**

	Cemento	A. Fino	A. Grueso	A. G. R.	Agua	
Proporción en peso:	1.00	1.98	0.96	0.66	20.63	lt/bol
Proporción en volumen:	1.00	1.80	1.05	0.67	20.63	lt/bol

*Henry Rueda Obispo*  
 Ing. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
**USAT**  
 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 CHICLAYO

REGISTRO DE LABORATORIO

Anexo 22. Diseño de mezcla, 50% AGR-CTI



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 1 de 2

**Título:** Challenge Movers Eryka Ricardo  
**Subtítulo:** Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tema:** Uso del agregado reciclado de concreto curado para la fabricación de adoquines de concreto pautado - Octubre 2024  
**Lugar:** Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONALES**       $F_c = 290 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO:**  
 1- Tipo de cemento - Cemento Portland Tipo I  
 2- Peso específico - 1.12 kg/cm<sup>3</sup>

**AGREGADOS:**

**Agregado fino:**  
 Cuentas - Tres Tonos Perforado:

- 1- Peso específico de 2.64 g/cm<sup>3</sup>
- 2- Peso específico de 2.64 g/cm<sup>3</sup>
- 3- Peso unitario suelto 1647.90 kg/m<sup>3</sup>
- 4- Peso unitario compacto 1742.79 kg/m<sup>3</sup>
- 5- % de absorción 1.99 %
- 6- Coeficiente de humedad 1.04 %
- 7- Módulo de elasticidad 2.93

**Agregado grueso:**  
 Cuentas - Confitido Tres Tonos Perforado:

- 1- Peso específico de masa 2.11 g/cm<sup>3</sup>
- 2- Peso específico de masa 2.14 g/cm<sup>3</sup>
- 3- Peso unitario suelto 1271.07 kg/m<sup>3</sup>
- 4- Peso unitario compacto 1307.39 kg/m<sup>3</sup>
- 5- % de absorción 1.16 %
- 6- Coeficiente de humedad 1.09 %
- 7- Tamaño máximo 1/2" Pulg.
- 8- Tamaño máximo superior 3/8" Pulg.

**Agregado grueso reciclado:**  
 Cuentas - Material Reciclado:

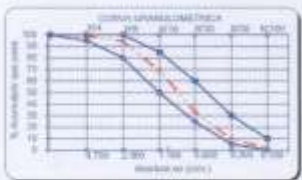
- 1- Peso específico de masa 1.99 g/cm<sup>3</sup>
- 2- Peso específico de masa 2.03 g/cm<sup>3</sup>
- 3- Peso unitario suelto 1468.91 kg/m<sup>3</sup>
- 4- Peso unitario compacto 1537.44 kg/m<sup>3</sup>
- 5- % de absorción 1.70 %
- 6- Coeficiente de humedad 0.11 %
- 7- Tamaño máximo 1/2" Pulg.
- 8- Tamaño máximo superior 3/8" Pulg.

**Granometría:**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.00	100.00
W4	0.00	99.04
W5	4.70	94.34
W10	11.26	83.08
W20	13.17	69.91
W30	14.23	55.68
W50	7.50	48.18
FUNDO	1.86	0.00

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.00	100.00
1/2"	0.00	100.00
3/8"	1.65	98.35
W4	62.71	35.64
W5	21.60	14.04
W10	6.21	7.83
W20	2.56	5.27
FUNDO	1.23	0.00

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.00	100.00
1/2"	0.00	100.00
3/8"	1.70	98.30
W4	13.43	84.87
W5	18.12	71.44
W10	18.14	53.30
W20	6.21	47.09
FUNDO	0.20	0.00







Henry Riusdeneyra Obillas  
 Ing. Laboratorio USAT





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
 USAT  
 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 SERVICIO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 2 de 2

**Testista:** Chafloque Olivera Bryan Ricardo  
**Solicitante:** Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis:** Dño del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto pretensal - Chiclayo 2024  
**Lugar:** Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión:** 8

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONALES**  $F'c = 290 \text{ kg/cm}^2$

**Parámetros de diseño (ACI):**

Resistencia Promedio	$F'cr$	=	374	kg/cm <sup>2</sup>	
Relación Agua Cemento de Diseño	A/C	=	0.46		
Agua de Mezclado		=	193.35	lt/m <sup>3</sup>	
Contenido de aire atrapado	%A	=	3.0	%	
Factor Cemento	FC	=	10.0	bol/m <sup>3</sup>	
Contenido de agregado grueso natural	A.G (50%)	=	336.87	kg/m <sup>3</sup>	684.02 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso reciclado	A.G.R (50%)	=	348.05	kg/m <sup>3</sup>	

**Diseño:**

**1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS**

Cemento	=	0.136	m <sup>3</sup>
Agua	=	0.193	m <sup>3</sup>
Aire	=	0.030	m <sup>3</sup>
A. Grueso	=	0.158	m <sup>3</sup>
A. Grueso	=	0.172	m <sup>3</sup>
<b>Total</b>	=	<b>0.689</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

**2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen absoluto:	0.312	m <sup>3</sup>
Peso seco:	822.05	kg/m <sup>3</sup>

**3. VALORES DE DISEÑO:**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño:	193.35	lt
A. Fino Seco:	822.05	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Seco:	336.87	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso R. Seco:	348.05	kg/m <sup>3</sup>

**4. CORRECCION POR HUMEDAD**

<b>Pesos Húmedos</b>		
A. Fino Húmedo	831.58	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Húmedo	339.20	kg/m <sup>3</sup>
A. G. R. Húmedo	348.42	kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad Superficial</b>		
A. Fino:	-0.72	%
A. Grueso:	-0.46	%
A. Grueso R.:	-1.65	%
<b>Aporte de Humedad de los Agregados</b>		
A. Fino:	-5.97	lt/m <sup>3</sup>
A. Grueso:	-1.57	lt/m <sup>3</sup>
A. Grueso R.:	-5.75	lt
Agua Efectiva:	206.64	lt

**5. PESOS CORREGIDOS**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva:	206.64	lt
A. Fino Húmedo:	831.58	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Húmedo:	339.20	kg/m <sup>3</sup>
A. G. R. Húmedo:	348.42	kg/m <sup>3</sup>


**Resultados:**

	Cemento	A. Fino	A. Grueso	A.G.R	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.96	0.80	0.82	20.71	lt/bol
Proporción en volumen :	1.00	1.79	0.88	0.84	20.71	lt/bol


Henry Rivas de la Cruz Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Anexo 23. Diseño de mezcla, MP-CTico



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 1 de 2

Tesista : Chafloque Olivera Bryan Ricardo  
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de aduquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONALES**       $F'c = 290 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO:**  
1.- Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I  
2.- Peso específico : 2.97 Kg/cm<sup>3</sup>


**AGREGADOS:**  
**Agregado fino:**  
Cantera : Tres Tomas-Ferreñafe.  
1.- Peso específico de masa 2.64 gr/cm<sup>3</sup>  
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.69 gr/cm<sup>3</sup>  
3.- Peso unitario suelto 1647.98 Kg/m<sup>3</sup>  
4.- Peso unitario compactado 1742.79 Kg/m<sup>3</sup>  
5.- % de absorción 1.88 %  
6.- Contenido de humedad 1.16 %  
7.- Módulo de finiza 2.93

**Agregado grueso:**  
Cantera : Confrillo-Tres Tomas-Ferreñafe.  
1.- Peso específico de masa 2.11 gr/cm<sup>3</sup>  
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.14 gr/cm<sup>3</sup>  
3.- Peso unitario suelto 1371.07 Kg/m<sup>3</sup>  
4.- Peso unitario compactado 1507.39 Kg/m<sup>3</sup>  
5.- % de absorción 1.16 %  
6.- Contenido de humedad 0.69 %  
7.- Tamaño máximo 1/2" Pulg.  
8.- Tamaño máximo nominal 3/8" Pulg.

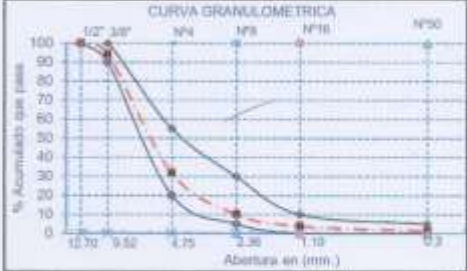
**Granulometría:**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.00	100.00
Nº4	0.96	99.04
Nº8	4.70	94.34
Nº16	25.56	68.78
Nº30	35.19	33.59
Nº50	24.23	9.36
Nº100	7.50	1.86
FONDO	1.86	0.00


Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/4"	0.00	100.00
1/2"	0.00	100.00
3/8"	5.65	94.35
Nº4	62.71	31.65
Nº8	21.65	10.00
Nº16	6.21	3.79
Nº50	2.56	1.23
FONDO	1.23	0.00




CURVA GRANULOMETRICA



CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rivalloleyra Olivera  
USAT



USAT  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 2 de 2

**Testista** : Chañoque Olivera Bryan Ricardo  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tests** : Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : 03/10/2023

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONALES**  $F'c = 290 \text{ kg/cm}^2$

**Parametros de diseño (ACI):**

Resistencia Promedio	$F'cr$	=	374	kg/cm <sup>2</sup>
Relación Agua Cemento de Diseño	A/C	=	0.46	
Agua de Mezclado		=	193.35	Lt/m <sup>3</sup>
Contenido de aire atrapado	%A	=	3.0	%
Factor Cemento	F.C	=	10.0	bol/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso	A.G	=	673.74	kg/m <sup>3</sup>

**Diseño:****1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS**

Cemento	=	0.143	m <sup>3</sup>
Agua	=	0.193	m <sup>3</sup>
Aire	=	0.030	m <sup>3</sup>
A.Graeso	=	0.315	m <sup>3</sup>
Total	=	0.681	m <sup>3</sup>

**2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen absoluto:	0.319	m <sup>3</sup>
Peso seco:	840.41	kg/m <sup>3</sup>

**3. VALORES DE DISEÑO:**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño:	193.35	Lt
A. Fino Seco:	840.41	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Seco:	673.74	kg/m <sup>3</sup>

**4. CORRECCION POR HUMEDAD**

<b>Pesos Humedos</b>		
A. Fino Humedo:	850.15	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Humedo:	678.41	kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad Superficial</b>		
A. Fino:	-0.72	%
A. Grueso:	-0.46	%
<b>Aporte de Humedad de los Agregados</b>		
A. Fino	-6.11	Lt/m <sup>3</sup>
A. Grueso	-3.14	Lt/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	202.59	Lt

**5. PESOS CORREGIDOS**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	202.59	Lt
A. Fino Humedo:	850.15	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Humedo:	678.41	kg/m <sup>3</sup>


**Resultados:**

	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	
Proporción en peso :	1.00	2.01	1.60	20.31	lt/bol
Proporción en volumen :	1.00	1.83	1.75	20.31	lt/bol


Henry Rivas de la Obilias  
Téc. Laboratorio USAT



Anexo 24. Diseño de mezcla, 15% AGR-CTico



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MORGUEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 1 de 3

**Tecnia:** (Challapa Olivero Bryan Ricardo)  
**Subtitular:** (Escuela de Ingeniería Civil Ambiental)  
**Título:** (Título del agregado reciclado de cerámica sustituye para la fabricación de adopción de concreto pautado - Challapa DGA)  
**Lugar:** (Rta. Chichiy, Prov. Chichas, Reg. Lambayeque)

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONALES**       $F'c = 290 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO:**

- 1- Tipo de cemento (Cemento Portland Tipo I)
- 2- Peso específico (1.287 Kg/m<sup>3</sup>)

**AGREGADOS:**

**Agregado fino:**

Casera : Tipo Tamas-Perreledo

- 1- Peso específico de 2.44 gr/cm<sup>3</sup>
- 2- Peso específico de 2.49 gr/cm<sup>3</sup>
- 3- Peso unitario seco 1447.98 Kg/m<sup>3</sup>
- 4- Peso unitario húmedo 1742.79 Kg/m<sup>3</sup>
- 5- % de absorción 1.88 %
- 6- Contenido de humedad 1.18 %
- 7- Módulo de Rotura 2.43

**Agregado grueso:**

Casera : Casilla-Tam Tamas-Perreledo

- 1- Peso específico de masa 2.11 gr/cm<sup>3</sup>
- 2- Peso específico de masa 2.14 gr/cm<sup>3</sup>
- 3- Peso unitario seco 1371.37 Kg/m<sup>3</sup>
- 4- Peso unitario húmedo 1507.39 Kg/m<sup>3</sup>
- 5- % de absorción 1.16 %
- 6- Contenido de humedad 0.69 %
- 7- Tamaño máximo 1/2" Pulg.
- 8- Tamaño máximo nominal 3/8" Pulg.

**Agregado grueso reciclado:**

Casera : Material Reciclado


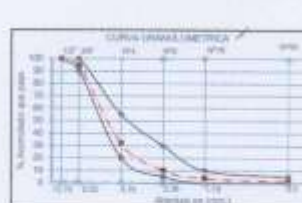
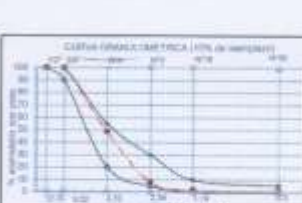
- 1- Peso específico de masa 1.79 gr/cm<sup>3</sup>
- 2- Peso específico de masa 2.03 gr/cm<sup>3</sup>
- 3- Peso unitario seco 1468.91 Kg/m<sup>3</sup>
- 4- Peso unitario húmedo 1557.44 Kg/m<sup>3</sup>
- 5- % de absorción 1.76 %
- 6- Contenido de humedad 0.11 %
- 7- Tamaño máximo 1/2" Pulg.
- 8- Tamaño máximo nominal 3/8" Pulg.


**Granulometría:**

Malla	% Retenido	% Acumulado
3/8"	0.08	100.00
Nº4	0.94	99.06
Nº10	4.72	94.34
Nº16	25.56	68.78
Nº30	35.19	33.59
Nº50	55.22	8.36
Nº100	7.51	1.86
FUNDO	1.46	0.40


Malla	% Retenido	% Acumulado
3/4"	0.00	100.00
1/2"	0.00	100.00
3/8"	5.05	94.95
Nº4	42.71	52.05
Nº10	21.85	30.20
Nº16	6.01	24.19
Nº30	2.26	21.93
FUNDO	1.19	20.74

Malla	% Retenido	% Acumulado
3/4"	0.00	100.00
1/2"	0.00	100.00
3/8"	0.32	99.68
Nº4	51.07	50.36
Nº10	40.05	10.31
Nº16	6.43	4.88
Nº30	1.42	3.46
FUNDO	0.10	3.36



Henry Rivadeneyra Oblitas  
Téc. Laboratorio USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
USAT  
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MORGUEJO  
TÉCNICO DEL LABORATORIO



**Testista:** Challoque Olivera Bryan Ricardo  
**Solicitante:** Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Teste:** Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
**Lugar:** Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión:** 0

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONALES**  $F'c = 290 \text{ kg/cm}^2$

**Parámetros de diseño (ACI):**

Resistencia Promedia	$F'cr$	=	374	kg/cm <sup>2</sup>	
Relación Agua Cemento de Diseño	A/C	=	0.46		
Agua de Mezclado		=	193.35	lt/m <sup>3</sup>	
Contenido de aire atrapado	%A	=	3.0	%	
Factor Gesecato	F.C	=	10.0	bol/m <sup>3</sup>	
Contenido de agregado grueso natural	A.G (85%)	=	572.68	kg/m <sup>3</sup>	677.09 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso reciclado	A.G.R (15%)	=	104.42	kg/m <sup>3</sup>	

**Diseño:**

**1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS**

Cemento	=	0.143	m <sup>3</sup>
Agua	=	0.193	m <sup>3</sup>
Aire	=	0.030	m <sup>3</sup>
A.Gruoso	=	0.268	m <sup>3</sup>
A.Gruoso	=	0.051	m <sup>3</sup>
Total	=	0.686	m <sup>3</sup>

**2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen absoluto:	0.316	m <sup>3</sup>
Peso seco:	829.47	kg/m <sup>3</sup>

**3. VALORES DE DISEÑO**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño:	193.35	lt
A. Fino Seco:	829.47	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Seco:	572.68	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso. R. Seco:	104.42	kg/m <sup>3</sup>

**4. CORRECCION POR HUMEDAD**

<b>Pesos Humedecidos</b>		
A. Fino Humedo	839.08	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Humo	576.65	kg/m <sup>3</sup>
A. G. R. Humedo	104.53	kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad Superficial</b>		
A. Fino:	-0.72	%
A. Grueso:	-0.46	%
A. Grueso R.:	-1.65	%
<b>Aporte de Humedad de los Agregados</b>		
A. Fino:	-6.03	lt/m <sup>3</sup>
A. Grueso:	-2.67	lt/m <sup>3</sup>
A. Grueso R.:	-1.73	lt
Agua Efectiva:	203.77	lt

**5. PESOS CORREGIDOS**

Gesecato	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva:	203.77	lt
A. Fino Humedo:	839.08	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Humedo:	576.65	kg/m <sup>3</sup>
A. G. R. Humedo:	104.53	kg/m <sup>3</sup>

**Resultados:**

	Cemento	A. Fino	A. Grueso	A.G.R	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.98	1.36	0.25	20.42	lt/bol
Proporción en volumen :	1.00	1.80	1.49	0.25	20.42	lt/bol

*Henry Rivadeneira Obitos*  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



Anexo 25. Diseño de mezcla, 30% AGR-CTico



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 1 de 2

**Título:** Chiguay Olvera Reyes Ricardo  
**Solicitante:** Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tema:** Uso del agregado reciclado de concreto sustituto para la fabricación de adopciones de concreto peatonal - Chiguay 2024.

**Lugar:** Rta. Chiguay, Prov. Chiguay, Reg. Llanquihue.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOPQUINES PEATONALES**       $F'c = 290 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO:**

1- Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I  
2- Peso específico : 137 Kg/cm<sup>3</sup>

**AGREGADOS:**

**Agregado Res:**

Cantón : Tres Tonos-Ferretado.	
1- Peso específico de :	2.64 gr/cm <sup>3</sup>
2- Peso específico de :	2.65 gr/cm <sup>3</sup>
3- Peso unitario suelto :	1647.95 Kg/m <sup>3</sup>
4- Peso unitario compacto :	1742.79 Kg/m <sup>3</sup>
5- % de absorción :	1.80 %
6- Contenido de humedad :	1.10 %
7- Módulo de Roca :	2.93

**Agregado grueso :**

Cantón : Condado-Tres Tonos-Ferretado.	
1- Peso específico de masa :	2.11 gr/cm <sup>3</sup>
2- Peso específico de masa :	2.14 gr/cm <sup>3</sup>
3- Peso unitario suelto :	1371.07 Kg/m <sup>3</sup>
4- Peso unitario compacto :	1587.39 Kg/m <sup>3</sup>
5- % de absorción :	1.16 %
6- Contenido de humedad :	0.89 %
7- Tamaño máximo :	1/2" Pdg.
8- Tamaño máximo cuasas :	3/8" Pdg.

**Agregado grueso reciclado :**

Cantón : Material Reciclado.	
1- Peso específico de masa :	1.99 gr/cm <sup>3</sup>
2- Peso específico de masa :	2.09 gr/cm <sup>3</sup>
3- Peso unitario suelto :	1468.91 Kg/m <sup>3</sup>
4- Peso unitario compacto :	1527.44 Kg/m <sup>3</sup>
5- % de absorción :	1.76 %
6- Contenido de humedad :	0.21 %
7- Tamaño máximo :	1/2" Pdg.
8- Tamaño máximo cuasas :	3/8" Pdg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulada que pasa
3/8"	0.00	100.00
Nº4	0.96	99.04
Nº10	4.79	95.21
Nº16	25.26	74.74
Nº30	35.19	64.81
Nº50	24.23	40.58
Nº100	7.53	33.05
TOTAL	1.86	0.00

Malla	% Retenido	% Acumulada que pasa
3/4"	0.00	100.00
1/2"	0.00	100.00
3/8"	0.45	99.55
Nº4	32.71	66.84
Nº8	21.05	45.79
Nº16	6.21	39.58
Nº30	2.54	37.04
TOTAL	1.23	0.00

Malla	% Retenido	% Acumulada que pasa
3/4"	0.00	100.00
1/2"	0.00	100.00
3/8"	0.99	99.01
Nº4	42.05	56.96
Nº8	15.32	41.64
Nº16	6.23	35.41
Nº30	5.32	30.09
TOTAL	0.99	0.00







Henry Madden  
Calleo  
USAT  
LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
USAT  
TECNOLÓGICO LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 2 de 2

**Titular:** Chullique Olivera Rivas Ricardo  
**Solicitante:** Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis:** Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
**Lugar:** Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque  
**Fecha de emisión:** 9

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONALES**  $F_c = 290 \text{ kg/cm}^2$

**Parámetros de diseño (ACI):**

Resistencia Promedio	$F_{cr}$	=	374	kg/cm <sup>2</sup>	
Relación Agua Cemento de Diseño	A/C	=	0.46		
Agua de Mezclado		=	193.25	lt/m <sup>3</sup>	
Contenido de aire atrapado	%A	=	3.0	%	
Factor Cemento	F.C	=	10.0	bol/m <sup>3</sup>	
Contenido de agregado grueso natural	A.G (70%)	=	471.62	kg/m <sup>3</sup>	680.55 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso reciclado	A.G.R (30%)	=	208.83	kg/m <sup>3</sup>	

**Diseño:**

**1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS**

Cemento	=	0.143	m <sup>3</sup>
Agua	=	0.193	m <sup>3</sup>
Aire	=	0.030	m <sup>3</sup>
A.Gruoso	=	0.221	m <sup>3</sup>
A.Gruoso	=	0.103	m <sup>3</sup>
Total	=	0.690	m <sup>3</sup>

**2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen absoluto:	0.310	m <sup>3</sup>
Peso seco:	818.53	kg/m <sup>3</sup>

**3. VALORES DE DISEÑO:**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño:	193.35	lt
A. Fino Seco:	818.53	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Seco:	471.62	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso, R Seco:	208.83	kg/m <sup>3</sup>

**4. CORRECCION POR HUMEDAD**

<b>Pesos Húmedos</b>			
A. Fino Húmedo	828.01	kg/m <sup>3</sup>	
A. Grueso Húmedo	474.88	kg/m <sup>3</sup>	
A. G. R. Húmedo	209.05	kg/m <sup>3</sup>	
<b>Humedad Superficial</b>			
A. Fino:	-0.72	%	
A. Grueso:	-0.46	%	
A. Grueso R.:	-1.65	%	
<b>Aporte de Humedad de los Agregados</b>			
A. Fino:	-5.95	lt/m <sup>3</sup>	
A. Grueso:	-2.19	lt/m <sup>3</sup>	
A. Grueso R.:	-3.45	lt	
Agua Efectiva:	204.94	lt	

**5. PESOS CORREGIDOS**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva:	204.94	lt
A. Fino Húmedo:	828.01	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Húmedo:	474.88	kg/m <sup>3</sup>
A. G. R. Húmedo:	209.05	kg/m <sup>3</sup>


**Resultados:**

	Cemento	A. Fino	A. Grueso	A.G.R	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.95	1.12	0.49	20.54	lt/bol
Proporción en volumen :	1.00	1.78	1.23	0.50	20.54	lt/bol

*Henry Rivas Enciso Obispo*  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



Anexo 26. Diseño de mezcla, 40% AGR-CTico



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MORGUEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag 1 de 2

**Título:** Cálculo Óptima Brava Pizarra  
**Solicitante:** Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tema:** Uso del agregado reciclado de centros autoriza para la fabricación de adobe de concreto geosintético - Octubre 2014  
**Lugar:** Dpto. Chiloay, Prov. Chiloay, Reg. La Araucanía.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATORIALES**       $F'c = 290 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO:**  
1- Tipo de cemento - Geosintético Portland Tipo I  
2- Peso específico - 2,97 kg/cm<sup>3</sup>

**AGREGADOS:**  
**Agregado fino:**  
Cantera - Tres Torres-Peritudo  
1- Peso específico de 2,94 gr/cm<sup>3</sup>  
2- Peso específico de 2,89 gr/cm<sup>3</sup>  
3- Peso unitario real 1547,98 kg/m<sup>3</sup>  
4- Peso unitario nom. 1742,78 kg/m<sup>3</sup>  
5- % de absorción 1,88 %  
6- Contenido de humedad 1,16 %  
7- Módulo de fractura 2,93

**Agregado grueso:**  
Cantera - (Cofre) Tres Torres-Peritudo  
1- Peso específico de masa 2,11 gr/cm<sup>3</sup>  
2- Peso específico de masa 2,14 gr/cm<sup>3</sup>  
3- Peso unitario real 1371,37 kg/m<sup>3</sup>  
4- Peso unitario compacto 1387,39 kg/m<sup>3</sup>  
5- % de absorción 1,18 %  
6- Contenido de humedad 0,89 %  
7- Tamaño máximo 1/2" Pulg.  
8- Tamaño máximo nominal 3/8" Pulg.

**Agregado grueso reciclado:**  
Cantera - Material Reciclado  
1- Peso específico de masa 1,99 gr/cm<sup>3</sup>  
2- Peso específico de masa 2,03 gr/cm<sup>3</sup>  
3- Peso unitario real 1468,91 kg/m<sup>3</sup>  
4- Peso unitario compacto 1527,44 kg/m<sup>3</sup>  
5- % de absorción 1,78 %  
6- Contenido de humedad 8,11 %  
7- Tamaño máximo 1/2" Pulg.  
8- Tamaño máximo nominal 3/8" Pulg.

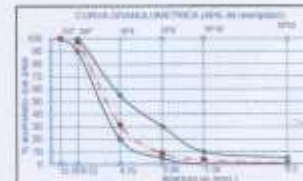
**Gradometría:**

Medida	% Retenido	% Acreditado que pasa
5/8"	0,00	100,00
3/4"	0,00	99,04
1/2"	4,70	94,34
3/8"	23,38	76,62
20#	31,18	68,82
16#	24,27	75,73
12#	7,50	92,50
FONDO	1,88	98,12

Medida	% Retenido	% Acreditado que pasa
3/4"	0,00	100,00
1/2"	0,00	100,00
3/8"	5,65	94,35
20#	32,71	67,29
16#	31,65	68,35
12#	6,21	93,79
10#	2,56	97,44
FONDO	1,23	98,77


Medida	% Retenido	% Acreditado que pasa
3/4"	0,00	100,00
1/2"	0,00	100,00
3/8"	2,07	97,93
20#	14,82	85,18
16#	22,56	77,44
12#	3,28	96,72
10#	0,11	99,89
FONDO	0,26	99,74







Henry Rivas  
Oblicón  
TEC. LABORATORIO  
USAT





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
USAT  
CORPO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TÓRIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 2 de 2

**Testista:** Challoque Olivera Bryan Ricardo  
**Solicitante:** Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Teste:** Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
**Lugar:** Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque  
**Fecha de emisión:** 0

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONALES**  $F'c = 290 \text{ kg/cm}^2$

**Parámetros de diseño (ACT):**

Resistencia Promedio	$F'cr$	=	374	kg/cm <sup>2</sup>	
Relación Agua Cemento de Diseño	$A/C$	=	0.46		
Agua de Mezclado		=	193.35	Lt/m <sup>3</sup>	
Contenido de aire atrapado	%A	=	3.0	%	
Factor Cemento	$F.C$	=	10.0	bol/m <sup>3</sup>	
Contenido de agregado grueso natural	A.G (60%)	=	404.24	kg/m <sup>3</sup>	682.69 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso reciclado	A.G.R (40%)	=	278.44	kg/m <sup>3</sup>	

**Diseño:**

**1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS**

Cemento	=	0.143	m <sup>3</sup>
Agua	=	0.193	m <sup>3</sup>
Aire	=	0.030	m <sup>3</sup>
A.Grueso	=	0.189	m <sup>3</sup>
A.Grueso:	=	0.137	m <sup>3</sup>
<b>Total</b>	<b>=</b>	<b>0.693</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

**2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen absoluto:	0.307	m <sup>3</sup>
Peso seco:	811.23	kg/m <sup>3</sup>

**3. VALORES DE DISEÑO:**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño:	193.35	Lt
A. Fino Seco:	811.23	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Seco:	404.24	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso. R. Seco:	278.44	kg/m <sup>3</sup>

**4. CORRECCION POR HUMEDAD**

<b>Pesos Húmedos</b>		
A. Fino Húmedo	820.63	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Húmedo	407.04	kg/m <sup>3</sup>
A. G. R. Húmedo:	278.74	kg/m <sup>3</sup>

<b>Humedad Superficial</b>		
A. Fino:	-0.72	%
A. Grueso:	-0.46	%
A. Grueso R.:	-1.65	%

**Aporte de Humedad de los Agregados**

A. Fino:	-5.90	Lt/m <sup>3</sup>
A. Grueso:	-1.88	Lt/m <sup>3</sup>
A. Grueso R.:	-4.60	Lt
Agua Efectiva:	205.73	Lt

**5. PESOS CORREGIDOS**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva:	205.73	Lt
A. Fino Húmedo:	820.63	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Húmedo:	407.04	kg/m <sup>3</sup>
A. G. R. Húmedo:	278.74	kg/m <sup>3</sup>

**Resultados:**

	Cemento	A. Fino	A. Grueso	A.G.R.	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.94	0.96	0.66	20.62	lt/bol
Proporción en volumen :	1.00	1.76	1.05	0.50	20.62	lt/bol

*[Handwritten Signature]*  
 Henry Rivas de la Cruz Obispo  
 Tec. Laboratorio USAT



Anexo 27. Diseño de mezcla, 50% AGR-CTico



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



**Ticketa** : Chibayo Obispo Reyes Ricardo  
**Indicador** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tema** : Uso del agregado reciclado de cemento curado para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chibayo 2024  
**Lugar** : Dist. Chibayo, Prov. Chibayo, Reg. Lambayeque

Fig. 1 de 2

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONALES**       $F_c = 290 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO:**  
1- Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I  
2- Peso específico : 2.97  $\text{kg/cm}^3$

**AGREGADOS:**  
**Agregado fino:**  
Cuentas : Tipo Triaxo-Perforado:

1- Peso específico de	2.44	$\text{gr/cm}^3$
2- Peso específico de	2.49	$\text{gr/cm}^3$
3- Peso unitario suelto	1447.96	$\text{kg/m}^3$
4- Peso unitario compacto	1742.79	$\text{kg/m}^3$
5- % de absorción	1.88	%
6- Contenido de humedad	1.14	%
7- Módulo de Rotura	2.93	

**Agregado grueso:**  
Cuentas : Grésfilo-Triaxo-Perforado:

1- Peso específico de masa	2.11	$\text{gr/cm}^3$
2- Peso específico de masa	2.14	$\text{gr/cm}^3$
3- Peso unitario suelto	1271.07	$\text{kg/m}^3$
4- Peso unitario compacto	1507.29	$\text{kg/m}^3$
5- % de absorción	1.14	%
6- Contenido de humedad	0.81	%
7- Tamaño máximo	1/2"	Pulg.
8- Tamaño máximo nominal	3/8"	Pulg.

**Agregado grueso reciclado:**  
Cuentas : Material Reciclado:

1- Peso específico de masa	1.99	$\text{gr/cm}^3$
2- Peso específico de masa	2.03	$\text{gr/cm}^3$
3- Peso unitario suelto	1468.95	$\text{kg/m}^3$
4- Peso unitario compacto	1537.44	$\text{kg/m}^3$
5- % de absorción	1.76	%
6- Contenido de humedad	0.11	%
7- Tamaño máximo	1/2"	Pulg.
8- Tamaño máximo nominal	3/8"	Pulg.

**Gravimetría:**

Malla	% Retenido	% Acumulado por paso
3/8"	0.00	100.00
Nº4	0.54	99.46
Nº8	4.78	94.68
Nº16	25.54	69.14
Nº30	35.19	33.95
Nº50	24.23	9.72
Nº100	3.50	1.00
FINCIE	1.84	0.00

Malla	% Retenido	% Acumulado por paso
3/8"	0.00	100.00
1/2"	0.00	100.00
3/8"	0.05	99.95
Nº4	12.71	87.24
Nº8	21.65	65.59
Nº16	6.21	59.38
Nº30	2.54	56.84
FINCIE	1.23	55.61

Malla	% Retenido	% Acumulado por paso
3/4"	0.00	100.00
1/2"	0.00	100.00
3/8"	1.78	98.22
Nº16	31.43	66.79
Nº30	28.11	38.68
Nº16	18.24	20.44
Nº30	4.21	16.23
FINCIE	0.20	16.03









Henry Obispo Reyes  
Ing. Laboratorio  
USAT







UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 2 de 2

**Testista** : Chaoque Olivera Bryan Ricardo  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Teste** : Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal - Chiclayo 2024  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : 0

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA ADOQUINES PEATONALES**  $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$

**Parametros de diseño (ACT):**

Resistencia Promedio	$f'cr$	=	374	kg/cm <sup>2</sup>	
Relación Agua Cemento de Diseño	A/C	=	0.46		
Agua de Mezclado		=	193.35	lt/m <sup>3</sup>	
Contenido de aire atrapado	%A	=	3.0	%	
Factor Cemento	F.C	=	10.0	bol/m <sup>3</sup>	
Contenido de agregado grueso natural	A.G (50%)	=	336.87	kg/m <sup>3</sup>	684.92 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso reciclado	A.G.R (50%)	=	348.05	kg/m <sup>3</sup>	

**Diseño:**

**1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS**

Cemento	=	0.143	m <sup>3</sup>
Agua	=	0.193	m <sup>3</sup>
Aire	=	0.030	m <sup>3</sup>
A.Gruoso	=	0.158	m <sup>3</sup>
A.Gruoso R.	=	0.172	m <sup>3</sup>
Total	=	0.695	m <sup>3</sup>

**2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen absoluto:	0.305	m <sup>3</sup>
Peso seco:	803.94	kg/m <sup>3</sup>

**3. VALORES DE DISEÑO:**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño:	193.35	Lt
A. Fino Seco:	803.94	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Seco:	336.87	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso R. Seco:	348.05	kg/m <sup>3</sup>

**4. CORRECCION POR HUMEDAD**

<b>Pesos Húmedos</b>		
A. Fino Húmedo	813.26	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Húmedo	339.20	kg/m <sup>3</sup>
A. G. R. Húmedo	348.42	kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad Superficial</b>		
A. Fino:	-0.72	%
A. Grueso:	-0.46	%
A. Grueso R.:	-1.65	%
<b>Aporte de Humedad de los Agregados</b>		
A. Fino:	-5.84	lt/m <sup>3</sup>
A. Grueso:	-1.57	lt/m <sup>3</sup>
A. Grueso R.:	-5.75	Lt
Agua Efectiva:	206.51	Lt

**5. PESOS CORREGIDOS**

Cemento:	424.01	kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva:	206.51	Lt
A. Fino Húmedo:	813.26	kg/m <sup>3</sup>
A. Grueso Húmedo:	339.20	kg/m <sup>3</sup>
A. G. R. Húmedo:	348.42	kg/m <sup>3</sup>

**Resultados:**

	Cemento	A. Fino	A. Grueso	A.G.R	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.92	0.80	0.82	20.70	lt/bol
Proporción en volumen :	1.00	1.75	0.88	0.84	20.70	lt/bol

*Henry Rivadeneira Oblass*  
 Tcn. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 28. f'c, MP- CTI



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO (CEMENTO TIPO I)			
TORN:	UNO DEL ACREDITADO NICOLADO DE CERÁMICA SANTIAGO PARA LA FABRICACION DE ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO CHILAYO 2021		
UBICACION:	CHILAYO - CHILAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	CIATIQUE OLIVERA, BEYAN ESCOBAR	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION
TITULO:	UNIDADES DE ACABADERIA, Método de ensayo y ensayo de unidades de acabado de concreto	NORMATIVA:	NTP 305-000.2002
FECHA ENSAYO:	09 de Setiembre de 2023	COLEGIO DE INGENIEROS:	007-2023 GEOHESA

TESTIGO	DENOMINACION COMERCIAL	F'c DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		E D A D O	DATOS DE LA MUESTRA				DATOS DE ENSAYO		
			ELABORACION	ENSAYO		PESO (kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kg)	Resistencia a la Compresión F <sub>c</sub>	
											(kg/cm <sup>2</sup> )	(%)
M-01	MUESTRA PATRON (CEMENTO TI)	280	10/08/2023	17/08/2023	7	3023	20.07	8.02	199.08	44720	224.63	77.65%
M-02	MUESTRA PATRON (CEMENTO TI)	280	10/08/2023	17/08/2023	2	3030	20.07	10.08	202.39	41200	203.86	70.29%
M-03	MUESTRA PATRON (CEMENTO TI)	280	10/08/2023	17/08/2023	7	3084	18.83	10.84	300.10	43700	218.39	75.31%
M-04	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-CM)	280	10/08/2023	24/08/2023	14	2387	18.03	8.08	108.90	42070	214.83	73.89%
M-05	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-CM)	280	10/08/2023	24/08/2023	14	3982	20.11	10.04	201.80	48830	246.89	85.10%
M-06	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-CM)	280	10/08/2023	24/08/2023	14	3050	18.00	10.07	201.00	49920	248.36	85.64%
M-07	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-CM)	280	10/08/2023	31/08/2023	21	2996	20.09	8.08	200.50	58000	294.87	101.57%
M-08	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-CM)	280	10/08/2023	31/08/2023	21	3101	18.00	10.02	200.30	67630	337.83	119.23%
M-09	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-CM)	280	10/08/2023	31/08/2023	21	3050	18.07	10.11	201.90	64800	318.98	110.89%
M-10	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-CM)	280	10/08/2023	07/09/2023	28	3014	20.03	8.08	199.90	77000	388.20	132.80%
M-11	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-CM)	280	10/08/2023	07/09/2023	28	3082	20.10	10.07	202.40	63200	312.54	107.77%
M-12	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-CM)	280	10/08/2023	07/09/2023	28	3021	18.00	10.11	201.80	60810	301.34	103.91%

*Orlando Alfo Vasquez Cerquera*  
**ORLANDO ALFO VASQUEZ CERQUERA**  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 248900

*Jorge Luis Santisteban Alejandro*  
 UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 INGENIERIA TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES  
**Jorge Luis Santisteban Alejandro**  
 LABORATORISTA

*Henry Rivas Obillas*  
 Henry Rivas Obillas  
 T.C. LABORATORISTA  
 USAT



**GRUPO GEOHESA E.L.R.L.**  
 DIRECCIÓN: Tabuantelesuyo N°1570  
 Distrito de Chilcayo-Lambayeque

RUC: 10164934743  
 CELULAR: 927569182  
 CORREO: Geohesa@grupo.com



TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 29. f'c, 15% AGR-CTI



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO (15% CSR-CEMENTO TIPO I)			
TIPO:	UNO (SE AGREGA RECIKLADO DE CERAMICA SASTARCA PARA LA FABRICACION DE ADOQUINES DE CONCRETO PEATORAL-CHILAYO 2024)		
DIRECCION:	CHILAYO - CHILAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	CHALLOQUI OLIVERA, BRYAN RICARDO	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION
TITULO:	UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Módulo de concreto y ensayo de unidades de albañería de concreto	NORMATIVA:	NTP 306.804.2002
FECHA ENSAYO:	Jurol, 7 de Setiembre de 2023	CODIGO DE EXPERIENCIA:	007-0013-GEHESA

TESTIGO	DENOMINACION COMERCIAL	F'c DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHAS		E D A D	MEDIDAS DE LA MUESTRA					DATOS DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO (kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (kg)	Resistencia a la Compresión f'c	
											(kg/cm <sup>2</sup> )	(%)
M-01	15%CSR-CEMENTO II	280	10/08/2023	17/08/2023	7	3291	18.93	8.88	190.91	56450	286.48	98.86%
M-02	15%CSR-CEMENTO II	290	10/08/2023	17/08/2023	7	3278	20.09	8.94	190.60	55830	289.78	98.09%
M-03	15%CSR-CEMENTO II	280	10/08/2023	17/08/2023	7	3243	18.96	10.15	202.59	55150	272.22	97.57%
M-04	15%CSR-CEMENTO II	290	10/08/2023	24/08/2023	14	3195	19.87	8.89	190.51	56320	287.61	99.19%
M-05	15%CSR-CEMENTO II	280	10/08/2023	24/08/2023	14	3209	20.12	10.09	203.81	62400	307.37	109.56%
M-06	15%CSR-CEMENTO II	290	10/08/2023	24/08/2023	14	3203	19.92	10.13	201.79	52410	259.73	90.36%
M-07	15%CSR-CEMENTO II	280	10/08/2023	31/08/2023	21	3192	20.03	8.96	199.59	93200	467.62	165.29%
M-08	15%CSR-CEMENTO II	290	10/08/2023	31/08/2023	21	3220	20.06	10.02	201.80	67870	337.68	116.45%
M-09	15%CSR-CEMENTO II	280	10/08/2023	31/08/2023	21	3215	19.98	8.97	199.29	71990	361.24	124.37%
M-10	15%CSR-CEMENTO II	290	10/08/2023	07/09/2023	28	3181	19.07	10.04	200.38	38990	478.73	165.07%
M-11	15%CSR-CEMENTO II	280	10/08/2023	07/09/2023	28	3189	20.11	8.98	200.78	74320	371.26	128.04%
M-12	15%CSR-CEMENTO II	290	10/08/2023	07/09/2023	28	3169	20.01	10.11	202.30	79130	391.25	133.01%

*[Signature]*  
**ORLANDO ALDO VAZQUEZ CERQUERA**  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. C.I.P. 246909

*[Signature]*  
 INGENIERO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, ARQUITECTURA,  
 INGENIERIA TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES  
**Jorge Luis Santisteban Alejandro**  
 LABORATORISTA

*[Signature]*  
**Henry Ruedenya Obilias**  
 T.C. LABORATORISTA  
 USAT

GRUPO GEOHESA E.L.R.L.  
 DIRECCION: Tahmantinsuyo N°1570  
 Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743  
 CELULAR: 927569182  
 CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 30. f'c, 30% AGR-CTI



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO (30% CSR-CTI)			
TIPO:	CNO DEL ACERADO ESTUCCO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO		
UBICACIÓN:	CHILAYO - CHILAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ETIENLOQUE OLIVERA, RYAN RICARDO	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑERÍA, Muestra de pavimento y adoquines de concreto de adobidos de concreto.	NORMATIVA:	HEF 400-044-2001
FECHA ENSAYO:	Junio, 7 de Setiembre de 2023	CODIGO DE EXPERIENCIA:	007-002-06-0005A

TESTIGO	DENOMINACION CONFIGURACION	F <sub>c</sub> DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESTADOS		E S T A D O	DIMENSIONES DE LA MUESTRA					DATOS DE ENSAYO	
			Elaboración	Ensayo		FENÓ	LARGO	ANCHO	AREA	CARGA MÁXIMA	Resistencia a la Compresión F <sub>c</sub>	
											(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
M-41	30%CSR-CTI	200	08/08/2023	17/08/2023	7	3269	19.91	9.96	196.70	44720	225.94	77.42%
M-42	30%CSR-CTI	200	08/08/2023	17/08/2023	7	3290	19.86	9.94	197.41	41830	211.88	73.87%
M-43	30%CSR-CTI	200	08/08/2023	17/08/2023	7	3241	20.04	10.09	202.39	57770	265.81	91.79%
M-44	30%CSR-CTI	200	08/08/2023	24/08/2023	14	3095	19.95	9.94	198.30	52390	263.54	90.87%
M-45	30%CSR-CTI	200	08/08/2023	24/08/2023	14	3209	20.03	9.87	199.70	59010	295.49	101.89%
M-46	30%CSR-CTI	200	08/08/2023	24/08/2023	14	3203	20.08	10.12	203.21	52670	259.19	89.38%
M-47	30%CSR-CTI	200	08/08/2023	31/08/2023	21	3194	19.81	10.02	199.70	73220	368.65	126.47%
M-48	30%CSR-CTI	200	08/08/2023	31/08/2023	21	3119	20.01	9.97	199.50	59490	298.20	102.37%
M-49	30%CSR-CTI	200	08/08/2023	31/08/2023	21	3152	20.06	10.06	202.11	73260	357.64	123.37%
M-50	30%CSR-CTI	200	08/08/2023	07/09/2023	28	3142	19.96	10.02	200.00	74190	369.79	127.52%
M-51	30%CSR-CTI	200	08/08/2023	07/09/2023	28	3170	20.00	9.91	199.00	67320	338.14	116.89%
M-52	30%CSR-CTI	200	08/08/2023	07/09/2023	28	3121	20.86	10.02	201.00	76790	380.74	131.87%

*[Signature]*  
**ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUEIRA**  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 246909

*[Signature]*  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES INDUSTRIALES,  
 INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES  
**Jorge Luis Santisteban Alejandro**  
 LABORATORISTA

*[Signature]*  
**Henry Rivas de Negra**  
 Obisitas  
 INC. LABORATORIO  
 USAT

GRUPO GEOHESA E.L.R.L.  
 DIRECCIÓN: Talamantimayo N°1570  
 Distrito de Chilayo-Lambayeque



RUC: 10164934743  
 CELULAR: 927569182  
 CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 31. f'c, 40% AGR-CTI



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA, INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO (40%-CSR-CTI)			
ITEM:	LMO DEL ADOQUADO RECLAMADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACION DE ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO-CHICLAYO 2024		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - (CHICLAYO) - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	CHIMPOQUE OLIVERA, HRYAM RICARDO	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION
TÍTULO:	CONDICIONES DE ADOQUERÍA: Método de suministro y espacio de instalación de adoberías de concreto	NORMATIVA:	ITEF 100-094-2002
FECHA ENSAYO:	06 de Setiembre de 2023	COBRO DE EXPERIENCIA:	007-2023 GEOHESA

TESTIGO	RENOVACION CODIFICACION	No BARRAS	FECHAS		E D A H	DATOS DE LA MUESTRA						DATOS DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO	LABOR	ANCHO	AREA	CARGA MAXIMA	Resistencia a la Compresión Fc		
											kg/cm2	(%)	
M-01	40%CSR-CTI	300	10/08/2023	17/08/2023	7	3117	28.88	10.07	200.19	63200	316.18	109.00%	
M-01	40%CSR-CTI	200	10/08/2023	17/08/2023	7	3167	18.03	10.04	200.19	55620	177.84	65.83%	
M-01	40%CSR-CTI	300	10/08/2023	17/08/2023	7	3161	20.04	9.92	198.80	53300	208.11	92.43%	
M-04	40%CSR-CTI	200	10/08/2023	24/08/2023	14	3229	19.89	10.02	199.30	38900	205.54	101.91%	
M-05	40%CSR-CTI	200	10/08/2023	24/08/2023	14	3082	20.05	10.10	202.51	64800	319.89	110.34%	
M-06	40%CSR-CTI	200	10/08/2023	24/08/2023	14	3170	19.84	9.96	198.00	37040	201.67	97.15%	
M-07	40%CSR-CTI	200	10/08/2023	21/08/2023	21	3101	20.01	10.04	200.00	54160	269.89	92.90%	
M-08	40%CSR-CTI	200	10/08/2023	21/08/2023	21	3128	19.86	9.97	199.00	60190	347.69	119.89%	
M-09	40%CSR-CTI	200	10/08/2023	21/08/2023	21	2921	19.89	10.02	199.30	50870	285.35	98.40%	
M-09	40%CSR-CTI	200	10/08/2023	07/08/2023	28	3230	20.12	10.04	202.00	74070	369.64	127.40%	
M-11	40%CSR-CTI	200	10/08/2023	07/08/2023	28	3129	19.94	9.96	198.60	72210	363.59	123.56%	
M-12	40%CSR-CTI	200	10/08/2023	07/08/2023	28	3121	20.08	9.94	199.00	83130	414.49	143.62%	

ORLANDO ALDO VARGAS CERQUERA  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP/ 246909

INGENIEROS DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA, INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES  
GRUPO GEOHESA  
Jorge Luis Santibañan Alejandro  
LABORATORISTA

Henry Huandenebra Obillos  
Téc. Laboratorio USAT



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.  
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

RECORD DE LABORATORIO

Anexo 32. f'c, 50% AGR - CTI



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO (50% CSR-CTI)			
TEMA:	UNO DEL MEDIDAZO RECLAMADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO (50% CSR-CTI)		
SUBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	CHARLOQUE OLIVERA, RYAN RICARDO	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Muestra de inversión y ensayo de calidad de albañilería de concreto.	NORMATIVA:	NTF 319.004-2002
FECHA ENSAYO:	06 de Setiembre del 2023	COLEGIO DE INGENIEROS:	097-2023-GEH036

SERIE	DENOMINACION COMERCIAL	Pc DISEÑO (kg/cm²)	FECHA		E D A D	DATOS DE LA MUESTRA					RESULTADO ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO (kg)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	AREA (cm²)	CARGA MÁXIMA (kg)	Resistencia a la Compresión Fc	
											(kg/cm²)	(%)
M-01	SPNCRS-CTI	290	10/06/2023	17/09/2023	7	2957	10.94	10.07	398.00	45500	226.60	76.14%
M-02	SPNCRS-CTI	290	10/06/2023	17/09/2023	7	3142	10.87	10.06	190.00	64200	321.17	110.79%
M-03	SPNCRS-CTI	290	10/06/2023	17/09/2023	5	3132	20.03	9.95	190.30	57300	387.66	99.19%
M-04	SPNCRS-CTI	290	10/06/2023	24/09/2023	14	3122	20.01	10.02	200.50	72200	360.50	124.37%
M-05	SPNCRS-CTI	290	10/06/2023	24/09/2023	14	3070	20.11	10.03	201.90	69500	344.67	118.85%
M-06	SPNCRS-CTI	290	10/06/2023	24/09/2023	14	3097	10.01	9.90	197.31	64000	329.60	113.65%
M-07	SPNCRS-CTI	290	10/06/2023	31/08/2023	21	3017	20.00	10.07	202.31	68000	336.32	115.97%
M-08	SPNCRS-CTI	290	10/06/2023	31/08/2023	21	3101	10.91	10.05	200.10	63340	426.50	147.07%
M-09	SPNCRS-CTI	290	10/06/2023	31/08/2023	21	3080	10.95	9.97	198.90	92340	463.75	159.91%
M-10	SPNCRS-CTI	290	10/06/2023	07/09/2023	28	2988	20.00	9.95	199.00	78200	392.89	135.20%
M-11	SPNCRS-CTI	290	10/06/2023	07/09/2023	28	3005	10.96	9.97	199.00	79800	401.40	138.42%
M-12	SPNCRS-CTI	290	10/06/2023	07/09/2023	28	3125	20.00	10.03	201.40	89100	444.60	153.34%

ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUEIRA  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 246909

INGENIERO DE SUELOS, INGENIERO EN MATERIALES, INGENIERO EN TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES  
CELPI COPIAL  
Jorge Luis Santisteban Alejandro  
LABORATORISTA

Henry Rivas de la Cruz Obillos  
Téc. Laboratorio  
USAT



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.  
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 33. f'c, MP-CTico



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO (CEMENTO TIPO Ico)			
TIPO:	TIPO DEL AGREGADO RECYCLADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PLANTAL-CHICLAYO 204		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
PROYECTO/VE:	CHALOUCE OLIVERA - SEYAN SEVARDI	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Módulos de muros y muros de retención de albañilería de concreto	NORMATIVA:	DTP 101.004.2002
FECHA ENSAYO:	desde: 7 de Setiembre de 2023	CÓDIGO DE EXPERIMENTO:	097-2023-GEHESA

TESTIGO	DENOMINACION COMERCIAL	F <sub>c</sub> MPa	FECHA		E D A D	DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO	LARGO	ANCHO	AREA	FORMA MUESTRA	Resistencia a la Compresión F <sub>c</sub>	
											kg/cm <sup>2</sup>	MPa
M-01	MUESTRA PATRON (CEMENTO Tipo)	280	10/08/2023	17/08/2023	7	1257	20.08	9.98	200.48	45080	224.95	73.37%
M-02	MUESTRA PATRON (CEMENTO Tipo)	280	09/08/2023	17/08/2023	7	2801	19.99	10.03	200.38	34780	173.47	50.82%
M-03	MUESTRA PATRON (CEMENTO Tipo)	280	10/08/2023	17/08/2023	7	3112	20.04	10.05	201.48	48070	238.88	82.38%
M-04	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-C80)	290	10/08/2023	24/08/2023	14	3111	19.95	9.82	187.90	61820	312.27	107.72%
M-05	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-C80)	290	10/08/2023	24/08/2023	14	3098	20.01	9.87	198.70	62880	312.87	107.89%
M-06	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-C80)	290	10/08/2023	24/08/2023	14	3075	20.08	10.06	200.60	47410	236.16	81.99%
M-07	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-C80)	290	10/08/2023	31/08/2023	21	3090	19.97	9.85	198.70	60830	305.13	105.12%
M-08	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-C80)	290	10/08/2023	31/08/2023	21	3177	20.04	10.03	201.00	60540	305.19	101.89%
M-09	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-C80)	290	10/08/2023	31/08/2023	21	3087	19.94	9.99	193.20	57730	289.85	101.49%
M-10	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-C80)	290	10/08/2023	07/09/2023	20	3139	20.12	9.98	200.80	58150	292.09	100.72%
M-11	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-C80)	290	10/08/2023	07/09/2023	20	3082	20.06	10.02	201.38	52210	304.18	113.89%
M-12	MUESTRA PATRON (CEMENTO II-C80)	290	10/08/2023	07/09/2023	20	3132	19.93	9.95	198.10	60290	405.34	138.74%

ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUEIRA  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 246909

INGENIERO EN SECC. CIVIL Y MATERIALES ARQUITECTA  
REG. CIP. 13034747 Y 13034748  
Jorge Luis Santisteban Alejandra  
LABORATORISTA

Henry  
Rivadeneira  
Ojales  
Tec. Laboratorio  
USAT



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.  
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164924743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 34. f'c, 15% AGR-CTico



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO (15% CSR- CEMENTO TIPO Ico)			
TIPO:	SBO DEL ABREGADO RECICLADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO REFORZADO-CHICLAYO 204		
DIRECCIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LANBAYQUE		
PROYECTO:	CERAMIQUE OLIVIERA-BRYAN RIJARDO		
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: Módulo de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.	ENSAJO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
FECHA ENSAYO:	07nov. 7 de Noviembre de 2023	NORMATIVA:	NTC 661046-2007
		CÓDIGO DE EXPERIENCIA:	INT-2023-00000000

TESTIGO	DENOMINACION CODIFICACION	F <sub>c</sub> DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		N <sup>o</sup> de AD B	DIMENSIONES DE LA MUESTRA						VALOR DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		LARGO	ANCHO	AREA	CARGA MAXIMA	Resistencia a la Compresión f'c			
										(kg/cm <sup>2</sup> )	(%)		
M-01	15%CSR-CEMENTO Des	200	10/08/2023	17/08/2023	7	3088	18.36	18.02	200.06	48830	244.18	83.83%	
M-02	15%CSR-CEMENTO Des	200	10/08/2023	17/08/2023	7	3016	20.01	9.91	198.30	62130	212.42	108.07%	
M-03	15%CSR-CEMENTO Des	200	10/08/2023	17/08/2023	7	3069	20.11	9.95	200.08	59870	294.21	101.45%	
M-04	15%CSR-CEMENTO Des	200	10/08/2023	24/08/2023	14	3170	18.07	8.96	198.98	61810	310.76	107.16%	
M-05	15%CSR-CEMENTO Des	200	10/08/2023	24/08/2023	14	3062	18.92	18.45	199.20	65070	325.03	112.88%	
M-06	15%CSR-CEMENTO Des	200	10/08/2023	24/08/2023	14	3029	20.07	9.97	200.10	60910	304.40	101.97%	
M-07	15%CSR-CEMENTO Des	200	10/08/2023	31/08/2023	21	3091	20.03	10.90	218.33	84220	385.79	133.02%	
M-08	15%CSR-CEMENTO Des	200	10/08/2023	31/08/2023	21	3110	18.96	10.05	198.60	73110	374.43	129.17%	
M-09	15%CSR-CEMENTO Des	200	10/08/2023	31/08/2023	21	3127	18.88	10.01	199.70	70580	360.38	132.20%	
M-10	15%CSR-CEMENTO Des	200	10/08/2023	07/09/2023	28	3050	20.00	10.01	201.30	91070	452.41	158.00%	
M-11	15%CSR-CEMENTO Des	200	10/08/2023	07/09/2023	28	3183	18.90	9.98	199.50	89900	446.82	153.27%	
M-12	15%CSR-CEMENTO Des	200	10/08/2023	07/09/2023	28	3008	20.02	10.04	201.00	77710	386.67	133.32%	

ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUEZA  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. GIP. 246909

GRUPO GEOHESA  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES  
Jorge Luis Santisfeban Alejandro  
LABORATORISTA

Henry Rivasdenry Obispo  
Téc. Laboratorio  
USAT



GRUPO GEOHESA E.R.L.  
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 35. f'c, 30% AGR-CTico



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA, INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO (30% CSR-CTico)			
TRAB:	USO DEL ABREVADO RECETADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PEATONAL-CHILAYO 2024		
UBICACIÓN:	CHILAYO - CHILAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	OSAPLOQUE OLIVERA, BEYAN RICARDO	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.	NORMATIVA:	NTP 319.004.100
FECHA ENSAYO:	Junio, 7 de Setiembre de 2023	CÓDIGO DE EXPEDIENTE:	NP-2023-GEOHESA

TESTIGO	DENOMINACION/ CODIFICACION	Fv BOLSO dograd	FECHA		E D A D	DATOS DE LA MUESTRA					RESULTADO DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PERO (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	AREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kg)	Resistencia a la Compresion f'c	
											(kg/cm <sup>2</sup> )	(%)
M-01	30%CSR-CTico	250	10/08/2023	17/08/2023	7	3150	10.91	9.99	190.10	44230	222.15	78.60%
M-02	30%CSR-CTico	250	10/08/2023	17/08/2023	7	3118	10.95	10.84	200.30	52900	264.41	91.17%
M-03	30%CSR-CTico	250	10/08/2023	17/08/2023	7	3107	10.87	10.83	201.30	55500	258.87	85.51%
M-04	30%CSR-CTico	200	10/08/2023	24/08/2023	14	3078	10.94	9.88	190.00	59400	298.94	103.00%
M-05	30%CSR-CTico	200	10/08/2023	24/08/2023	14	3072	10.86	10.02	201.00	55500	281.89	96.93%
M-06	30%CSR-CTico	200	10/08/2023	24/08/2023	14	3101	10.91	10.11	201.20	71170	353.97	121.02%
M-07	30%CSR-CTico	200	10/08/2023	31/08/2023	21	3086	10.90	9.98	199.40	65440	328.18	113.17%
M-08	30%CSR-CTico	200	10/08/2023	31/08/2023	21	3088	10.85	10.01	200.70	65970	328.70	113.34%
M-09	30%CSR-CTico	200	10/08/2023	31/08/2023	21	3087	10.97	10.11	201.00	69150	342.50	118.00%
M-10	30%CSR-CTico	200	10/08/2023	07/09/2023	28	2944	10.96	10.02	200.00	70250	350.00	120.00%
M-11	30%CSR-CTico	200	10/08/2023	07/09/2023	28	3078	10.94	9.97	198.80	71300	358.60	123.07%
M-12	30%CSR-CTico	200	10/08/2023	07/09/2023	28	3100	10.88	9.94	199.10	75420	363.74	123.43%

ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUERA  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 246809

INGENIERO DE ALLE, TECNICA Y SERVICIOS GENERALES  
ALBAÑILERIA, TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES  
GRUPO GEOHESA  
Jorge Luis Santibañán Alejandro  
LABORATORISTA

Henry Rivas Obilias  
Téc. Laboratorio  
USAT



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.  
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164954743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 36. f'c, 40% AGR-CTico



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA, INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO (40% CSR-CTico)			
UBICACION:	UNO DEL AGREGADO RECYCLADO DE CERAMICA SUETARIA PARA LA FABRICACION DE ADOQUINES DE CONCRETO PLANTONAL CHICLAYO 2024		
UBICACION:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	CHATOQUE OLIVERA, IVAN RICARDO	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION
TITULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERIA, Sistema de ensayo y ensayo de unidades de albañileria de concreto.	NORMATIVA:	REP 014.004.200
FECHA ENSAYO:	Series: 7 de Diciembre de 2023	CODIGO DE EXPERIMENTO:	REP-2023-GEOHESA

SERIE	DENOMINACION/UBICACION	F'c DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		E D A D	DATOS DE LA MUESTRA					RESULTADO ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO (kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CUBETA MUESTRA (kg)	Resistencia a la Compresion Fc	
											(kg/cm <sup>2</sup> )	(%)
M-43	40%CSR-CTico	200	10/06/2023	17/08/2023	7	3120	18.97	10.02	200.10	3400	174.71	60.25%
M-44	40%CSR-CTico	200	10/06/2023	17/08/2023	7	3072	20.05	9.87	199.00	40250	201.20	68.38%
M-45	40%CSR-CTico	250	10/08/2023	17/08/2023	7	3053	20.02	9.87	199.20	33040	188.84	73.60%
M-46	40%CSR-CTico	250	10/08/2023	24/08/2023	14	3070	20.08	10.02	201.20	42700	311.82	107.50%
M-48	40%CSR-CTico	250	10/08/2023	26/08/2023	14	3093	19.97	9.82	198.10	44300	324.98	112.00%
M-46	40%CSR-CTico	250	10/08/2023	24/08/2023	14	2977	20.01	9.87	198.50	39130	296.33	102.20%
M-47	40%CSR-CTico	250	10/08/2023	31/08/2023	21	3170	20.07	10.02	201.10	42780	217.20	106.30%
M-48	40%CSR-CTico	250	10/08/2023	31/08/2023	21	3077	19.93	9.97	198.70	44470	325.46	112.20%
M-49	40%CSR-CTico	250	10/08/2023	31/08/2023	21	3096	19.98	10.02	200.80	44130	340.79	117.51%
M-49	40%CSR-CTico	250	10/08/2023	07/09/2023	28	3167	19.90	9.95	198.40	70900	298.22	123.50%
M-11	40%CSR-CTico	250	10/08/2023	07/09/2023	28	3119	20.06	10.07	202.71	81900	405.28	150.75%
M-17	40%CSR-CTico	250	10/08/2023	07/09/2023	28	3127	20.11	10.06	202.71	92280	468.69	178.80%

ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 246909

INGENIERO CIVIL EN CONCRETO Y MATERIALES  
INGENIERO CIVIL EN TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES  
Jorge Luis Santisteban Alejandro  
LABORATORISTA

Henry Roldan  
Olivas  
Ing. Laboratorio  
USAT



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.  
DIRECCION: Talmantinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 37. f'c, 50% AGR-CTico



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA, INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO (50% CSR-CTico)			
TIPO:	ENY DEL ABRIGADO RECUBIADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACION DE ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO, CHILAYO 2024		
UBICACIÓN:	CHILAYO - CHILAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	CRISTÓFORO OLIVERA, BEJAR EDUARDO	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo y ensayo de unidades de albañería de concreto.	NORMATIVA:	NTP 130.004 2002
FECHA ENSAYO:	desde 7 de febrero de 2023	CODIGO DE ENTRENAMIENTO:	007-023-GEHESA

SERIE	DENOMINACION CODIFICACION	F <sub>c</sub> DISEÑO	FECHA		E D A B	DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO	LARGO	ANCHO	AREA	CARGA MAXIMA	Resistencia a la Compresión F <sub>c</sub>	
											kg/cm <sup>2</sup>	MPa
M-41	SPACES-CTI	200	10/08/2023	17/08/2023	7	3002	18.99	33.00	199.90	40132	246.87	83.11%
M-42	SPACES-CTI	200	10/08/2023	17/08/2023	7	3057	19.94	30.01	199.60	39450	192.64	66.47%
M-43	SPACES-CTI	200	10/08/2023	17/08/2023	7	3151	20.00	9.95	199.00	43480	228.34	76.67%
M-44	SPACES-CTI	200	10/08/2023	24/08/2023	14	3073	20.02	10.00	200.20	73689	368.88	130.02%
M-45	SPACES-CTI	200	10/08/2023	24/08/2023	14	3119	19.93	10.00	200.50	81140	444.90	153.31%
M-46	SPACES-CTI	200	10/08/2023	24/08/2023	14	3172	20.07	9.94	199.50	55950	279.56	96.54%
M-47	SPACES-CTI	200	10/08/2023	31/08/2023	21	3121	19.95	9.98	199.10	79540	398.49	137.44%
M-48	SPACES-CTI	200	10/08/2023	31/08/2023	21	3079	20.06	9.95	199.60	80130	401.50	138.42%
M-49	SPACES-CTI	200	10/08/2023	31/08/2023	21	3044	20.01	10.04	200.50	81701	407.07	140.33%
M-50	SPACES-CTI	200	10/08/2023	07/09/2023	28	3139	19.94	9.93	198.00	105650	536.42	178.77%
M-51	SPACES-CTI	200	10/08/2023	07/09/2023	28	3053	20.09	10.07	201.30	100690	498.70	171.87%
M-52	SPACES-CTI	200	10/08/2023	07/09/2023	28	3122	20.01	10.02	200.50	77730	387.68	133.88%

**ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA**  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG./CIP. 246909

INGENIERO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA, INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES  
LABORATORISTA  
**Jorge Luis Santolucito Alejandro**

**Henry Rivas**  
C.O. 100000000  
USAT



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.  
DIRECCIÓN: Tulumayo N°1570  
Distrito de Chilayo-Lambayeque

RUC: 10164934743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 38. Resistencia a la flexotracción, CTI

**GRUPO GEOHESA**

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (CEMENTO TIPO I)**

YESOS: USO DEL AGREGADO RECLAMADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE ADOSQUES DE CONCRETO PLASTORAL-CIBELAYO 2024	ENLACE: RESISTENCIA FLEXIÓN
UBICACION: CHILAYO - CIBELAYO - LAMBAYEQUE	NORMA/BC: INTTC-399.124-1988
SOLICITANTE: UNIDAD QUE GE PTEBA, BRVANI EDUARDO	CORREO DE ENTREGA: 097-2023@GEOHESA
TITULO: MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN	
FECHA ENSAYO: agosto 7 de Noviembre de 2023	

N° MUESTRA DE LA UNIDAD	DESCRIPCIÓN	FECHA		Lar	Carga (kg)	DIMENSIONES		Carga Máxima (N)	Resistencia a la Tracción por Flexión (Mpa)	Resistencia a la Tracción por Flexión (Mpa)
		ELABORACIÓN	ROTURA			Espesor (mm)	Ancho (mm)			
M-1	MUESTRA	07/11/2023	07/11/2023	100.00	2319	69.05	150.02	25861.1	11.18	11.18
M-2	PATRON I	07/11/2023	07/11/2023	100.00	2048	69.05	90.97	20017.4	9.82	9.70
M-3		07/11/2023	07/11/2023	100.00	1584	70.02	150.01	15489.8	7.59	
M-4		07/11/2023	07/11/2023	100.00	2138	69.08	90.99	20893.3	10.24	
M-5	1% CSR-CTI	07/11/2023	07/11/2023	100.00	2318	70.04	90.99	25851.1	11.09	10.65
M-6		07/11/2023	07/11/2023	100.00	2218	69.06	150.01	21885.1	10.63	
M-7		07/11/2023	07/11/2023	100.00	2578	69.01	150.08	25211.7	11.37	
M-8	30% CSR-CTI	07/11/2023	07/11/2023	100.00	1918	70.05	90.96	18731.1	9.17	11.18
M-9		07/11/2023	07/11/2023	100.00	2480	69.04	150.01	24338.8	11.93	
M-10		07/11/2023	07/11/2023	100.00	2475	69.04	150.04	24337.7	11.88	
M-11	40% CSR-CTI	07/11/2023	07/11/2023	100.00	2540	70.01	100.00	24017.4	11.26	11.80
M-12		07/11/2023	07/11/2023	100.00	2350	69.08	90.98	23083.3	11.90	
M-13		07/11/2023	07/11/2023	100.00	2320	69.05	90.97	23067.6	11.76	
M-14	50% CSR-CTI	07/11/2023	07/11/2023	100.00	2420	70.06	100.01	23209.9	10.40	13.72
M-15		07/11/2023	07/11/2023	100.00	2120	69.02	100.06	20792.3	13.06	



**ORLANDO ALDO VASQUEZ CERVENA**  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 248989

RUC: 1016604743  
CELULAR: 92769182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.  
DIRECCIÓN: Tulumayo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

Anexo 39. Resistencia a la flexotracción, CTIco


  
**GRUPO GEOHESA**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
 INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

CERTIFICADO DE ENSAYO:	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (CEMENTO TIPO Eco)	
TIPO DE ENSAYO	USO DEL AGREGADO REICLADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE ADOSQUINIS DE CONCRETO PLASTONAL-CHILAYO 2024
UBICACIÓN	CHILAYO-CHILAYO - LAMBRANTOQUE
SOLICITANTE	CIATIQUE OLIVERA, BRYAN RICARDO
TÍTULO	METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA TRACCION POR FLEXION
FECHA ENSAYO	Normas, 7 de Noviembre de 2023
ENSAYO	RESISTENCIA FLEXION
NORMATIVA	TTRETC 399.124.1948
CORRIDA DE LABORATORIO	007-2023GEOHESA

N° MUESTRA	DESCRIPCION DE LA UNIDAD ELABORACION	FECHA ROTURA	EDAD (días)	Espesor (mm)	Luz (mm)	Carga (kg)	DIMENSIONES		Carga Máxima (N)	Resistencia a la Tracción por Flexión (MPa)	Resistencia a la Tracción por Flexión promedio (MPa)
							Esperar (mm)	Ancho (mm)			
M-1	10% C38-CT30	07/11/2023	28	70.07	160.00	2226	70.07	160.07	21876.3	10.79	10.79
M-2	10% C38-CT30	07/11/2023	28	70.09	160.00	2226	70.09	160.02	21822.3	10.57	10.54
M-3	10% C38-CT30	07/11/2023	28	69.98	160.00	2205	69.98	159.99	22111.4	11.36	
M-4	10% C38-CT30	07/11/2023	28	69.95	160.00	2205	69.95	159.93	22045.9	11.02	
M-5	10% C38-CT30	07/11/2023	28	69.92	160.00	2185	69.92	159.91	22077.4	9.93	10.39
M-6	10% C38-CT30	07/11/2023	28	69.90	160.00	2175	69.90	159.88	21974.5	10.31	
M-7	10% C38-CT30	07/11/2023	28	69.88	160.00	2175	69.88	159.86	21974.5	11.31	11.70
M-8	10% C38-CT30	07/11/2023	28	69.87	160.00	2175	69.87	159.85	21974.5	11.31	
M-9	10% C38-CT30	07/11/2023	28	69.86	160.00	2175	69.86	159.84	21974.5	11.31	
M-10	10% C38-CT30	07/11/2023	28	69.85	160.00	2175	69.85	159.84	21974.5	11.31	10.79
M-11	10% C38-CT30	07/11/2023	28	69.84	160.00	2175	69.84	159.83	21974.5	11.31	
M-12	10% C38-CT30	07/11/2023	28	69.83	160.00	2175	69.83	159.82	21974.5	11.31	
M-13	10% C38-CT30	07/11/2023	28	69.82	160.00	2175	69.82	159.81	21974.5	11.31	
M-14	10% C38-CT30	07/11/2023	28	69.81	160.00	2175	69.81	159.80	21974.5	11.31	14.62
M-15	10% C38-CT30	07/11/2023	28	69.80	160.00	2175	69.80	159.79	21974.5	11.31	



  
 Heffry Bueland  
 Ingeniero Civil  
 USAT

  
 Jorge Luis Santisteban  
 Ingeniero Civil  
 LABORATORISTA

  
 ORLANDO ALDO WISNER  
 Ingeniero Civil Ambiental  
 REG. CIP 248809

RUC: 10164934743  
 CELULAR: 927869182  
 CORREO: Geohesa@grupos.com

GRUPO GEOHESA, E.I.R.L.  
 DIRECCIÓN: Tabambosaya N°1578  
 Distrito de Chichyo-Lambayeque

Anexo 40. Resistencia a la abrasión, CTI



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

<b>CERTIFICADO DE ENSAYO:</b> <b>ABRASIÓN (CEMENTO TIPO I)</b>	
TIPO DE ENSAYO:	USO DEL AGREGADO RECICLADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE ADQUINES DE CONCRETO PREATORAL-CHICLAYO 304
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
SOLICITANTE:	CIEMPIQUE OLIVERA, RIVAN RICARDO
TÍTULO:	STANDARD TEST METHOD FOR ABRASION RESISTANCE OF CONCRETE OR MORTAR SURFACE BY THE ROTATING CUTTER METHOD (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o morteros mediante el ensayo del molillo giratorio).
FECHA ENSAYO:	mañanas, 7 de Septiembre de 2023
ESPECIFICACIONES:	ASTM C994/C944M-12
COMITÉ DE EXPERTOS:	007-2023/GEHESA

MUESTRA	DENOMINACION/ CODIFICACION	K D A D (mm)	DATOS DE LA MUESTRA			DESGASTE (%)	ABSORCIÓN PROMEDIO 3 UNIDADES (%)
			PESO INICIAL (g)	PESO DEL PRIMER CICLO	PESO DEL SEGUNDO CICLO		
M-01	MP-CTI	25	3643	3029.00	3023.00	0.72%	0.52%
M-02	MP-CTI	25	3659	3052.00	3048.00	0.42%	0.52%
M-03	MP-CTI	25	3903	2954.00	2952.00	0.40%	0.52%
M-04	15% C58-CTI	25	3665	3062.00	3060.00	0.26%	0.35%
M-05	15% C58-CTI	25	3179	3175.00	3173.00	0.28%	0.35%
M-06	15% C58-CTI	25	3122	3112.00	3110.00	0.31%	0.35%
M-07	30% C58-CTI	25	3073	3069.00	3063.00	0.39%	0.35%
M-08	30% C58-CTI	25	3115	3114.00	3112.00	0.37%	0.35%
M-09	30% C58-CTI	25	2951	2948.00	2945.00	0.27%	0.35%
M-10	40% C58-CTI	25	3143	3140.00	3139.00	0.16%	0.15%
M-11	40% C58-CTI	25	3102	3160.00	3159.00	0.13%	0.15%
M-12	40% C58-CTI	25	3193	3191.00	3189.00	0.16%	0.15%
M-13	50% C58-CTI	25	3077	3073.00	3072.00	0.16%	0.15%
M-14	50% C58-CTI	25	3082	3079.00	3077.00	0.16%	0.15%
M-15	50% C58-CTI	25	3059	3056.00	3054.00	0.10%	0.15%



ABRASEO A SUZL, CONCRETO SANITARIO, ARQUITECTURA,  
INGENIERIA, TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES

LABORATORIO S.A.

George Luis Santos Salazar Alejandro

ORLANDO ALONSO VÁSQUEZ CERDAS  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 248909

RUC: 10164934743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.  
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

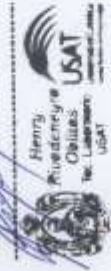
Anexo 41. Resistencia a la abrasión, CTIco


  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,**  
**INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES**  
**GRUPO GEOHESA**

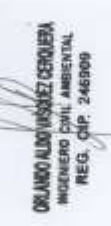
<b>CERTIFICADO DE ENSAYOS:</b>	
<b>ABRASIÓN (CEMENTO TIPO Ico)</b>	
TESIS: USO DEL AGRIADO RECICLADO DE CERÁMICA SASTIBARRIA PARA LA FABRICACIÓN DE ADQUINES DE CONCRETO PRIONAL-CHILAYO 2014	
UBICACIÓN: CHILAYO - CHILAYO - LAMBAYQUE	ENSAYO: ABRASIÓN
SOLICITANTE: CHARLOQUE OLIVERA, RIVAN ECARDO	NORMATIVA: ASTM C994/C994M-12
TÍTULO: STANDARD TEST METHOD FOR ABRASION RESISTANCE OF CONCRETE OR MORTAR SURFACE BY THE BOTTA-TROTTER CUTTER METHOD (Método normalizado para la resistencia a la abrasión de concreto o mortero mediante el empleo del rodillo giratorio)	CÓDIGO DE ENTREGA: 107-2021-GE0HESA
FECHA ENSAYO: febrero 7 de Noviembre de 2021	

MUESTRA	DENOMINACIÓN / CODIFICACIÓN	E D A B	DATOS DE LA MUESTRA			DESGASTE (%)	ABRASIÓN PROMEDIO 3 UNIDADES (%)
			PESO INICIAL (g)	PESO DEL PRIMER CICLO	PESO DEL SEGUNDO CICLO		
M-01	MP-CTIco	28	3139	3135.00	3133.00	3130.00	0.20%
M-02	MP-CTIco	28	3139	3135.00	3134.50	3130.00	0.30%
M-03	MP-CTIco	28	3112	3109.00	3107.00	3104.00	0.26%
M-04	15% CSR-CTIco	28	3125	3122.00	3118.00	3117.00	0.26%
M-05	15% CSR-CTIco	28	3250	3198.00	3195.00	3193.00	0.33%
M-06	15% CSR-CTIco	28	3132	3128.00	3123.00	3120.00	0.30%
M-07	30% CSR-CTIco	28	3060	3032.00	3009.00	2995.00	0.27%
M-08	30% CSR-CTIco	28	3132	3083.00	3064.00	3063.00	0.27%
M-09	30% CSR-CTIco	28	3077	3074.00	3072.00	3070.00	0.31%
M-10	40% CSR-CTIco	28	3041	3039.00	3033.00	3033.00	0.28%
M-11	40% CSR-CTIco	28	3071	3067.00	3064.00	3062.00	0.29%
M-12	40% CSR-CTIco	28	3047	3044.00	3042.00	3040.00	0.33%
M-13	50% CSR-CTIco	28	3079	3074.00	3072.00	3070.00	0.29%
M-14	50% CSR-CTIco	28	3160	3103.00	3102.00	3100.00	0.19%
M-15	50% CSR-CTIco	28	3160	3103.00	3102.00	3100.00	0.19%




  
**Henry Pineda**  
 Presidente de USAT



  
**Jorge Luis Sarmiento**  
 Laboratorio


  
**ORLANDO ALVARADO**  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 246899


RUC: 10164934743  
 CELULAR: 927569182  
 CORREO: Geohesa@grupos.com

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.  
 DIRECCIÓN: Tabanilloayo N°1570  
 Distrito de Chilayo-Lambayeque

## Anexo 42. Resistencia a la absorción, CTI



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES**



(Pág. 01 de 01)

**Tesista** : Chafloque Olivera Bryan  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : USO DEL AGREGADO RECICLADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PEATONAL-CHICLAYO 2024  
**Ubicación** : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque  
**Fecha** : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2023


**ENSAYO** : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción  
**REFERENCIA** : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005


Muestra	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)	Promedio (%)
01	Muestra Patrón - Cemento Tipo I	3046	2880	5.76	5.86
02	Muestra Patrón - Cemento Tipo I	3198	3022	5.82	
03	Muestra Patrón - Cemento Tipo I	3108	2932	6.00	
04	15% de CSR - Cemento Tipo I	3258	3082	5.71	5.23
05	15% de CSR - Cemento Tipo I	3262	3104	5.09	
06	15% de CSR - Cemento Tipo I	3166	3018	4.90	
07	30% de CSR - Cemento Tipo I	3256	3082	5.65	4.98
08	30% de CSR - Cemento Tipo I	3230	3056	5.69	
09	30% de CSR - Cemento Tipo I	3276	3162	3.61	
10	40% de CSR- Cemento Tipo I	3146	2990	5.22	5.39
11	40% de CSR- Cemento Tipo I	3172	3052	3.93	
12	40% de CSR- Cemento Tipo I	3226	3014	7.03	
13	50% de CSR - Cemento Tipo I	3154	3062	3.00	4.29
14	50% de CSR - Cemento Tipo I	3072	2926	4.99	
15	50% de CSR - Cemento Tipo I	3226	3076	4.88	

**G4** : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.  
**G3** : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.  
**A** : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

  
 Henry Roldanegra Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



## Anexo 43. Resistencia a la absorción, CTIco



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pág. 01 de 01)

Tesista : Chafloque Olivera Bryan  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : USO DEL AGREGADO RECICLADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PEATONAL-CHICLAYO 2024  
 Ubicación : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 7 de Noviembre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Porcentaje de Absorción  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)	Promedio (%)
01	Muestra Patrón - Cemento Tipo Ico	3228	3076	4.94	4.76
02	Muestra Patrón - Cemento Tipo Ico	3198	3056	4.65	
03	Muestra Patrón - Cemento Tipo Ico	3212	3068	4.69	
04	15% de CSR - Cemento Tipo Ico	3174	3034	4.61	4.53
05	15% de CSR - Cemento Tipo Ico	3178	3048	4.27	
06	15% de CSR - Cemento Tipo Ico	3152	3010	4.72	
07	30% de CSR - Cemento Tipo Ico	3080	2938	4.83	4.18
08	30% de CSR - Cemento Tipo Ico	3214	3116	3.15	
09	30% de CSR - Cemento Tipo Ico	3074	2940	4.56	
10	40% de CSR - Cemento Tipo Ico	3140	3032	3.56	3.97
11	40% de CSR - Cemento Tipo Ico	3096	2972	4.17	
12	40% de CSR - Cemento Tipo Ico	3090	2966	4.18	
13	50% de CSR - Cemento Tipo Ico	3198	3082	3.76	4.20
14	50% de CSR - Cemento Tipo Ico	3132	3006	4.19	
15	50% de CSR - Cemento Tipo Ico	3196	3054	4.65	

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

Henry  
 Rueda de  
 Obilias  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



Anexo 44. Cambio de Longitud, MP-CTI



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO			
Cambio de longitud de mortero (MP-CTI)			
PROYECTO:	USO DEL AGREGADO REICLADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PEATONAL-CHICLAYO 2024		
UBICACIÓN:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	Charloque Olivera, Bryna Ricardo	ENSAYADO POR:	J.L.S.O
ENSAYO:	Método de prueba estándar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido	NORMATIVA:	ASTM C 157
FECHA ENSAYO:	Jueves, 4 de Marzo de 2024		

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	3.89	3.873	3.790	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.905	3.908	3.902	0.0788 %	0.026 %
Semana 2	3.924	3.939	3.886	0.1632 %	0.028 %
Semana 3	3.915	3.906	3.832	0.2380 %	0.032 %
Semana 4	3.955	3.940	3.962	0.3336 %	0.045 %
Semana 8	4.008	3.932	4.000	0.5824 %	0.066 %
Semana 13	4.064	4.030	4.080	0.8168 %	0.085 %
Semana 15	4.142	4.124	4.081	1.1484 %	0.111 %

Desviación Estándar	0.08878	0.07080	0.07084
---------------------	---------	---------	---------



**ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUERA**  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIR 246909

INGENIERO EN SUPL. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
AGENCIADO, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES  
**Jorge Luis Santesteban Alejandro**  
LABORAYORISTA



GRUPO GEOHESA E.L.R.L.  
DIRECCIÓN: Talamantehuayo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com



Anexo 45. Cambio de Longitud, 15%-CTI



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA, INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

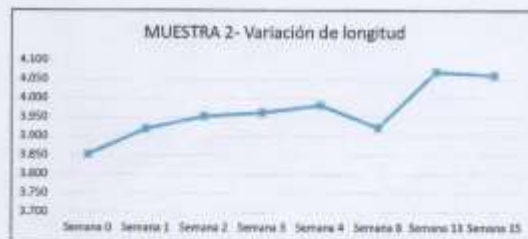
GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO			
Cambio de longitud de mortero (15%CSR-CTI)			
PROYECTO:	USO DEL AGREGADO REICLADO DE CERAMICA SANITARIA PARA LA FABRICACION DE ADOQUINES DE CONCRETO PEATONAL-CHICLAYO 2024		
UBICACION:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	Chafloque Olivera, Bryan Ricardo		
ENSAYO:	Método de prueba estandar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidraúlico endurecido	ENSAYADO POR:	J.L.S.O
FECHA ENSAYO:	lunes, 4 de Marzo de 2024	NORMATIVA:	ASTM C 157

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
Semana 0	3.88	3.853	3.866
Semana 1	3.910	3.920	3.923
Semana 2	3.911	3.953	3.960
Semana 3	3.974	3.962	3.965
Semana 4	3.992	3.982	3.994
Semana 8	4.102	3.923	4.040
Semana 13	4.031	4.070	4.075
Semana 15	4.123	4.060	4.011

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0636 %	0.031 %
0.1556 %	0.041 %
0.3768 %	0.041 %
0.4280 %	0.050 %
0.6164 %	0.063 %
0.8492 %	0.078 %
1.0892 %	0.080 %

Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
	0.08465	0.06109	0.05162



USAT  
GRUPO GEOHESA E.I.R.L.  
DIRECCION: Tabuaitinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

Jorge Luis Sarmiento de la Cruz  
LABORATORISTA

RUC: 10164934743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com



Harry Riondoneyra Obles  
LABORATORISTA

Anexo 46. Cambio de Longitud, 30%-CTI



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO			
Cambio de longitud de mortero (30%CSR-CTI)			
PROYECTO:	USO DEL AGREGADO RECICLADO DE CERAMICA SANITARIA PARA LA FABRICACION DE ADOQUINES DE CONCRETO PEATONAL-CHICLAYO 2024		
UBICACION:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	Chafloque Olivera, Bryan Ricardo		
ENSAYO:	Método de prueba estándar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido	ENSAYADO POR:	J.L.S.O
FECHA ENSAYO:	lunes, 4 de Marzo de 2024	NORMATIVA:	ASTM C 157

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	3.891	3.944	3.910	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.901	3.980	3.893	0.0516 %	0.017 %
Semana 2	3.991	3.974	3.941	0.1180 %	0.021 %
Semana 3	3.974	3.985	3.969	0.1672 %	0.027 %
Semana 4	3.991	3.997	3.893	0.2918 %	0.031 %
Semana 8	4.039	3.980	4.033	0.4064 %	0.038 %
Semana 13	4.040	4.041	4.022	0.5496 %	0.048 %
Semana 15	4.103	4.065	4.062	0.7438 %	0.065 %

Desviación Estándar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
	0.06345	0.03833	0.03885



**ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUERA**  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 246909

**Jorge Luis Santisban Alejandro**  
LABORATORISTA

**Henry Rivasenya Olivares**  
Téc. Laboratorio USAT



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.  
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 47. Cambio de Longitud, 40%-CTI



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO			
Cambio de longitud de mortero (40%CSR-CTI)			
PROYECTO:	USO DEL AGREGADO REICLADO DE CERAMICA SANITARIA PARA LA FABRICACION DE ADOQUINES DE CONCRETO PEATONAL-CHICLAYO 2024		
UBICACION:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	Chafloque Olivera, Bryan Ricardo		
ENSAYO:	Método de prueba estandar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido	ENSAYADO POR:	J.L.S.O
FECHA ENSAYO:	lunes, 4 de Marzo de 2024	NORMATIVA:	ASTM C 157

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
Semana 0	3.864	3.861	3.888
Semana 1	3.922	3.911	3.933
Semana 2	3.923	3.919	3.978
Semana 3	3.950	3.957	3.969
Semana 4	3.966	3.991	3.967
Semana 6	4.010	3.973	4.091
Semana 13	4.081	4.033	4.039
Semana 15	4.133	4.075	4.076

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0532 %	0.018 %
0.1260 %	0.025 %
0.2252 %	0.032 %
0.3496 %	0.041 %
0.5260 %	0.059 %
0.7340 %	0.069 %
0.9944 %	0.087 %

Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
	0.08164	0.05918	0.05905



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.  
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

**ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUEIRA**  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 246909

RECIBIDO EN LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

**Jorge Luis Sardiásteban Alejandro**  
LABORATORISTA

RUC: 10164914543  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

**Henry Roldeneiro Obillos**  
Téc. Laboratorio USAT

**USAT**  
Laboratorio Central

Anexo 48. Cambio de Longitud, 50%-CTI



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO			
Cambio de longitud de mortero (50%CSR-CTI)			
<b>PROYECTO:</b>	USO DEL AGREGADO RECICLADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACION DE ADOQUINES DE CONCRETO PEATONAL-CHICLAYO 2024		
<b>UBICACION:</b>	CHICLAYO		
<b>SOLICITANTE:</b>	Chafloque Olivera, Bryan Ricardo	<b>ENSAYADO POR:</b>	J.L.S.O
<b>ENSAYO:</b>	Método de prueba estandar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido	<b>NORMATIVA:</b>	ASTM C 157
<b>FECHA ENSAYO:</b>	lunes, 4 de Marzo de 2024		

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	3.864	3.881	3.888	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.951	3.919	3.919	0.0624 %	0.021 %
Semana 2	3.926	3.916	3.973	0.1352 %	0.024 %
Semana 3	3.953	3.954	3.964	0.2304 %	0.032 %
Semana 4	3.967	3.990	3.987	0.3548 %	0.041 %
Semana 8	4.010	3.971	4.090	0.5300 %	0.058 %
Semana 13	4.081	4.022	4.036	0.7324 %	0.067 %
Semana 15	4.121	4.074	4.073	0.9864 %	0.085 %

Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
	0.07356	0.05664	0.06222



USAT  
GRUPO GEOHESA E.I.R.L.  
DIRECCION: Tishuantinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque  
DRIJANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. OIP 246809  
TÉCNICO DE LABORATORIO

RUC: 19164923743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

REGISTRADO EN EL REGISTRO NACIONAL INDUSTRIAL  
Y COMERCIAL  
Jorge Luis Salas Sebastian Alejandro  
LABORATORISTA

Henry Riusdeneyra Obispo  
Téc. Laboratorio USAT



Anexo 49. Cambio de Longitud, MP-CTico



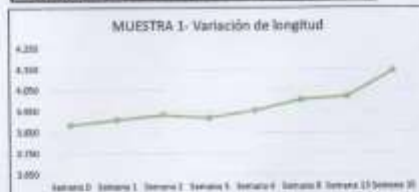
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO			
Cambio de longitud de mortero (CTico)			
PROYECTO:	USO DEL AGREGADO RECICLADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE ADOSQUINES DE CONCRETO PEATONAL-CHICLAYO 2024		
UBICACIÓN:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	Chafloque Olivera, Bryan Ricardo	ENSAYADO POR:	J.L.S.O
ENSAYO:	Método de prueba estándar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido	NORMATIVA:	ASTM C 157
FECHA ENSAYO:	Lunes, 4 de Marzo de 2024		

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	3.885	3.873	3.760	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.909	3.904	3.910	0.0820 %	0.027 %
Semana 2	3.933	3.944	3.878	0.1768 %	0.032 %
Semana 3	3.918	3.919	3.955	0.2884 %	0.037 %
Semana 4	3.953	3.944	3.966	0.4244 %	0.046 %
Semana 8	4.004	3.932	4.003	0.5928 %	0.056 %
Semana 13	4.019	4.000	4.010	0.7972 %	0.068 %
Semana 15	4.141	4.122	4.089	1.1308 %	0.111 %

Desviación Estándar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
	0.06144	0.07491	0.06963



ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUEZA  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 246909

INGENIERO DE SUELOS, OBRAS DE SUELOS, AMBIENTALES,  
INGENIERIA, TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES  
GRUPO GEOHESA  
Jorge Luis Santisibani Alejandro  
LABORATORISTA

Henry Roddeneyra Obillos  
Tel: LABORATORIO USAT  
USAT Universidad Católica del Perú

GRUPO GEOHESA E.L.R.L.  
DIRECCIÓN: Talmanténuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com



Anexo 50. Cambio de Longitud, 15%-CTico



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

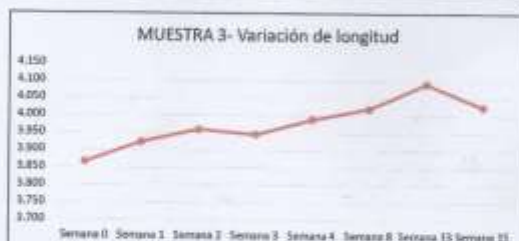
GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO			
Cambio de longitud de mortero (15%CSR-CTico)			
PROYECTO:	USO DEL AGREGADO RECYCLADO DE CERAMICA SANITARIA PARA LA FABRICACION DE ADOQUINES DE CONCRETO PEATONAL-CHICLAYO 2024		
UBICACIÓN:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	Chañoque Olivera, Bryan Ricardo		
ENSAYO:	Método de prueba estandar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidraulico endurecido	ENSAYADO POR:	J.L.S.O
FECHA ENSAYO:	lunes, 4 de Marzo de 2024	NORMATIVA:	ASTM C 157

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
Semana 0	3.875	3.853	3.866
Semana 1	3.910	3.920	3.923
Semana 2	3.911	3.956	3.960
Semana 3	3.967	3.990	3.946
Semana 4	3.987	3.996	3.989
Semana 8	4.100	3.960	4.020
Semana 13	4.033	4.070	4.092
Semana 15	4.129	4.067	4.025

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0636 %	0.021 %
0.1568 %	0.031 %
0.2804 %	0.041 %
0.4316 %	0.050 %
0.6280 %	0.065 %
0.8664 %	0.060 %
1.1172 %	0.084 %

Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA 3
	0.08642	0.05657	0.05740



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.  
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUERA  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 246909

INGENIERO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES AMBIENTALES  
REG. CIP. 1000489  
Jorge Luis Santibañán Alajandro  
LABORATORISTA

RUC: 70164934743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

Bryan  
Rivadeneira  
Olivera  
Tec. LABORATORIO  
USAT



Anexo 51. Cambio de Longitud, 30%-CTico



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO			
Cambio de longitud de mortero (30%CSR-CTico)			
PROYECTO:	USO DEL AGREGADO RECICLADO DE CERAMICA SANITARIA PARA LA FABRICACION DE ADROQUINES DE CONCRETO PEATONAL-CHICLAYO 2024		
UBICACION:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	Challogue Olivera, Bryan Ricardo		
ENSAYO:	Método de prueba estándar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido	ENSAYADO POR:	J.L.S.O
FECHA ENSAYO:	Junio, 4 de Mayo de 2024	NORMATIVA:	ASTM C 157

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	3.891	3.944	3.910	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.893	3.980	3.993	0.0484 %	0.016 %
Semana 2	3.991	3.977	3.941	0.1140 %	0.022 %
Semana 3	3.973	3.989	3.984	0.1844 %	0.027 %
Semana 4	3.994	3.996	3.991	0.2088 %	0.031 %
Semana 8	4.031	3.969	4.023	0.4000 %	0.037 %
Semana 13	4.040	4.048	4.038	0.5524 %	0.051 %
Semana 15	4.104	4.063	4.033	0.7344 %	0.061 %

Desviación Estándar	0.06529	0.03704	0.03388
---------------------	---------	---------	---------



ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUEIRA  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP: 246809

INGENIERO DEB. CALIDAD AMBIENTAL INDUSTRIAL  
INGENIERIA TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES  
CELPO Geohesa  
Jorge Luis Sankisteban Alejandro  
LABORATORISTA

Henry Pineda  
Ocellos  
Ingeniero USAT

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.  
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com



Anexo 52. Cambio de Longitud, 40%-CTico



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA, INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO			
Cambio de longitud de mortero (40%CSR-CTico)			
PROYECTO:	USO DEL AGREGADO RECLADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACION DE ADOQUINES DE CONCRETO PEATONAL-CHICLAYO 2024		
UBICACIÓN:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	Challoque Olivera, Bryan Ricardo	ENSAYADO POR:	J.L.S.O
ENSAYO:	Método de prueba estandar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido	NORMATIVA:	ASTM C 157
FECHA ENSAYO:	lunes, 4 de Marzo de 2024		

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRAS
Semana 0	3.864	3.881	3.888
Semana 1	3.920	3.900	3.913
Semana 2	3.932	3.929	3.979
Semana 3	3.953	3.989	3.960
Semana 4	3.961	3.982	3.976
Semana 8	4.011	3.970	4.099
Semana 13	4.081	4.078	4.033
Semana 15	4.130	4.074	4.078

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0400 %	0.013 %
0.1228 %	0.028 %
0.2224 %	0.033 %
0.3368 %	0.038 %
0.5156 %	0.060 %
0.7392 %	0.075 %
0.9698 %	0.087 %

Desviación Estandar	0.07991	0.06759	0.06702
---------------------	---------	---------	---------



GRUPO GEOHESA, E.I.R.L.  
DIRECCIÓN: Talantinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA  
INGENIERO CIVIL + AMBIENTAL  
REG. CIP. 246909

Director  
Jorge Luis Saransietan Alejandro  
LABORATORISTA

RUC: 10164934743  
CELULAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupo.com

Tec. Laboratorio  
USAT



Anexo 53. Cambio de Longitud, 50%-CTico



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO			
Cambio de longitud de mortero (50%CSR-CTico)			
PROYECTO:	USO DEL AGREGADO RECYCLADO DE CERÁMICA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PEATONAL-CHICLAYO 2024		
UBICACION:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	Challoque Olivera, Bryan Ricardo		
ENSAYO:	Método de prueba estandar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido	ENSAYADO POR:	J.L.S.O
FECHA ENSAYO:	lunes, 4 de Marzo de 2024	NORMATIVA:	ASTM C 157

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
Semana 0	3.864	3.881	3.888
Semana 1	3.910	3.940	3.913
Semana 2	3.938	3.943	3.979
Semana 3	3.959	3.975	3.990
Semana 4	3.961	3.999	3.998
Semana 8	4.010	3.950	4.099
Semana 13	4.083	4.071	4.032
Semana 15	4.130	4.071	4.070

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0520 %	0.017 %
0.1428 %	0.030 %
0.2592 %	0.039 %
0.3892 %	0.043 %
0.5596 %	0.057 %
0.7808 %	0.074 %
1.0360 %	0.085 %

Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
	0.08065	0.05728	0.06178



GRUPO GEOHESA E.L.R.L.  
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570  
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUEIRA  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 246909

INGENIERO CIVIL TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES  
Jorge Luis Santibañez Alejandro  
LABORATORIO

RUC: 10164934743  
CETYLAR: 927569182  
CORREO: Geohesa@grupos.com

Henry Pineda Ayra  
Obispo LABORATORIO  
USAT

