



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Investigación del PET como material de construcción sostenible en canales vía en la región de Piura.”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE :**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Morales Zapata, Denis Alejandro ([orcid.org/0000-0001-5881-5630](https://orcid.org/0000-0001-5881-5630))

**ASESOR:**

Mgrt. Ing. Marcelo Sanchez, Ary Garlyn ([orcid.org/0000-0002-4805-3860](https://orcid.org/0000-0002-4805-3860))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA - PERÚ

2023

## DEDICATORIA

Esta investigación se la dedico a mis padres, cuyo amor y apoyo incondicional han sido la luz que me guio a lo largo de este arduo viaje académico. Su sacrificio y dedicación han sido la inspiración que me impulsó a superar los desafíos y alcanzar este logro. Este trabajo no solo es mío, sino también de ustedes, quienes siempre creyeron en mis capacidades y me alentaron a perseguir mis sueños. Gracias por ser mi fuente de fortaleza y por brindarme el regalo invaluable de la educación.

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios, a mis padres, amigos, a mi enamorada por el apoyo y motivación que ayudo a seguir mi camino; agradezco también a mi asesor Ary Garlyn Marcelo Sánchez por su guía perspicaz, por desafiarme a superar mis límites académicos y por brindarme la oportunidad de explorar nuevas ideas.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MARCELO SANCHEZ ARY GARLYN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis Completa titulada: "Investigación del PET como material de construcción sostenible en canales vía en la región de Piura", cuyo autor es MORALES ZAPATA DENIS ALEJANDRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

PIURA, 12 de Abril del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MARCELO SANCHEZ ARY GARLYN <b>DNI:</b> 80225075 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4805-3860	Firmado electrónicamente por: ARYMARCELOS el 25-04-2024 12:35:52

Código documento Trilce: TRI - 0742809



**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, MORALES ZAPATA DENIS ALEJANDRO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Investigación del PET como material de construcción sostenible en canales vía en la región de Piura", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
MORALES ZAPATA DENIS ALEJANDRO <b>DNI:</b> 72388477 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5881-5630	Firmado electrónicamente por: DMORALESZ el 25-04- 2024 13:05:10

Código documento Trilce: INV - 1567327

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación:.....	12
3.2. Variables y Operacionalización:.....	12
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos.....	17
3.6. Método de análisis de datos.....	19
3.7. Aspectos éticos.....	19
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>112</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>118</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>121</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>121</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>129</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Distribución de testigos diseño patrón.....	14
<b>Tabla 2</b>	Distribución de testigos con 3% de PET.....	14
<b>Tabla 3</b>	Distribución de testigos diseño con 5% de PET.....	15
<b>Tabla 4</b>	Distribución de testigos diseño con 7% de PET.....	15
<b>Tabla 5</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 7 Días _ Testigo 1.....	23
<b>Tabla 6</b>	Rango de impermeabilidad.....	24
<b>Tabla 7</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 7 Días _ Testigo 2.....	25
<b>Tabla 8</b>	Rango de impermeabilidad.....	25
<b>Tabla 9</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 14 Días _ Testigo 1 .....	28
<b>Tabla 10</b>	Rango de impermeabilidad.....	28
<b>Tabla 11</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 14 Días _ Testigo 2 ...	30
<b>Tabla 12</b>	Rango de impermeabilidad.....	30
<b>Tabla 13</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 28 Días _ Testigo 1 ....	33
<b>Tabla 14</b>	Rango de impermeabilidad .....	33
<b>Tabla 15</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 28 Días _ Testigo 2 ...	35
<b>Tabla 16</b>	Rango de impermeabilidad.....	35
<b>Tabla 17</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 7 Días _ Testigo 1 .....	38
<b>Tabla 18</b>	Rango de impermeabilidad .....	38
<b>Tabla 19</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 7 Días _ Testigo 2 .....	40
<b>Tabla 20</b>	Rango de impermeabilidad .....	40
<b>Tabla 21</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 14 Días _ Testigo 1 .....	43
<b>Tabla 22</b>	Rango de impermeabilidad .....	43
<b>Tabla 23</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 14 Días _ Testigo 2... ..	45
<b>Tabla 24</b>	Rango de impermeabilidad .....	45
<b>Tabla 25</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 28 Días _ Testigo 1.....	48

<b>Tabla 26</b>	Rango de impermeabilidad .....	48
<b>Tabla 27</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 28 Días _ Testigo 2 .....	49
<b>Tabla 28</b>	Rango de impermeabilidad .....	49
<b>Tabla 29</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 7 Días _ Testigo 1 .....	51
<b>Tabla 30</b>	Rango de impermeabilidad .....	51
<b>Tabla 31</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 7 Días _ Testigo 2 .....	53
<b>Tabla 32</b>	Rango de impermeabilidad .....	53
<b>Tabla 33</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 14 Días _ Testigo 1 .....	56
<b>Tabla 34</b>	Rango de impermeabilidad .....	56
<b>Tabla 35</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 14 Días _ Testigo 2 .....	58
<b>Tabla 36</b>	Rango de impermeabilidad .....	58
<b>Tabla 37</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 28 Días _ Testigo 1 .....	60
<b>Tabla 38</b>	Rango de impermeabilidad .....	60
<b>Tabla 39</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 28 Días _ Testigo 2 .....	61
<b>Tabla 40</b>	Rango de impermeabilidad .....	61
<b>Tabla 42</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 7 Días _ Testigo 1 .....	63
<b>Tabla 43</b>	Rango de impermeabilidad .....	63
<b>Tabla 44</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 7 Días _ Testigo 2 .....	65
<b>Tabla 45</b>	Rango de impermeabilidad .....	65
<b>Tabla 46</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 14 Días _ Testigo 1 .....	68
<b>Tabla 47</b>	Rango de impermeabilidad .....	68



<b>Tabla 48</b> Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 14 Días _ Testigo 2 .....	70
<b>Tabla 49</b> Rango de impermeabilidad .....	70
<b>Tabla 50</b> Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 28 Días _ Testigo 1 .....	73
<b>Tabla 51</b> Rango de impermeabilidad .....	73
<b>Tabla 52</b> Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 28 Días _ Testigo 2 .....	75
<b>Tabla 53</b> Rango de impermeabilidad.....	75
<b>Tabla 54</b> Resultados de 3 testigos a los 7 día de Curado _Concreto Patrón.....	78
<b>Tabla 55</b> Resultados de 3 testigos a los 14 día de Curado _Concreto Patrón .....	78
<b>Tabla 56</b> Resultados de 3 testigos a los 28 día de Curado _Concreto Patrón .....	78
<b>Tabla 57</b> Promedio de testigos patrón .....	80
<b>Tabla 58</b> Resultados de 3 testigos al 7 día de Curado _ 3% de PET .....	81
<b>Tabla 59</b> Resultados de 3 testigos al 14 día de Curado _ 3% de PET .....	81
<b>Tabla 60</b> Resultados de 3 testigos al 28 día de Curado _ 3% de PET.....	81
<b>Tabla 61</b> Promedio de testigos 3%.....	83
<b>Tabla 62</b> Resultados de 3 testigos al 7 día de Curado _ 5% de PET.....	84
<b>Tabla 63</b> Resultados de 3 testigos al 14 día de Curado _ 5% de PET.....	84
<b>Tabla 64</b> Resultados de 3 testigos al 28 día de Curado _ 5% de PET.....	84
<b>Tabla 65</b> Resumen testigos 5% de PET.....	86
<b>Tabla 66</b> Resultados de 3 testigos al 7 día de Curado _ 7% de PET .....	87
<b>Tabla 67</b> Resultados de 3 testigos al 14 día de Curado _ 7% de PET.....	87
<b>Tabla 68</b> Resultados de 3 testigos al 28 día de Curado _ 7% de PET.....	87
<b>Tabla 69</b> Promedio de testigos 7% de PET .....	88
<b>Tabla 70</b> Resultados de 3 testigos al 7 día de Curado _ Diseño Patrón.....	90
<b>Tabla 71</b> Resultados de 3 testigos al 14 día de Curado _ Diseño Patrón .....	90
<b>Tabla 72</b> Resultados de 3 testigos al 28 día de Curado _ Diseño Patrón .....	90
<b>Tabla 74</b> Promedio de testigos Patrón.....	91
<b>Tabla 75</b> Resultados de 3 testigos al 7 día de Curado _ Diseño con 3% de PET	93

<b>Tabla 76</b> Resultados de 3 testigos al 14 día de Curado _ Diseño con 3% de PET .....	93
<b>Tabla 77</b> Resultados de 3 testigos al 28 día de Curado _ Diseño con 3% de PET .....	93
<b>Tabla 78</b> Promedio de testigos con 3% de PET.....	94
<b>Tabla 79</b> Resultados de 3 testigos al 7 día de Curado _ Diseño con 5% de PET	96
<b>Tabla 80</b> Resultados de 3 testigos al 14 día de Curado _ Diseño con 5% de PET .....	96
<b>Tabla 81</b> Resultados de 3 testigos al 28 día de Curado _ Diseño con 5% de PET .....	96
<b>Tabla 82</b> Promedio de testigos con 5% de PET.....	97
<b>Tabla 83</b> Resultados de 3 testigos al 7 día de Curado _ Diseño con 7% de PET	99
<b>Tabla 84</b> Resultados de 3 testigos al 14 día de Curado _ Diseño con 7% de PET .....	99
<b>Tabla 85</b> Resultados de 3 testigos al 28 día de Curado _ Diseño con 7% de PET .....	99
<b>Tabla 86</b> Promedio de testigos con 7% de PET.....	100
<b>Tabla 87</b> Filtración de testigos promedio de concreto patrón, con 3%, 5% y 7% de PET_ DIA 7. ....	102
<b>Tabla 88</b> Rango de impermeabilidad .....	102
<b>Tabla 89</b> Filtración de testigos promedio de concreto patrón, con 3%, 5% y 7% de PET_ DIA 14. ....	104
<b>Tabla 90</b> Rango de impermeabilidad .....	104
<b>Tabla 91</b> Filtración de testigos promedio de concreto patrón, con 3%, 5% y 7% de PET_ DIA 28. ....	106
<b>Tabla 92</b> Rango de impermeabilidad.....	106
<b>Tabla 93</b> Resistencia a la compresión de testigos _ DIA 7, 14 Y 28.....	108
<b>Tabla 93</b> Resistencia a la Flexión de testigos _ DIA 7, 14 Y 28. ....	110

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

<b>Gráfico 1</b>	Curva granulométrica de finos .....	20
<b>Gráfico 2</b>	Curva granulométrica de la grava. ....	20
<b>Gráfico 3</b>	Curva del acomodamiento Fuller.....	22
<b>Gráfico 4</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 7 Días _ Testigo 1 ...	24
<b>Gráfico 5</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 7 Días _ Testigo 2 ...	26
<b>Gráfico 6</b>	Ensayo de impermeabilidad 7 Días _ Diseño Patrón .....	27
<b>Gráfico 7</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 14 Días _ Testigo 1 .....	29
<b>Gráfico 8</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 14 Días _ Testigo....	31
<b>Gráfico 9</b>	Ensayo de impermeabilidad 14 Días _ Diseño Patrón .....	32
<b>Gráfico 10</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 28 Días _ Testigo 1 .....	34
<b>Gráfico 11</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 28 Días _ Testigo 2 .....	36
<b>Gráfico 12</b>	Ensayo de impermeabilidad 28 Días _ Diseño Patrón .....	37
<b>Gráfico 13</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 7 Días _ Testigo 1 .....	39
<b>Gráfico 14</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 7 Días _ Testigo 2 .....	41
<b>Gráfico 15</b>	Ensayo de impermeabilidad 7 Días _3% de PET .....	42
<b>Gráfico 16</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 14 Días _ Testigo 1 .....	44
<b>Gráfico 17</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 14 Días _ Testigo 2 .....	46
<b>Gráfico 18</b>	Ensayo de impermeabilidad 14 Días _ 3% de PET .....	47
<b>Gráfico 19</b>	Ensayo de impermeabilidad 28 Días _ 3% de PET .....	50
<b>Gráfico 20</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 7 Días _ Testigo 1 .....	52
<b>Gráfico 21</b>	Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 7 Días _ Testigo 2 .....	54
<b>Gráfico 22</b>	Ensayo de impermeabilidad 7 Días _ 5% de PET .....	55

<b>Gráfico 23</b> Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 14 Días _	
Testigo 1 .....	57
<b>Gráfico 24</b> Ensayo de impermeabilidad 14 Días _ 5% de PET .....	59
<b>Gráfico 25</b> Ensayo de impermeabilidad 28 Días _ 5% de PET .....	62
<b>Gráfico 26</b> Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 7 Días _	
Testigo 1 .....	64
<b>Gráfico 27</b> Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 7 Días _	
Testigo 2 .....	66
<b>Gráfico 28</b> Ensayo de impermeabilidad 7 Días _ 7% de PET .....	67
<b>Gráfico 29</b> Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 14 Días _	
Testigo 1 .....	69
<b>Gráfico 30</b> Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 14 Días _	
Testigo 2 .....	71
<b>Gráfico 31</b> Ensayo de impermeabilidad 14 Días _ 7% de PET .....	72
<b>Gráfico 32</b> Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 28 Días _	
Testigo 1 .....	74
<b>Gráfico 33</b> Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 28 Días _	
Testigo 2 .....	76
<b>Gráfico 34</b> Ensayo de impermeabilidad 28 Días _ 7% de PET .....	77
<b>Gráfico 35</b> Resistencia a la compresión de testigos _concreto patrón.....	79
<b>Gráfico 36</b> Resultados Promedio de testigos patrón .....	80
<b>Gráfico 37</b> Resistencia a la compresión de testigos _ concreto con 3% de PET	82
<b>Gráfico 38</b> Resultados Promedio de testigos con 3% de PET .....	83
<b>Gráfico 39</b> Resistencia a la compresión de testigos _ concreto con 5% de PET.	85
<b>Gráfico 40</b> Resultados Promedio de testigos con 5% de PET .....	86
<b>Gráfico 41</b> Resistencia a la compresión de testigos _ concreto con 7% de PET.	88
<b>Gráfico 42</b> Resultados Promedio de testigos con 7% de PET .....	89
<b>Gráfico 43</b> Resistencia a la flexión _concreto patrón .....	91
<b>Gráfico 44</b> Resultados Promedio de testigos patrón .....	92
<b>Gráfico 45</b> Resistencia a la flexión _ Concreto con 3% de PET.....	94
<b>Gráfico 46</b> Resultados Promedio de testigos con 3% de PET .....	95
<b>Gráfico 47</b> Resistencia a la flexión _ concreto con 5% de PET .....	97
<b>Gráfico 48</b> Resultados Promedio de testigos con 5% de PET .....	98

<b>Gráfico 49</b>	Resistencia a la flexión _ concreto con 7% de PET .....	100
<b>Gráfico 50</b>	Resultados Promedio de testigos con 7% de PET .....	101
<b>Gráfico 51</b>	Comparación de volumen filtrado _ 7 día .....	103
<b>Gráfico 52</b>	Comparación de volumen filtrado _ 14 día .....	105
<b>Gráfico 53</b>	Comparación de volumen filtrado _ 28 día .....	107
<b>Gráfico 54</b>	Curva de resistencia a la compresión. ....	108
<b>Gráfico 55</b>	Curva de resistencia a la flexión. ....	110

## RESUMEN

La Tesis "Investigación del PET como material de construcción sostenible en canales vía en la región Piura" tiene como objetivo determinar el impacto estructural que tiene el PET como material de construcción sostenible en canales vía, Con una metodología cuantitativa y experimental, se utilizó una muestra de 96 testigos sometidas a ensayos de laboratorio de impermeabilidad, compresión y flexión. El proceso comenzó con la adquisición de materiales de cantera para elaborar la curva granulométrica necesaria para crear diseños con porcentajes de 3%, 5% y 7% de PET. A los 28 días, los ensayos de impermeabilidad revelaron que los diseños con 3% y 5% de PET destacaron al no registrar filtración (0 cm<sup>3</sup>). Aunque el diseño patrón mostró mayor resistencia en el ensayo de compresión, el diseño con 3% de PET logró una destacada resistencia de 238 kg/cm<sup>2</sup>. En el ensayo de flexión, el diseño con 3% de PET también se destacó con una resistencia de 56,23 kg/cm<sup>2</sup>. En resumen, los resultados sugieren que el diseño con un 3% de PET es la opción más adecuada para la construcción de obras hidráulicas, como canales viales, al demostrar óptima impermeabilidad y un rendimiento destacado en resistencia a la compresión y flexión.

**Palabras clave:** Impermeabilidad, compresión, flexión, PET, ensayos de laboratorio, diseño

## ABSTRACT

The Thesis "Investigation of PET as a sustainable construction material in road canals in the Piura region" aims to determine the structural impact that PET has as a sustainable construction material in road canals. With a quantitative and experimental methodology, a sample was used of 96 cores subjected to laboratory tests for impermeability, compression and bending. The process began with the acquisition of quarry materials to develop the granulometric curve necessary to create designs with percentages of 3%, 5% and 7% PET. After 28 days, the waterproof tests revealed that the designs with 3% and 5% PET stood out by not registering leakage (0 cm<sup>3</sup>). Although the standard design showed greater resistance in the compression test, the design with 3% PET achieved an outstanding resistance of 238 kg/cm<sup>2</sup>. In the bending test, the 3% PET design also stood out with a resistance of 56.23 kg/cm<sup>2</sup>. In summary, the results suggest that the design with 3% PET is the most suitable option for the construction of hydraulic works, such as road channels, by demonstrating optimal impermeability and outstanding performance in resistance to compression and bending.

**Keywords:** Waterproofing, compression, flexion, PET, laboratory testing, design

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de historia, a nivel global se han desencadenado una serie de fenómenos naturales que han llevado a la humanidad a desarrollar la capacidad de adaptarse a los distintos entornos y ecosistemas (Brendel, A. 2021), una de las anomalías climáticas que siempre han estado presentes es el fenómeno del niño que somete al mundo con lluvias intensas produciendo daños como inundaciones, activación de quebradas, deslizamientos de tierras, etc., surgiendo así la necesidad de que las obras hidráulicas como son los canales Vía, soporten esta carga y un material que aporta a mejorar la estructura es el PET (Tereftalato de polietileno).

En el año 2023 en Perú se ha presentado un clima anómalo producido por la pasada del ciclón Yaku y la próxima llegada del fenómeno del niño a finales de año, por la presencia de precipitaciones de extrema intensidad se han sufrido numerosas tragedias y pérdidas de vida humana, así como gran cantidad de fallos en estructuras hidráulicas, ya sean por colapsos, agrietamientos o corrosión.

Piura es una de las regiones más afectadas por las excesivas precipitaciones para las cuales no está preparada al igual que todas sus provincias por su ineficiente sistema de drenaje pluvial ocasionando de esta manera desbordo de ríos, extensión de cause de quebradas y colapsos en canales vía por fallos estructurales.

Los canales vía son estructuras hidráulicas importantes en la ingeniería civil, utilizados principalmente para la conducción y evacuación de agua en diferentes situaciones, como en riego de cultivos, drenaje de terrenos, control de inundaciones, generación de energía hidroeléctrica, entre otros, pero dichas estructuras no están siendo eficaces en nuestra región de ahí la propuesta de utilizar como material de construcción sostenible para estas obras hidráulicas, al PET (Tereftalato de polietileno) ya que ayuda en la resistencia, brindando más flexibilidad a la estructura además que aporta mayor soporte a la presión del agua haciendo que este aumente su periodo estimado de vida (Broncano, R. 2019).

En la actualidad, la ingeniería civil se enfoca cada vez más en el diseño sostenible de obras hidráulicas (canales vía), con el fin de reducir su impacto ambiental y



maximizar su eficiencia. Para ello, se emplean técnicas de construcción sostenible, como el manejo de elementos de reciclaje como el PET (Tereftalato de polietileno) dando de esta manera un toque ecológico a las construcciones, el uso de materiales locales y la implementación de energías renovables (Peña, M. 2022). Además, se implementan sistemas de monitoreo y evaluación para garantizar su eficiencia y minimizar el impacto sobre el entorno ambiental.

Dada la situación descrita, surgió la siguiente interrogante principal: ¿La implementación de PET (Tereftalato de polietileno) como material de construcción sostenible reducirá los impactos negativos generados por el fenómeno del niño en canales vía?, Y tenemos las siguientes preguntas específicas. ¿Qué tan impermeable será el concreto luego de agregarle PET?, ¿Qué porcentaje aumentará la resistencia a la compresión y flexión si se le agrega PET en el concreto para la construcción de canales vía? y ¿Qué diferencias hay entre un concreto tradicional y uno con PET (Tereftalato de polietileno)?

Este proyecto de investigación aporta a la ingeniería civil nuevas metodologías y conocimiento para el uso de material reciclado como es el PET (Tereftalato de polietileno).

La razón por la que se llevó a cabo esta investigación, se justifica por la siguiente razón, las precipitaciones pluviales que se presentaron por el fenómeno del niño son la principal amenaza que tienen los canales vía causando corrosión en estos. Siendo así, al implementar una metodología del extranjero que permitió mejorar las condiciones estructurales, el PET (Tereftalato de polietileno) mejoro el concreto dando nuevas características físicas como mayor flexibilidad, mayor capacidad para soportar la presión del agua, de esta manera alargando el periodo de vida útil del canal naciendo de esta idea una construcción sostenible y amigable con el medio ambiente.

Como justificación social se tiene que, gracias a esta investigación, el concreto al que se le implementara el PET (Tereftalato de polietileno) tuvo una mayor duración y este material reciclado evito la contaminación por parte de estos.

La justificación metodológica fue la recopilación de información, para con la que se determinó que el PET (Tereftalato de polietileno) es un material óptimo para la construcción de estructuras hidráulicas.

En la siguiente investigación se ha generado los siguientes objetivos teniendo al objetivo general: Determinar el impacto estructural que tiene el PET (Tereftalato de polietileno) como material de construcción sostenible en canales vía de la región Piura; como objetivos específicos: 1) Analizar la impermeabilidad del concreto con PET (Tereftalato de polietileno) a través de un ensayo de laboratorio; 2) Determinar la resistencia del concreto aplicando ensayos de compresión y flexión.; 3) Comparar un concreto tradicional y uno con PET (Tereftalato de polietileno).

Asimismo, se tiene la siguiente hipótesis general; el PET hizo que la estructura de concreto sea más resistente gracias a las propiedades físicas que brinda como la impermeabilidad, resistencia a la compresión y flexión; y eso se demostró en los ensayos de laboratorio, y como hipótesis específicas: H1) la impermeabilidad del concreto con PET (Tereftalato de polietileno) dio un resultado positivo; H2) La resistencia del concreto obtenida aplicando ensayos de flexión y compresión fueron favorables; H3) En la comparación de un concreto tradicional y uno con PET (Tereftalato de Polietileno), el concreto con PET dio mejores resultados que un concreto tradicional

## II. MARCO TEÓRICO

Blancas, V. et al; (2020). Evaluación de la Resistencia Mecánica de un Concreto Modificado con Fibras PET de Botellas Post-Consumo, el objetivo de esta revista es mostrar un estudio sobre la aplicación de fibras PET resultantes del reciclaje de botellas post-consumo, la metodología utilizada consistió en realizar dos mezclas de concreto: una mezcla control, con las escalas para un concreto tradicional y en la segunda aleación, adicionando 0.8% de filamentos de tereftalato de polietileno con respecto a la pasta de concreto (PR-0.8). La resistividad eléctrica, la velocidad del pulso ultrasónico, la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción y la resistencia a la flexión se evaluaron a los 7 y 28 días de edad.

Los resultados demostraron una leve mejora en el comportamiento mecánico de la mezcla PR-0.8, en contraste con la mezcla de control, ya que presenta fallos no repentinos; mientras que las pruebas de resistividad eléctrica y velocidad de pulso indican que el concreto producido es de buena calidad y duradero.

Rodríguez, T. et al; (2021). Aplicación de desechos plásticos en materiales de construcción: una revisión utilizando el concepto de evaluación de la etapa de vida en el entorno de investigaciones recientes para perspectivas futuras. Este trabajo tuvo como objetivo revisar los residuos plásticos, especialmente el tereftalato de polietileno (PET), que pueden incorporarse a los materiales de construcción, como hormigón, morteros, mezclas asfálticas y pavimentos. La metodología utilizada se relaciona con el uso del ACV, como instrumento que permite potenciar la sostenibilidad de los productos y procesos a largo plazo. Después de analizar la literatura reciente, se identificó que los estudios relacionados con los residuos plásticos en materiales de construcción concentran la sustentabilidad en torno al destino alternativo de los residuos. Los resultados obtenidos son que, dado que se obtienen los residuos plásticos de diferentes cadenas productivas, se pudo afirmar la necesidad de una evaluación más amplia, como el ACV, que brinde una mayor cuantificación de datos que haga más sostenibles los procesos y productos alternativos. El estudio contribuye a mejorar la sostenibilidad en materiales de construcción alternativos a través de LCA.

Limami, H. et al; (2019). Estudio de la idoneidad de los ladrillos de arcilla cruda con aditivos de residuos de HDPE y PET poliméricos como material de construcción; los objetivos de esta revista es investigar el uso de residuos poliméricos sólidos como material aditivo alternativo en el sector de la construcción, la metodología empleada se asentar en una indagación de difracción de rayos X y fluorescencia ya que muestran que la arcilla extraída utilizada es de tipo ilita con características de no hinchamiento. Tres granulometrías aditivas diferentes ( $\delta \leq 1$  mm;  $1 \text{ mm} < \delta \leq 3$  mm y  $3 \text{ mm} < \delta \leq 6$  mm) con diferentes porcentajes (0%, 1%, 3%, 7%, 15% y 20%), por peso, son investigados. Las instantáneas microscópicas y las mediciones experimentales reflejan un bajo nivel de porosidad cuando se utiliza el tamaño de aditivo de grano polimérico más pequeño ( $\delta \leq 1$  mm); como resultado se tiene una mejora del rendimiento de la muestra de ladrillo. De hecho, las medidas de densidad aparente muestran que las probetas preparadas pueden clasificarse como ladrillos ligeros, ya que su densidad no supera los 1,75 g/cm<sup>3</sup> marca.

Lattana, R. et al; (2022). Residuos reciclados de tereftalato de polietileno no biodegradable como agregado fino en geopolímeros de cenizas volantes y morteros de cemento; el objetivo empleado fue el uso de tereftalato de polietileno no biodegradable reciclado Se examinaron los residuos (PET) como un agregado fino en mortero de geopolímero de cenizas volantes; la metodología empleada consistía en reemplazar el 0%, 10%, 20%, 30% y 40% en volumen de agregado fino natural para la preparación de mortero de geopolímero con el material PET. Los resultados mostraron que las propiedades mecánicas del mortero de geopolímero se deterioraron con un aumento en la cantidad de residuos de PET. La renuencia a la compactación disminuyó de 42,7 a 12,8 MPa al aumentar el contenido de PET de 0 a 40 % para los morteros de geopolímero y disminuyó de 49,5 a 22,5 MPa al aumentar el contenido de PET de 0 a 20 % para los morteros de cemento. Sin embargo, la relación entre la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión de los geopolímeros y los morteros de cemento que contenían residuos de PET tendió a mejorar.

Ramírez, S. et al (2019). Asesoramiento en el diseño y construcción de canales con botellas PET. El objetivo de esta tesis fue Uso de botellas de plástico para

diseñar un canal revestido de hormigón para una granja; se siguió la Metodología propuesta por el Manual del MINAGRI realizando modelos en el software Civil 3D y ISTRAM versión estudiantil; El resultado obtenido del cálculo del caudal de demanda segura es un aumento del 5%, o 0,09075 m<sup>3</sup>/s, con una pendiente que cumple con el requisito mínimo de ANA del 1% y un radio de curvatura de 5 m. Según ANA, el fondo del canal mínimo estándar es de 25 cm la, por lo que se toma este valor y se producen cambios en otras dimensiones. La velocidad del agua producida por el flujo de sigue la contribución propuesta por el ingeniero hidráulico Máximo Villon. La velocidad máxima del canal de recubrimiento debe ser de 3 m/s para evitar la erosión. El costo del canal PET es 45% más bajo que el del canal de mampostería.

En lo concerniente a las bases teóricas respecto al PET como material de construcción sostenible; puedo mencionar que en el Perú el 35% del total de plástico es reutilizado siendo una gran pérdida tanto de energía y petróleo. (Bolaños J., 2019; p.35).

El PET se produce mediante la utilización de petróleo crudo, gas y aire. 1 kg de PET está compuesto principalmente por un 64% de petróleo, un 23% de derivados líquidos del gas natural y un 13% de aire. El paraxileno se obtiene del petróleo crudo y se transforma en ácido tereftálico mediante la oxidación con aire. Por otro lado, el etileno, derivado del gas natural, se oxida con aire para crear etilenglicol. La fabricación del PET implica combinar ácido tereftálico y etilenglicol. (Becerra, 2019).

Los plásticos están divididos en una lista de 7 códigos del sistema resinas de identificación de plásticos (RIP): Tereftalato de polietileno (PET), se aplica en botellas de refrescos, agua y otros líquidos; Polietileno de alta densidad (HDPE) que se utiliza en envases de leche, detergentes y otros productos; Cloruro de polivinilo (PVC) que se utiliza en ventanas, revestimientos de paredes, tuberías y otros productos; Polietileno de baja densidad (LDPE) que se utiliza en envoltorios, bolsas de plástico y otros productos; Polipropileno (PP) que se utiliza en jeringas, recipientes de alimentos y otros productos; Poliestireno (PS) que se utiliza en bandejas de comida rápida y otros productos; Otros: este código se utiliza para identificar plásticos que no se adaptan a ninguna de las clases anteriores, como

policarbonatos y acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) (Peter, A; et al 2021). De todos los tipos de plásticos antes descritos, el más óptimo para ser incluido como material de construcción es el Tereftalato de polietileno (PET) gracias a sus características físicas, de resistencia, flexión e impermeabilidad.

Las botellas de PET están hechas de tereftalato de polietileno. Este material asequible, resistente y ligero se puede moldear en una amplia variedad de productos. (Reyna y Silva, 2016).

Los polímeros reciclables, son polímeros formados a partir de cadenas lineales que son susceptibles a la degradación térmica, se recombinan sin pérdida de propiedades cuando se enfrían y, a menudo, se degradan y se devuelven a la fábrica. (Turpo, 2019, p. 22)

Entre las propiedades que posee el PET, se puede decir que el material tiene buenas propiedades térmicas, transparente, posee un peso relativamente ligero, contiene propiedades para el reciclaje, reduce costos para su adquisición por su tamaño y peso, las posibilidades de sufrir rupturas son mínimas a comparación de otros materiales.

Uno de los ensayos preliminares que se llevaran a cabo es la granulometría, que abarca el tamizaje de los agregados, equivalentes de arena, pesos específicos según la norma NTP 400.017, absorción, peso húmedo, peso seco, pesos unitarios.

La granulometría en ingeniería civil, significa examinar y analizar las diferencias en las dimensiones de las partículas que se encuentran en un área específica de tierra, agregado u otro material granular. En otras palabras, es el tamaño de la proporción de diferentes medidas que tienen partículas en un elemento granular específico (Rivera, L. et al. 2022). Este concepto es fundamental en la ingeniería civil porque las características físicas y mecánicas de los suelos y los materiales granulares están directamente relacionadas con cómo se distribuyen en tamaño las partículas que los componen.

La granulometría se establece a través de técnicas de tamizado, donde el contenido se filtra mediante una secuencia de mallas de diferentes tamaños de abertura (Bencomo, N. et al. 2021). Después, se examina la cantidad de sustancia

atrapada en cada malla Para evaluar cómo se distribuyen las dimensiones de las partículas.

Para determinar las propiedades físicas del concreto con PET (Tereftalato de Polietileno), se desarrollaron ensayos de laboratorio como compresión, tracción por flexión e impermeabilidad.

El ensayo de compresión en concreto es una técnica de laboratorio que se utiliza para medir la resistencia del concreto a la compresión. En este ensayo, se aplica una carga gradual y uniformemente distribuida sobre una muestra cilíndrica de concreto hasta que la muestra se rompe (Santamaria, J. et al 2021). La capacidad de resistir la compresión es un factor fundamental para evaluar la calidad del concreto y se emplea para asegurar que el material cumple con los estándares establecidos y los estándares de diseño requeridos para una estructura determinada.

Durante el ensayo de compresión, se registran tanto la fuerza aplicada como la deformación resultante en la muestra de concreto. Estos datos se emplean para calcular la resistencia a la compresión, medida en unidades de presión (generalmente en megapascales o psi en el sistema internacional y en el sistema inglés, respectivamente). La resistencia a la compresión del concreto puede variar debido a diversos factores, como la calidad de los materiales empleados, la proporción de la mezcla, el proceso de curado y las condiciones ambientales.

La prueba de tracción por flexión en concreto, también llamada ensayo de flexión, se realiza en laboratorio para medir la habilidad del concreto para resistir fuerzas de tracción aplicadas en ángulo recto con respecto a su eje longitudinal. (Nikolenko, S. et al 2021). En este ensayo, se aplica una carga gradualmente creciente en el centro de una muestra de concreto que se ha colocado en una posición horizontal y apoyada en sus extremos. La carga aplicada causa una flexión en la muestra, generando tensiones en la parte inferior y compresiones en la parte superior.

Durante el ensayo de tracción por flexión, se miden tanto la fuerza aplicada como la deformación en la parte inferior del testigo y la deflexión de este (la cantidad de desplazamiento vertical en el centro de la muestra debido a la carga) (Valdivia, F.

et al 2022). Estos datos se emplean para determinar la resistencia a la flexión y para construir el diagrama carga-deformación del testigo. Este tipo de ensayo es importante porque las estructuras de concreto, como las losas y vigas en puentes y edificios, están sujetas a fuerzas de flexión en condiciones de carga normales. Evaluar la capacidad de flexión del concreto es esencial para garantizar que las estructuras sean capaces de soportar las cargas aplicadas sin fallas, asegurando la seguridad y la durabilidad de las construcciones. Además, el ensayo de tracción por flexión proporciona información valiosa sobre las propiedades mecánicas y la calidad del concreto utilizado en proyectos de construcción.

El ensayo de impermeabilidad en concreto es un procedimiento utilizado para evaluar la capacidad del concreto para resistir la penetración de agua y otros fluidos (Ayala, J. et al 2022). En otras palabras, se utiliza para determinar qué tan impermeable es el concreto y cuánto puede resistir el paso del agua a través de su estructura. Este ensayo es crucial en aplicaciones donde la resistencia a la humedad es esencial, como en estructuras de construcción expuestas a condiciones húmedas o en proyectos de ingeniería hidráulica.

El ensayo de impermeabilidad en concreto implica saturar previamente las muestras de concreto y luego someterlas a condiciones específicas de presión hidrostática o carga de agua (Barranca, J. 2019). Durante el ensayo, se mide la cantidad de agua que penetra a través del concreto durante un período de tiempo determinado. La tasa de penetración de agua se utiliza para evaluar la calidad y la durabilidad del concreto en términos de impermeabilidad.

Este ensayo es esencial en el diseño y la construcción de estructuras que estarán expuestas a la humedad, ya que un concreto impermeable garantiza una mayor durabilidad y resistencia a la corrosión de las armaduras internas, lo que a su vez prolonga la vida útil de la estructura.

En bases teóricas que corresponden a canales vía se tienen que los canales vía, son estructuras hidráulicas de concreto y su principal enemigo es la corrosión causada por el escurrimiento de aguas pluviales, estos pueden ser diseñados en forma trapezoidal, rectangular o circular de acuerdo a el criterio del diseñador y al caudal del agua, cumple la función de drenaje pluvial entre otros dependiendo de



una aplicación particular al agua que fluye a través de su curso y el uso que se le dé por ejemplo para energía hidroeléctrica, uso de la población, uso del sistema de riego.

**Velocidad,** Al elegir la sección transversal del canal, se debe asegurar que la velocidad sea al menos el valor mínimo que evite la sedimentación de los materiales transportados en suspensión. Si el agua está perfectamente limpia, recomendamos que la velocidad mínima permitida sea de 0,10-0,20 m/seg. Se recomiendan valores entre 0,60 y 0,90 m/s cuando hay sólidos en suspensión en el agua (Asalde J. 2020); **Borde libre,** Se debe asignar francobordo para anticipar las fluctuaciones de la superficie del agua debido a las ondas y otros factores que pueden causar derrames. El tamaño del francobordo depende de varios factores. Por lo general, varía entre el 5% y el 30% de la profundidad del canal (El-Ghandour, H., et al 2020).

El tramo con mayor eficiencia hidráulica es el tramo con menor perímetro húmedo dentro de la misma área (Peña, M. 2022). En pocas palabras, es el uso de rugosidades, pendientes y geometrías definidas para lograr el área mojada mínima para un flujo dado. La disposición de la pasarela debe ser tal que su pendiente longitudinal sea paralela al suelo, lo que se consigue con una superficie de terreno muy uniforme (plana). En ese caso, se recomienda cumplir con el tramo de máxima eficiencia, ya que es el más económico para este tipo de terrenos, especialmente en caminos revestidos (Theol, S. et al 2019); **Taludes,** es la inclinación de los muros periféricos de la estructura representada por la escala. Las más utilizadas son las secciones transversales trapezoidales, dependiendo de la topografía del canal excavado, el caudal, es decir, el volumen de líquido transportado desde la fuente por unidad de tiempo. Expresado en litros por minuto (l/min) (Zakir et al., 2023).

Para que las construcciones sean sostenibles, es necesario hacer un uso limitado de los medios naturales disponibles para la arquitectura, y esto necesita algunas mejoras significativas en los principios de la propia cultura. Estos valores de conciencia ambiental conducen al sostenimiento de los medios naturales, la optimización de medios ambientales, la administración del periodo de vida y la disminución del uso general de recursos renovables aplicado a cada construcción

(Ramírez, 2019). Al implementar el PET en la mezcla de concreto, no solo se está aprovechando al máximo el plástico que no es reciclado, sino que también se está economizando material cubriendo en cierto porcentaje a los agregados.

### III. METODOLOGIA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

3.1.1. Tipo de investigación: Esta investigación fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo. Se desarrollo una investigación cuantitativa ya que se realizaron ensayos de laboratorio para demostrar los impactos que el PET (Tereftalato de polietileno) genera en el concreto, esto ya descrito en mis objetivos específicos.

#### 3.1.2. Diseño de investigación:

Diseño experimental: Esta investigación fue experimental: cuasiexperimental; El término "experimento" puede tener al menos dos significados: uno general y otro más específico. En un sentido general, se trata de llevar a cabo una acción y luego observar las consecuencias de esa acción, incluyendo variables y su operacionalización (Agudelo, L. y Aignerren, J. 2010).

#### 3.2. Variables y Operacionalización:

##### 3.2.1. Variable independiente: PET (Tereftalato de polietileno)

Definición conceptual: El PET se destaca por su ligereza y resistencia mecánica a la compresión, así como por su alta transparencia y brillo. Además, mantiene el sabor y aroma de los alimentos, sirve como barrera contra gases y es completamente reciclable, lo que permite la producción de envases reutilizables (Alaloul, W. et al; 2020). Estas características han llevado a que se prefiera sobre otros materiales como el PVC, que está en demanda creciente a nivel mundial. El PET se utiliza en la fabricación de envases para bebidas gaseosas y aguas minerales, entre otros productos (Weena, L. et al 2022). Sin embargo, las botellas de PET a menudo son desechadas y terminan en bolsas de basura y vertederos de residuos domésticos. (Infante, J & Valderrama, C.; 2019).

Definición operacional: Para cumplir con mis objetivos de estudio establecidos se hizo un análisis de las muestras elaboradas, realizando ensayos de laboratorio para comprobar, la impermeabilidad, flexión y compresión.

Indicadores: Impermeabilidad, flexión y compresión.

Escala de medición: Intervalo.

### 3.2.2. Variable dependiente: Construcción sostenible

Definición contextual: La noción de construcción sostenible se origina principalmente a partir de investigaciones realizadas por reconocidas universidades europeas y organismos internacionales (Ferdous, W., et al 2021). Estos estudios han revelado que el sector de la construcción contribuye significativamente al cambio climático, aportando entre el 32% y el 37% de las emisiones (Torres, B., et al 2019). El sector de la construcción utiliza alrededor del 36% de la energía total disponible, siendo responsable del 65% del consumo de energía eléctrica (Cañola, H. et al 2021). Además, Esta industria causa efectos adversos en el entorno natural, generando gases de efecto invernadero, agotando recursos naturales, produciendo residuos y utilizando agua potable de manera excesiva. (Narváez, C., et al 2019).

Definición operacional: Para analizar esta variable se realizaron fichas de observación para verificar y registrar la información recopilada de los diversos ensayos de laboratorio.

Indicadores: La variable Construcción sostenible, tuvo la siguiente dimensión ensayos preliminares y proyecta los siguientes indicadores: Granulometría, Curva de agregados y Curva Fuller.

Escala de medición: Intervalo.

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

3.3.1. Población: La población se define como la reunión de elementos, personas o eventos en un lugar y momento específicos, lo que constituye el objeto de estudio en una investigación (Muñoz, S. et al 2021). Se designo como población a la mezcla de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y moldes cilíndricos de plástico de 10 de diámetro por 20 de altura.

Criterios de inclusión: Se incluirán todos los concretos que tengan una resistencia  $210 \text{ kg/cm}^2$ , así como también a los moldes cilíndricos de 10 cm de diámetro por 20 cm de altura.

Criterios de exclusión: cualquier otro concreto y molde que no cumpla las características mencionadas en criterios de inclusión.

3.3.2. Muestra: Se realizaron 96 probetas con dosificaciones para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo en cuenta lo siguiente:

- 24 probetas de un diseño patrón.

**Tabla 1**

*Distribución de testigos diseño patrón.*

<i>DISEÑO PATRON_ ENSAYOS</i>			
EDAD	IMPERMEABILIDAD	FLEXION	COMPRESION
7 días	2	3	3
14 días	2	3	3
28 días	2	3	3
SUB TOTAL	6	9	9
TOTAL		24	

**Nota:** *Elaboración Propia*

- 24 probetas de un diseño con 3% de PET (Tereftalato de Polietileno).

**Tabla 2**

*Distribución de testigos con 3% de PET.*

<i>DISEÑO CON 3% DE PET_ ENSAYOS</i>			
EDAD	IMPERMEABILIDAD	FLEXION	COMPRESION
7 días	2	3	3
14 días	2	3	3
28 días	2	3	3
SUB TOTAL			
TOTAL	6	9	9
TOTAL		24	

**Nota:** *Elaboración Propia*

- 24 probetas de un diseño con 5% de PET (Tereftalato de Polietileno).

**Tabla 3**

*Distribución de testigos diseño con 5% de PET.*

<i>DISEÑO CON 5% DE PET_ENSAYOS</i>			
EDAD	IMPERMEABILIDAD	FLEXION	COMPRESION
7 días	2	3	3
14 días	2	3	3
28 días	2	3	3
SUB			
TOTAL	6	9	9
TOTAL		24	

**Nota:** *Elaboración Propia*

- 24 probetas de un diseño con 7% de PET (Tereftalato de Polietileno).

**Tabla 4**

*Distribución de testigos diseño con 7% de PET.*

<i>DISEÑO CON 7% DE PET_ENSAYOS</i>			
EDAD	IMPERMEABILIDAD	FLEXION	COMPRESION
7 días	2	3	3
14 días	2	3	3
28 días	2	3	3
SUB			
TOTAL	6	9	9
TOTAL		24	

**Nota:** *Elaboración Propia*

3.3.3. Muestreo: En esta investigación se llevó a cabo un muestreo no probabilístico por conveniencia del investigador.

3.3.4. Unidad de análisis: se realizó una producción de 96 probetas, considerando 24 probetas de un diseño patrón, 24 probetas de un diseño implementando el 3% de PET(Tereftalato de Polietileno), 24 probetas de un diseño implementando el 5% de PET(Tereftalato de Polietileno), 24 probetas de un diseño implementando

el 7% de PET(Tereftalato de Polietileno), cabe destacar que el porcentaje de PET (Tereftalato de Polietileno) será un sustitutorio de los agregados gruesos, teniendo en cuenta 3 ensayos: ensayo de impermeabilidad, ensayo de flexión y ensayo de compresión de probetas.

#### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El término técnica se alude a los métodos particulares utilizados para recopilar datos, permitiendo la recopilación y edición de información disponible con el propósito de llevar a cabo una investigación. (Urdánigo, J. et al 2022).

Técnicas: Las técnicas a empleadas serán las siguientes:

- Observación directa.
  
- Ensayos de compresión, tracción por flexión e impermeabilidad.

Se aplico la observación directa ya que es una técnica que ayuda a presenciar, identificar y registrar el comportamiento que tiene el concreto, al remplazar los porcentajes de 3, 5 y 7 % del agregado grueso por el PET en la mezcla del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

Examinar cuidadosamente los comportamientos del concreto de forma directa y sin complicaciones es el enfoque de medición más apropiado. El investigador observa las conductas de interés y desarrolla métodos sistemáticos para identificar, clasificar y registrar estas observaciones en situaciones naturales o preparadas (Breda, A. et al 2021).

Instrumentos: En la presente tesis se realizó el siguiente instrumento para de recolección de datos:

- Ficha de registro de datos

En dicha ficha se registrarán todos los resultados tanto de los ensayos preliminares como la granulometría de los materiales, como de los ensayos de compresión, tracción por flexión e impermeabilidad.

### 3.5. Procedimientos

El primer proceso que se realizó fue la contratación del laboratorio CONSULTGEOPAV. S.A.C; especializado en concreto y, además, satisface los criterios de calidad requeridos contando con herramientas y equipos calibrados. Una vez que se realizó la contratación del laboratorio, se inició la compra de los agregados finos como la arena en la cantera Puente de los Serranos y el cemento en una ferretería local del distrito de Bellavista - Sullana, mientras que los agregados gruesos como la piedra chancada fueron adquiridos de la cantera zapata en el distrito de Sojo y a su vez el material en estudio el PET (Tereftalato de polietileno) este obtenido de la planta recicladora Imperio Fortaleza Carlomagno E.I.R.L de la provincia de Sullana.

Como siguiente paso se realizaron los ensayos granulométricos aplicando los parámetros de la norma NTP 400.012, como tamizaje de los agregados, equivalentes de arena, pesos específicos según la norma NTP 400.017, peso húmedo, pesos unitarios, absorción NTP 400.021, etc., datos que se plasmaron en una ficha de registros de datos y se utilizaron para el diseño del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>: Testigos Patrón, Testigos con 3%, 5% y 7% de PET (Tereftalato de polietileno) reemplazando los agregados gruesos respectivamente a su porcentaje.

Una vez que se obtuvieron los diseños se iniciaron los procedimientos para la mezcla de los agregados, la toma de la temperatura ambiente y temperatura del concreto y la elaboración de la prueba Slump; los parámetros de asentamiento óptimos esperados oscilaban en un intervalo 3 a 5 pul. De esta manera cumpliendo con este parámetro por que los 4 diseños se encontraban con un asentamiento de 3 a 3.5 pul respectivamente.

El diseño que se llevó a cabo primero fue el diseño patrón, para que de esta manera verificar la trabajabilidad del concreto mediante la prueba slump y si se tiene que hacer correcciones en la relación de finos, gruesos y relación agua cemento, todo este proceso se realizó en máximo 2 min según los lineamientos de la prueba slump especificados en la normativa ASTM C-143; una vez teniendo la mezcla se procede a llenar los moldes cilíndricos de 10 cm de diámetro por 20



cm de altura, el llenado se realiza mediante 3 capas y con una varilla chucear 25 veces por capa y luego de 30 min del llenado pulir la cara superior de la probeta para que se encuentre uniforme y sea un testigo apto para llevar acabo los ensayos de compresión y tracción por flexión, mientras que para el ensayo de impermeabilidad se llenara a  $\frac{1}{4}$  por debajo de la altura total.

Después de verificar el diseño patrón y que cumpla con los estándares sujetos en la normativa ASTM C1077 como el asentamiento, etc. se procedió a realizar la mezcla del diseño en los que se incluirán el PET (Tereftalato de polietileno) reemplazando de esta manera el 3%, 5% y 7% respectivamente del agregado grueso por el material denominado PET (Tereftalato de Polietileno).

Para el curado de las probetas, se sumergieron en un depósito de dimensiones de 3.00 m de largo por 2.00 m de ancho y 1.00 m de altura.

Resistencia a la compresión, Este ensayo de desarrollo a los 7, 14, 28 días de curado con ayuda de maquinaria empleada por el laboratorio debidamente calibrada, para este ensayo se emplearon testigos cilíndricos de 10 x 20 cm; Resistencia a la flexión, Este ensayo se desarrolló en tres fechas, a los 7, 14 y 28 días de curado con ayuda de equipos empleados por el laboratorio debidamente calibrados, en este ensayo se emplearon vigas de concreto de 15 x 15 x 45 cm; Impermeabilidad, Este ensayo de desarrollo a los 7, 14, 28 días de la elaboración de la probeta, en este ensayo solo se dejó al curado 3 días y luego se dejó al aire libre hasta un día antes del ensayo ya que para este se debe dejar saturando todo un día, para el desarrollo este procedimiento se usó el molde cilíndrico de plástico con el que se elaboraron las probetas haciéndole perforaciones en la base, el testigo de concreto, grasa hidráulica, un vernier debidamente calibrado y agua; se colocó el testigo nuevamente dentro de su molde evitando que este llegue completamente al fondo del molde y se colocó grasa a los filos de la cara superior evitando así cualquier tipo de fuga y por ultimo colocar el agua sobre el testigo dentro del molde cilíndrico y con el vernier medir el volumen filtrado a los 30 min, 1 hr, 2 hrs, 3 hrs, 4 hrs, 5 hrs, 6 hrs, 7 hrs, 8 hrs, 9 hrs, 10 hrs, 11 hrs y 12 hrs. Siguiendo los parámetros según la normativa ASTM D5084-90.

Toda la data será recolectada y plasmada en las fichas de recolección de datos para llevar a cabo el análisis correspondiente y determinar el cumplimiento de mis objetivos específicos.

### 3.6. Método de análisis de datos

Para realizar la investigación experimental del concreto incluyendo el PET (Tereftalato de Polietileno), existen distintas técnicas. Para determinar su capacidad y uso, de esta manera se optó por llevar a cabo ensayos de laboratorio para determinar la compresión, tracción por flexión e impermeabilidad, con fin de elaborar un buen método de análisis. Se ha hecho uso de la normativa vigente como la NTP 400.012, NTP 400.021, ASTM C-143, ASTM C1077, ASTM D5084-90. Para la toma de datos se realizaron fichas de registro de datos dicha data obtenida mediante la técnica observación directa, dichas fichas se realizaron en el programa Excel para determinar los resultados finales, por lo que será muy eficaz y beneficioso usar esta investigación para futuros proyectos donde se requiera un concreto con mayor resistencia a las cargas e impermeable.

### 3.7. Aspectos éticos

Esta al ser una investigación experimental se ha tenido que validar los instrumentos de recolección de datos por los profesionales del laboratorio y dichos ensayos han sido elaborados en equipos especializados en la evaluación de muestras de concreto y que cumple con constancia de calibración para su correcto funcionamiento.

A lo largo del proceso de elaboración de esta tesis, asumí el compromiso de poner estos aspectos éticos:

Honestidad, al mantener la precisión en las afirmaciones y la fidelidad a las fuentes citadas en el contenido. Se respeta la autoridad mediante la cita y registro adecuado de los autores consultados cuyas ideas textuales fueron utilizadas, siguiendo las normativas internacionales de redacción de Proyectos de Investigación (APA).

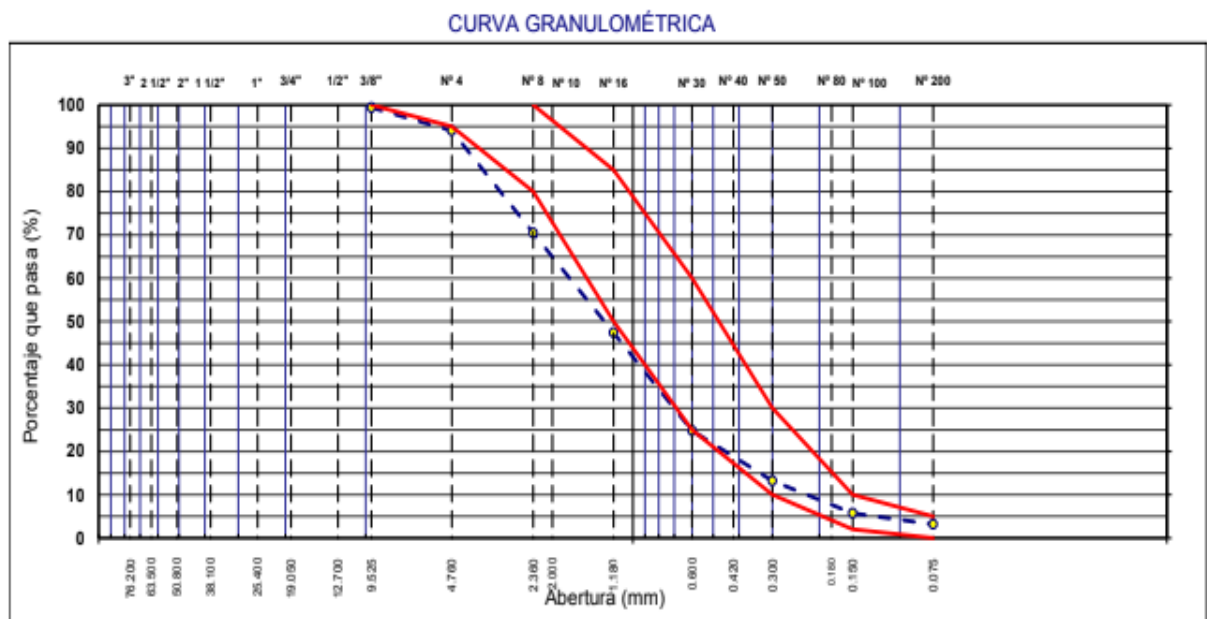
## IV. RESULTADOS

En lo concerniente a los resultados de mi investigación, se aplicó el instrumento fichas de registro de datos, para plasmar todos los resultados obtenidos en los ensayos realizados en el laboratorio aplicando la técnica de la observación directa, es una técnica que consiste en observar y registrar los comportamientos, acciones y eventos tal como ocurren en el entorno (Chávez, H. 2022).

A continuación, se realizará un análisis de los objetivos en relación con los resultados obtenidos, gracias a la aplicación de mi instrumento.

Como ensayo preliminar se tiene la granulometría de los agregados teniendo los siguientes gráficos:

**Gráfico 1**  
*Curva granulométrica de finos*



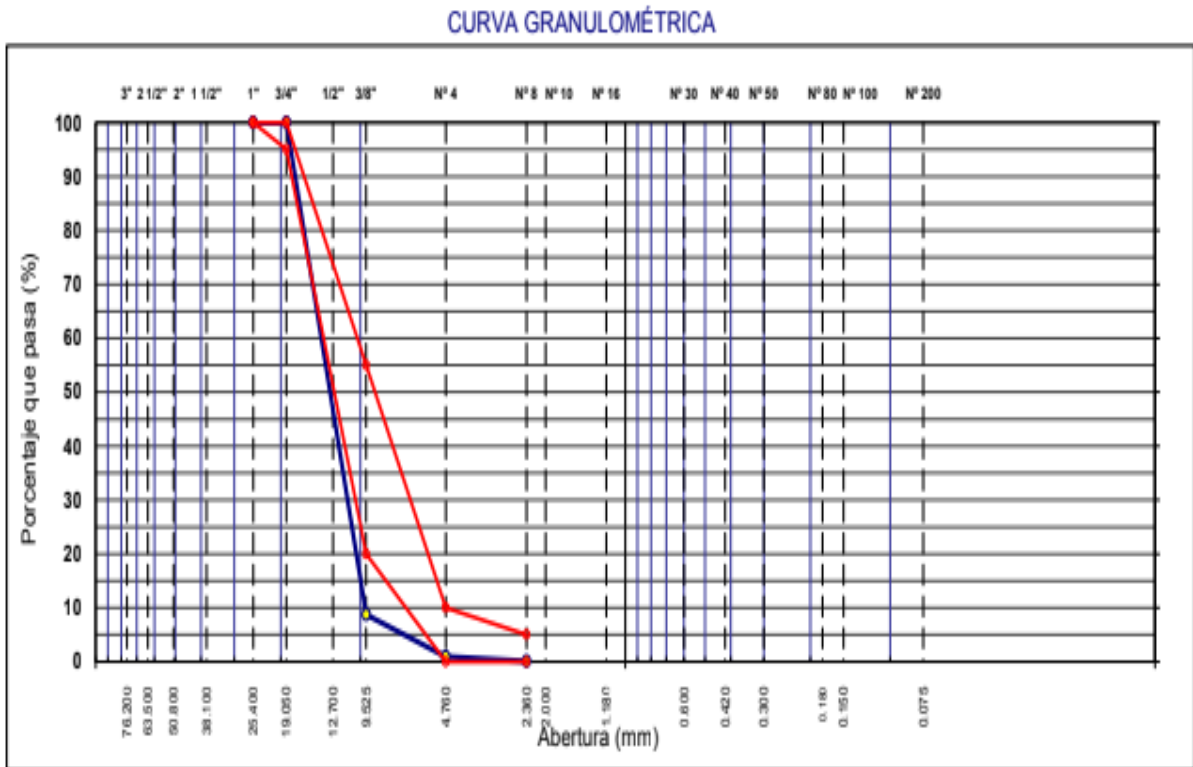
**Nota:** brindado por el laboratorio Consulgeopav S.A.C.

### Interpretación:

En el siguiente gráfico se puede apreciar que hay un ligero desfase en la curva granulométrica de finos determinando de esta manera que las partículas dentro de la muestra son ligeramente más grandes, pero al cerrar la curva en la malla 200 esto quiere decir que esta apto para el diseño.

## Gráfico 2

Curva granulométrica de la grava.

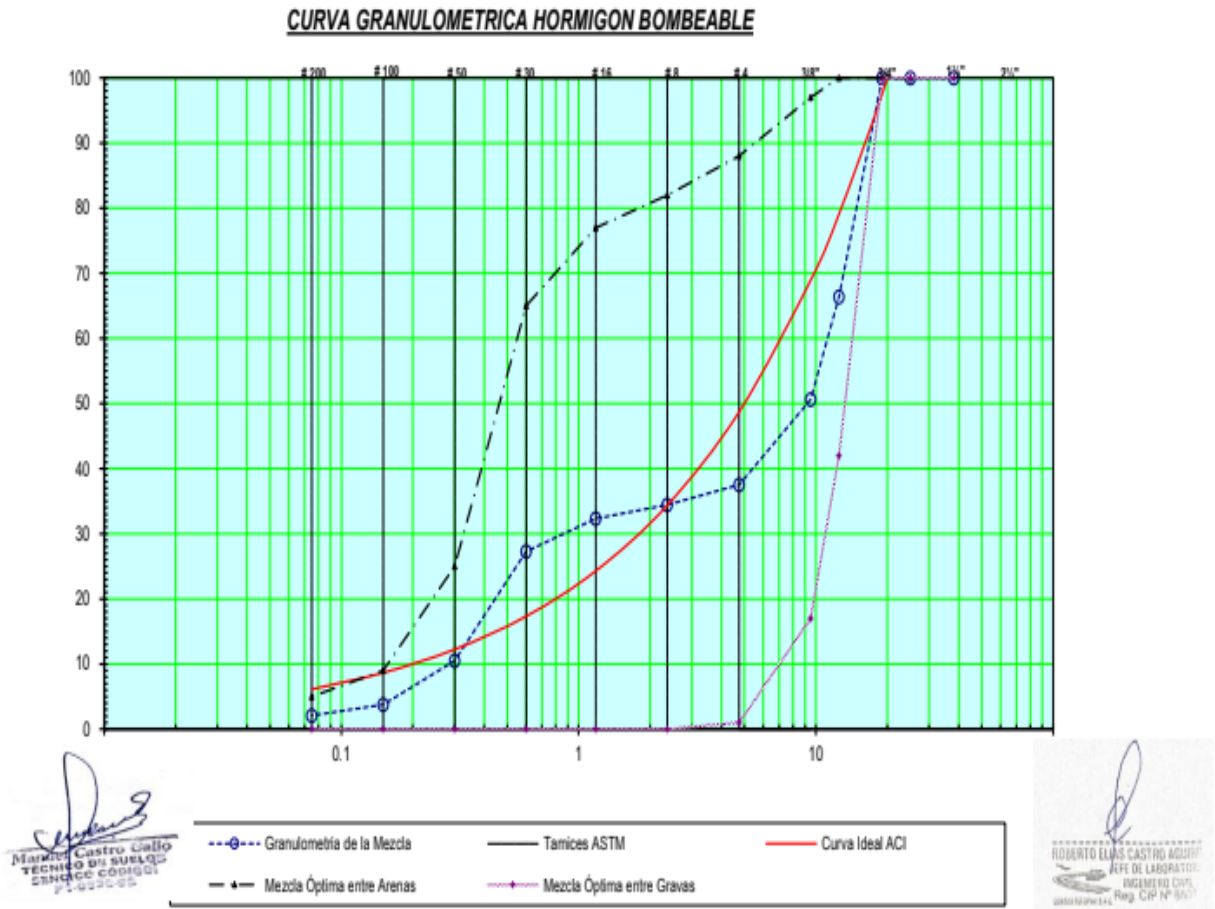


**Nota:** brindado por el laboratorio Consulgeopav S.A.C.

### Interpretación:

En el siguiente gráfico se puede apreciar que hay un ligero desfase en la curva granulométrica de gruesos determinando de esta manera que las partículas dentro de la muestra son ligeramente más grandes dentro de la malla de  $\frac{3}{4}$ " hacia la malla N°4, pero al cerrar la curva en la maya 8 esto quiere decir que esta apto para el diseño.

**Gráfico 3**  
 Curva del acomodamiento Fuller.



**Nota:** brindado por el laboratorio Consulgeopav S.A.C.

**Interpretación:**

En el siguiente gráfico se puede apreciar la curva granulométrica del diseño de concreto, se puede observar que muestra un gran balance dentro de los parámetros de los finos y gruesos y cumpliendo con la curva ideal determinada por la norma ACI.

**Objetivo específico 01 \_ Analizar la impermeabilidad del concreto con PET (Tereftalato de polietileno) a través de un ensayo de laboratorio.**

Para dar respuesta a este objetivo específico se realizó una ficha de registro de datos para cada testigo sometido a el ensayo.

Después de haber sido saturado por 24 horas, se procede a introducir el testigo nuevamente al molde y sellando los bordes con grasa hidráulica se procede a llenar de agua el espacio restante, teniendo en cuenta la forma cilíndrica que tiene el molde se procede a medir con el vernier para hallar su volumen del agua eh iniciar a medir el volumen filtrado (cm3).

**CONCRETO PATRON:**

**Tabla 5**

*Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 7 Días \_ Testigo 1*

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 1	
	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	4.800	-	376.944
30 min	0.000	4.800	0.000	376.944
1 hora	0.050	4.750	3.927	373.018
2 hora	0.075	4.725	5.890	371.054
3 hora	0.125	4.675	9.816	367.128
4 hora	0.150	4.650	11.780	365.165
5 hora	0.175	4.625	13.743	363.201
6 hora	0.200	4.600	15.706	361.238
7 hora	0.225	4.575	17.669	359.275
8 hora	0.250	4.550	19.633	357.312
9 hora	0.275	4.525	21.596	355.348
10 hora	0.300	4.500	23.559	353.385
11 hora	0.325	4.475	25.522	351.422
12 hora	0.350	4.450	27.486	349.459

**Nota:** *Elaboración Propia*

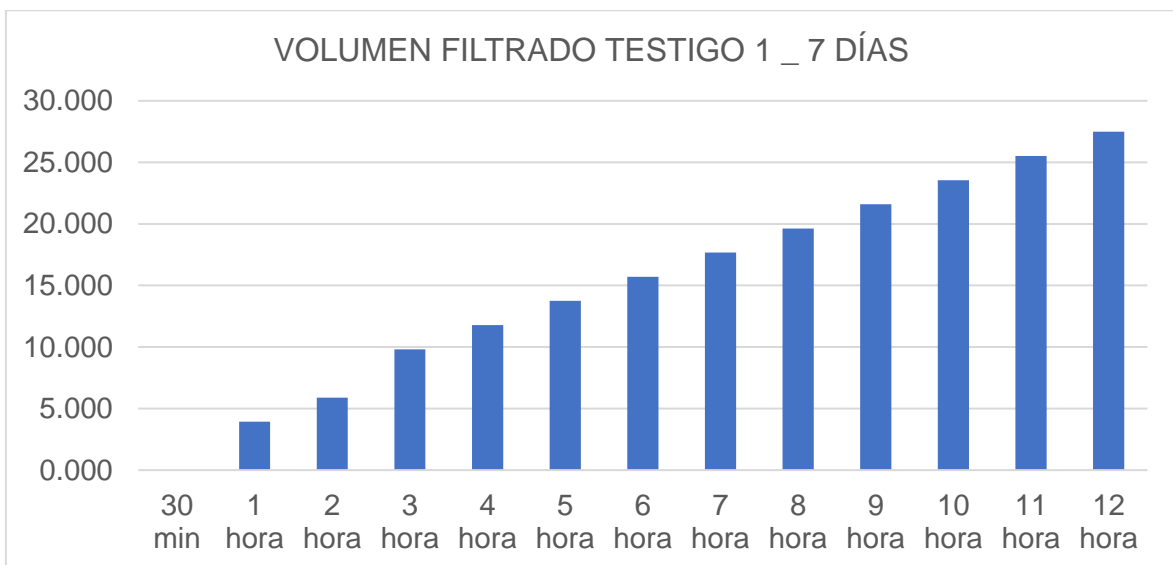
**Tabla 6**  
Rango de impermeabilidad

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** Elaboración Propia

**Gráfico 4**

Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 7 Días \_ Testigo 1



**Nota:** Elaboración Propia

**Interpretación:**

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del primer testigo, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que se filtró 3.927 cm<sup>3</sup> durante la primera hora, siendo este el 1.04% del volumen total siendo así que se llegó a un volumen filtrado de 27.486 cm<sup>3</sup> dentro de las 12 horas consecutivas, cuyo volumen representa el 7.29% por lo tanto está dentro del rango de un concreto poco permeable.

**Tabla 7***Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 7 Días \_ Testigo 2*

TIEMPO (T)	TESTIGO 2		TESTIGO 2	
	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	4.800	-	376.944
30 min	0.000	4.800	0.00	376.944
1 hora	0.000	4.800	0.00	376.944
2 hora	0.050	4.750	3.93	373.018
3 hora	0.100	4.700	7.85	369.091
4 hora	0.125	4.675	9.82	367.128
5 hora	0.150	4.650	11.78	365.165
6 hora	0.150	4.650	11.78	365.165
7 hora	0.175	4.625	13.74	363.201
8 hora	0.200	4.600	15.71	361.238
9 hora	0.250	4.550	19.63	357.312
10 hora	0.300	4.500	23.56	353.385
11 hora	0.325	4.475	25.52	351.422
12 hora	0.350	4.450	27.49	349.459

**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 8***Rango de impermeabilidad*

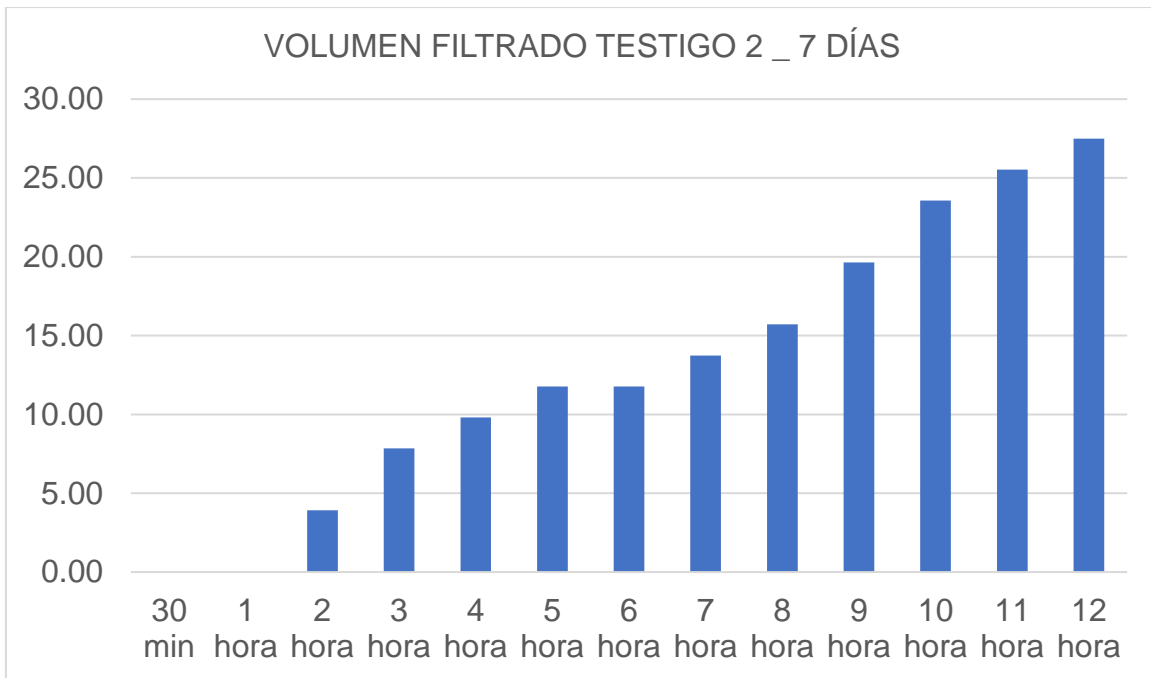
	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*



### Gráfico 5

Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 7 Días \_ Testigo 2



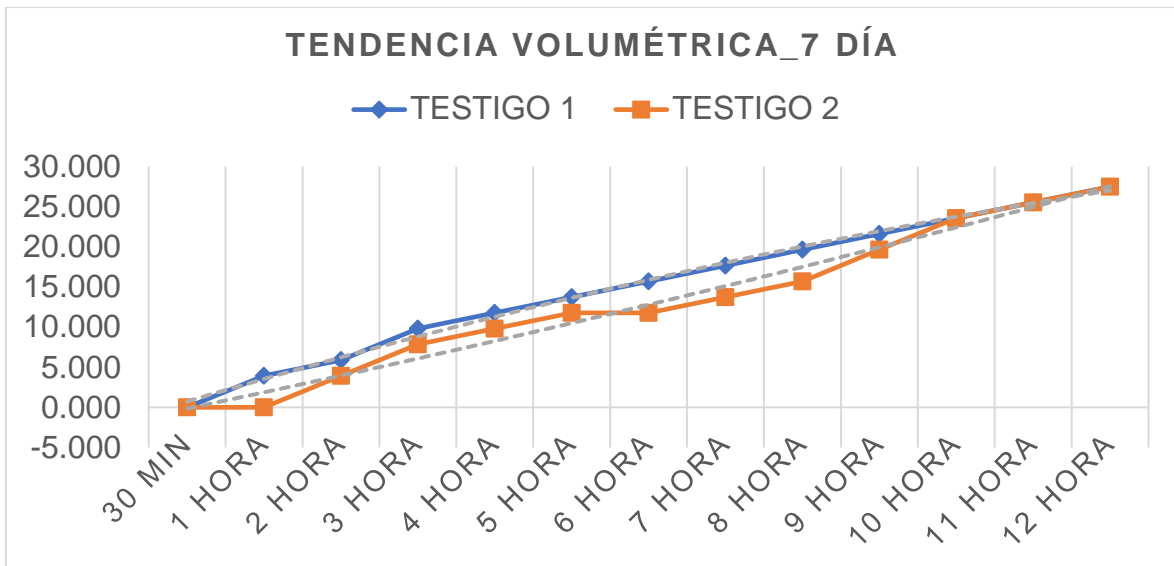
**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del segundo testigo, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que se inició la filtración de 3.93 cm<sup>3</sup> durante la segunda hora, siendo este el 1.04% del volumen total siendo así que se llegó a un volumen filtrado de 27.49 cm<sup>3</sup> dentro de las 12 horas consecutivas, cuyo volumen representa el 7.29% por lo tanto está dentro del rango de un concreto poco permeable.

### Gráfico 6

Ensayo de impermeabilidad 7 Días \_ Diseño Patrón



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del testigo 1 y 2, se puede observar que, aunque ambos inician con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, se observa una separación a lo Largo de la hora 1 a la hora 12, de las cuales es más notorio que el testigo 1 presenta una mayor filtración en las horas 6, 7, 8 y 9, culminando con una separación de 0.004 cm<sup>3</sup> respectivamente.

**Tabla 9***Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 14 Días \_ Testigo 1*

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 1	
	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	3.600	-	282.71
30 min	0.000	3.600	0.000	282.71
1 hora	0.000	3.600	0.000	282.71
2 hora	0.025	3.575	1.963	280.74
3 hora	0.025	3.575	1.963	280.74
4 hora	0.025	3.575	1.963	280.74
5 hora	0.050	3.550	3.927	278.78
6 hora	0.050	3.550	3.927	278.78
7 hora	0.100	3.500	7.853	274.86
8 hora	0.100	3.500	7.853	274.86
9 hora	0.100	3.500	7.853	274.86
10 hora	0.175	3.425	13.743	268.97
11 hora	0.175	3.425	13.743	268.97
12 hora	0.200	3.400	15.706	267.00

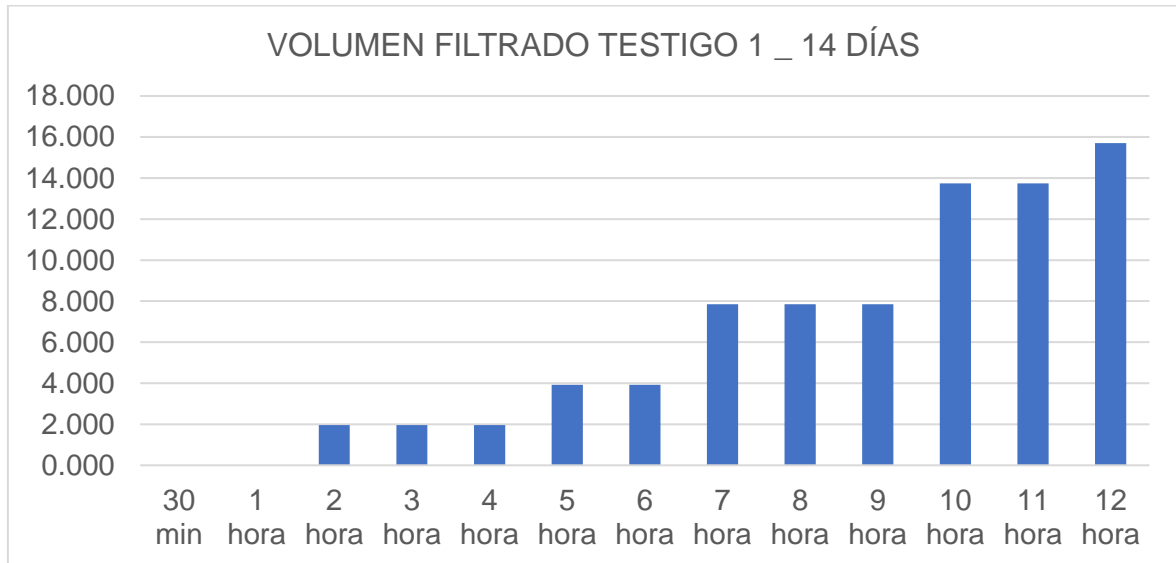
**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 10***Rango de impermeabilidad*

	RANGO
<b>PERMEABLE</b>	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
<b>POCO PERMEABLE</b>	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
<b>IMPERMEABLE</b>	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*

### Gráfico 7

Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 14 Días \_ Testigo 1



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del primer testigo dentro de los 14 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 1.963 cm<sup>3</sup> durante las 2 primeras horas, siendo este el 0.69% del volumen total siendo así que se llegó a un volumen filtrado de 15.706 cm<sup>3</sup> dentro de las 12 horas consecutivas, cuyo volumen representa el 5.56% por lo tanto está dentro del rango de un concreto poco permeable.

**Tabla 11***Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 14 Días \_ Testigo 2*

TIEMPO (T)	TESTIGO 2		TESTIGO 2	
	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	3.600	-	282.71
30 min	0.000	3.600	0.000	282.71
1 hora	0.000	3.600	0.000	282.71
2 hora	0.000	3.600	0.000	282.71
3 hora	0.050	3.550	3.927	278.78
4 hora	0.050	3.550	3.927	278.78
5 hora	0.050	3.550	3.927	278.78
6 hora	0.100	3.500	7.853	274.86
7 hora	0.100	3.500	7.853	274.86
8 hora	0.125	3.475	9.816	272.89
9 hora	0.175	3.425	13.743	268.97
10 hora	0.175	3.425	13.743	268.97
11 hora	0.200	3.400	15.706	267.00
12 hora	0.225	3.375	17.669	265.04

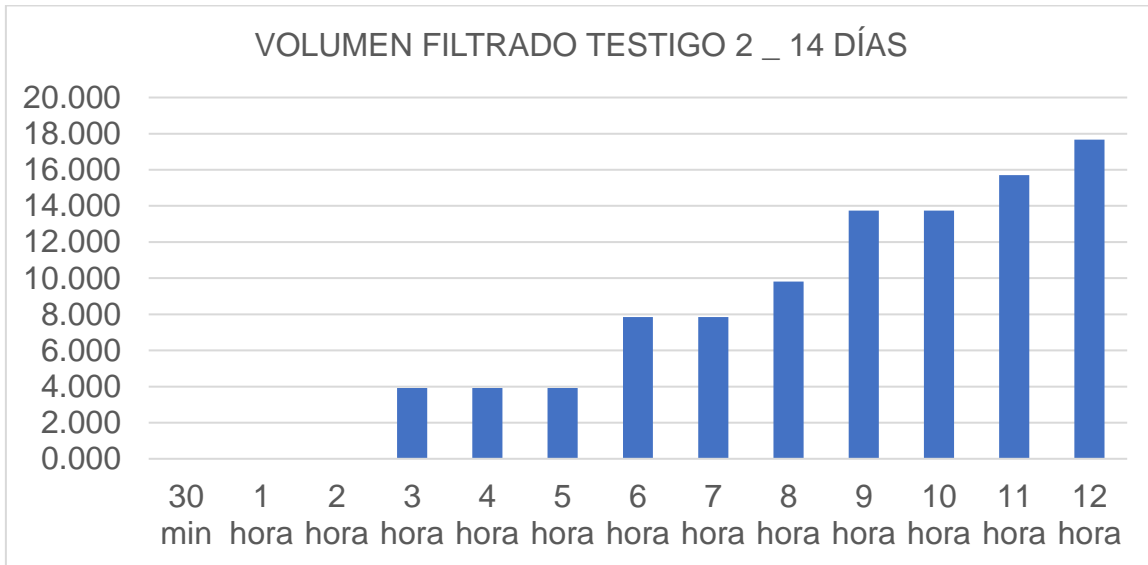
**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 12***Rango de impermeabilidad*

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*

### Gráfico 8

Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 14 Días \_ Testigo



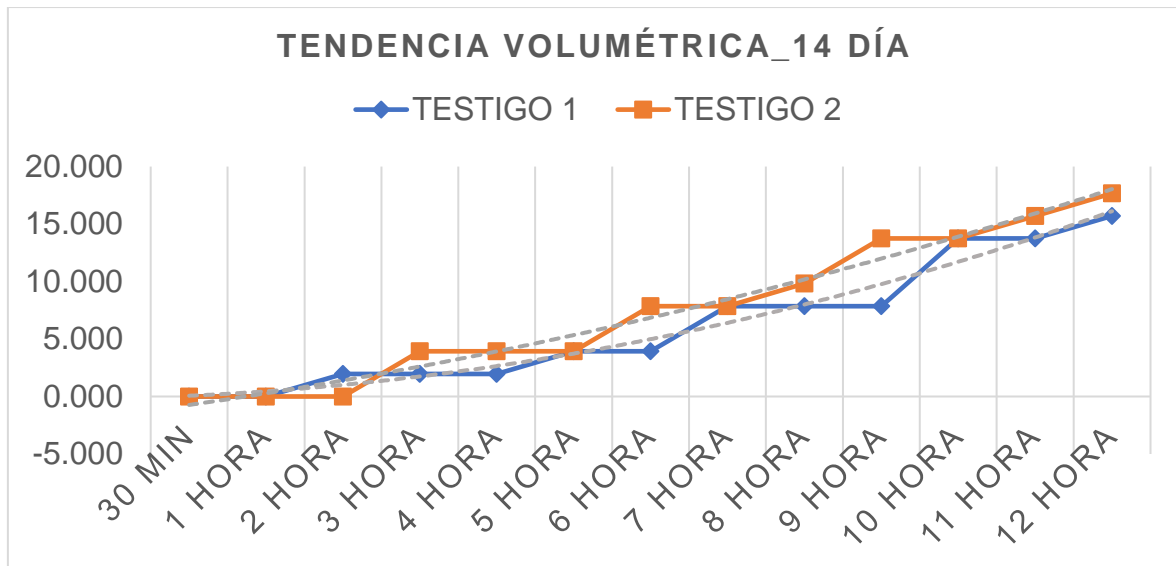
**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del segundo testigo dentro de los 14 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 3.927 cm<sup>3</sup> durante las 3 primeras horas, siendo este el 1.39% del volumen total siendo así que se llegó a un volumen filtrado de 17.669 cm<sup>3</sup> dentro de las 12 horas consecutivas, cuyo volumen representa el 6.25% por lo tanto está dentro del rango de un concreto poco permeable.

### Gráfico 9

Ensayo de impermeabilidad 14 Días \_ Diseño Patrón



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del testigo 1 y 2 con una edad de 14 días, se puede observar que, aunque ambos inician con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, se observa una separación a lo Largo de la hora 1 a la hora 12, de las cuales es más notorio que el testigo 2 presenta una mayor filtración en las horas 3, 4, 6, 8, 9, 11 y 12, culminando con una separación de 1.963 cm<sup>3</sup> respectivamente.

**Tabla 13***Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 28 Días \_ Testigo 1*

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 1	
	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	4.20	-	329.83
30 min	0.00	4.20	0.00	329.83
1 hora	0.00	4.20	0.00	329.83
2 hora	0.00	4.20	0.00	329.83
3 hora	0.00	4.20	0.00	329.83
4 hora	0.00	4.20	0.00	329.83
5 hora	0.025	4.18	1.96	327.86
6 hora	0.025	4.18	1.96	327.86
7 hora	0.025	4.18	1.96	327.86
8 hora	0.025	4.18	1.96	327.86
9 hora	0.050	4.15	3.93	325.90
10 hora	0.050	4.15	3.93	325.90
11 hora	0.050	4.15	3.93	325.90
12 hora	0.050	4.15	3.93	325.90

**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 14***Rango de impermeabilidad*

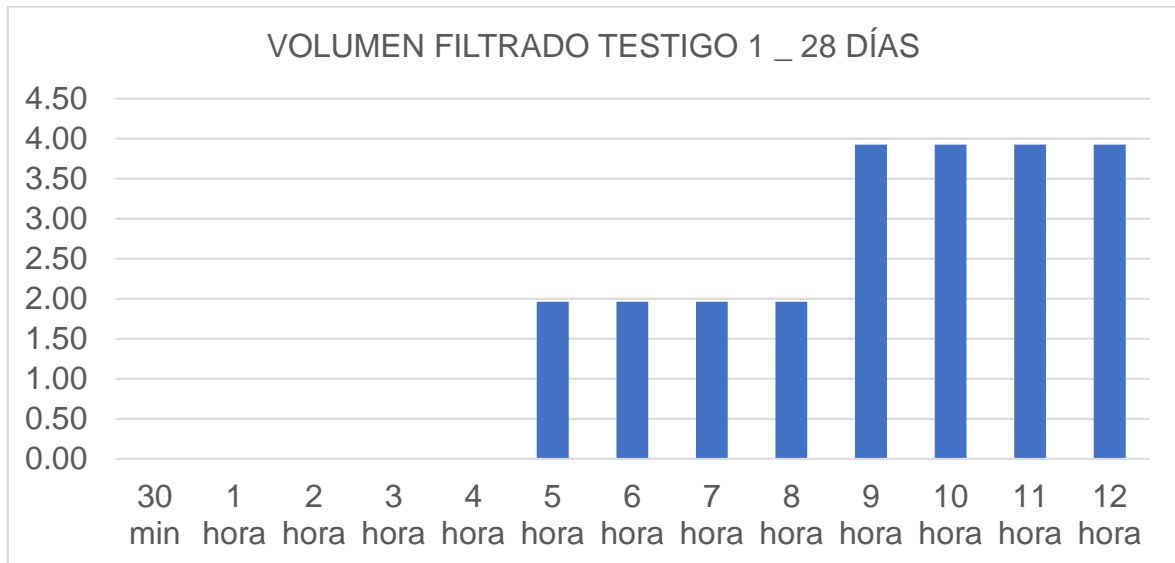
	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*



### Gráfico 10

Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 28 Días \_ Testigo 1



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del primer testigo dentro de los 28 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 1.96 cm<sup>3</sup> a la hora 5, siendo este el 0.59% del volumen total, siendo así que se llegó a un volumen filtrado de 3.93 cm<sup>3</sup> dentro de las 12 horas consecutivas, cuyo volumen representa el 1.19% por lo tanto está dentro del rango de un concreto poco permeable.

**Tabla 15***Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 28 Días \_ Testigo 2*

TIEMPO (T)	TESTIGO 2		TESTIGO 2	
	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	4.20	-	329.83
30 min	0.00	4.20	0.00	329.83
1 hora	0.00	4.20	0.00	329.83
2 hora	0.00	4.20	0.00	329.83
3 hora	0.00	4.20	0.00	329.83
4 hora	0.00	4.20	0.00	329.83
5 hora	0.00	4.20	0.00	329.83
6 hora	0.00	4.20	0.00	329.83
7 hora	0.00	4.20	0.00	329.83
8 hora	0.00	4.20	0.00	329.83
9 hora	0.025	4.18	1.96	327.86
10 hora	0.025	4.18	1.96	327.86
11 hora	0.025	4.18	1.96	327.86
12 hora	0.025	4.18	1.96	327.86

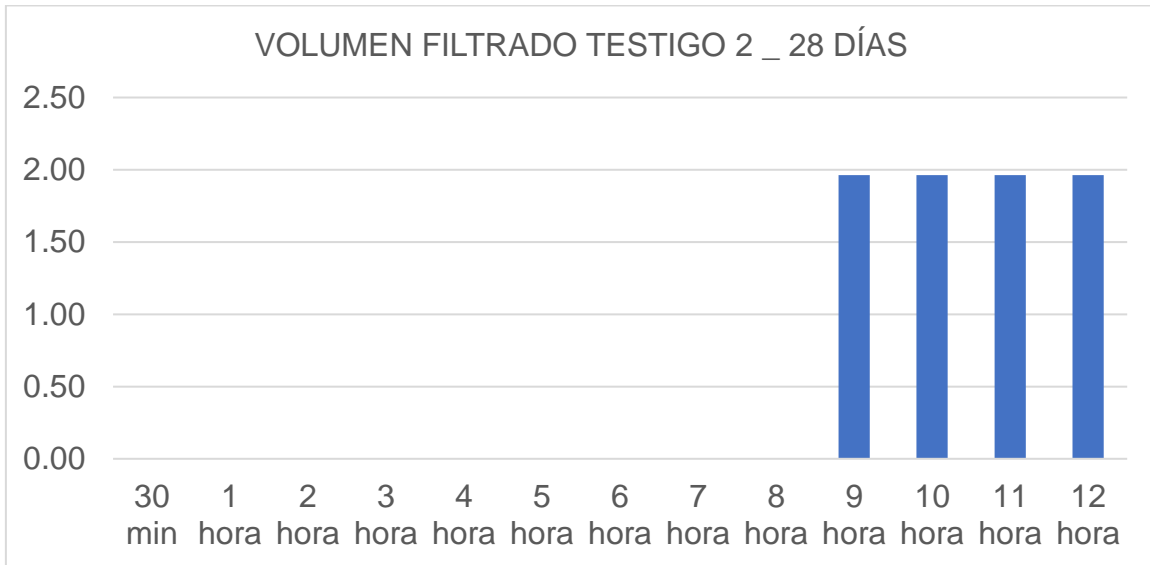
**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 16***Rango de impermeabilidad*

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*

**Gráfico 11**

*Ensayo de impermeabilidad del concreto patrón 28 Días \_ Testigo 2*



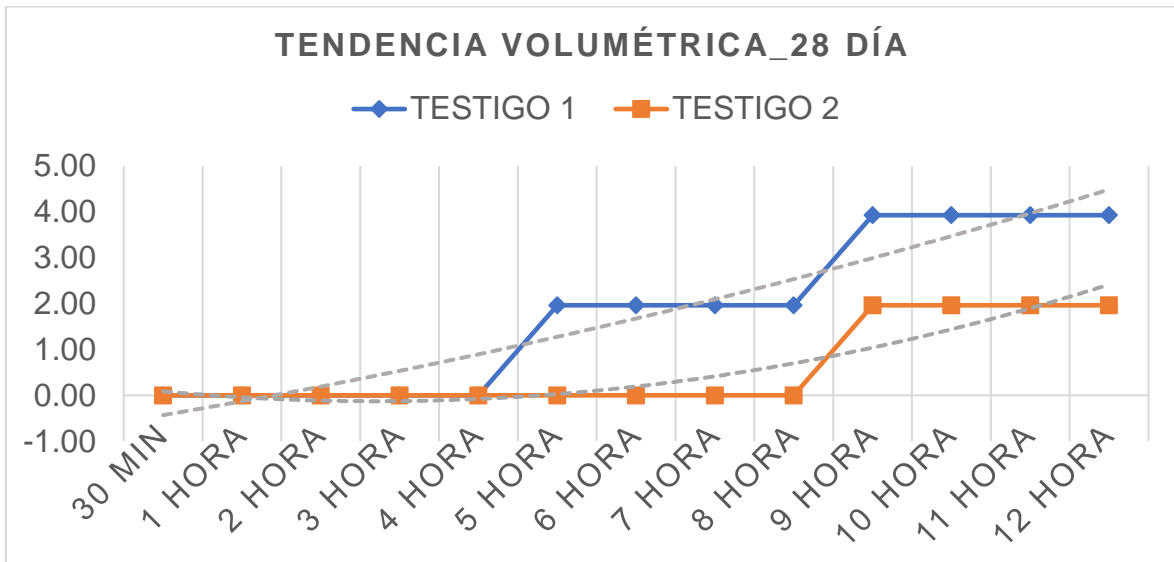
**Nota:** *Elaboración Propia*

**Interpretación:**

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del segundo testigo dentro de los 28 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 1.96 cm<sup>3</sup> a la hora 9, siendo este el 0.59% del volumen total, siendo así que se llegó a un volumen filtrado constante de 1.96 cm<sup>3</sup> dentro de las 12 horas consecutivas, cuyo volumen representa el 0.59% por lo tanto está dentro del rango de un concreto impermeable.

## Gráfico 12

Ensayo de impermeabilidad 28 Días \_ Diseño Patrón



**Nota:** Elaboración Propia

### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del testigo 1 y 2 con una edad de 28 días, se puede observar que, aunque ambos inician con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, se observa una separación a lo Largo de la hora 5 a la hora 12, de las cuales es más notorio que el testigo 1 presenta una mayor filtración en las horas 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12, culminando con una separación de 1.97 cm<sup>3</sup> respectivamente.

## CONCRETO CON 3% DE PET:

**Tabla 17**

Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 7 Días \_ Testigo 1

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 1	
	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACOMULADO (cm <sup>3</sup> )
	-	4.10	-	321.97
30 min	0.00	4.10	0.00	321.97
1 hora	0.00	4.10	0.00	321.97
2 hora	0.00	4.10	0.00	321.97
3 hora	0.00	4.10	0.00	321.97
4 hora	0.05	4.05	3.93	318.05
5 hora	0.05	4.05	3.93	318.05
6 hora	0.05	4.05	3.93	318.05
7 hora	0.05	4.05	3.93	318.05
8 hora	0.10	4.00	7.85	314.12
9 hora	0.10	4.00	7.85	314.12
10 hora	0.10	4.00	7.85	314.12
11 hora	0.10	4.00	7.85	314.12
12 hora	0.15	3.95	11.78	310.19

**Nota:** Elaboración Propia.

**Tabla 18**

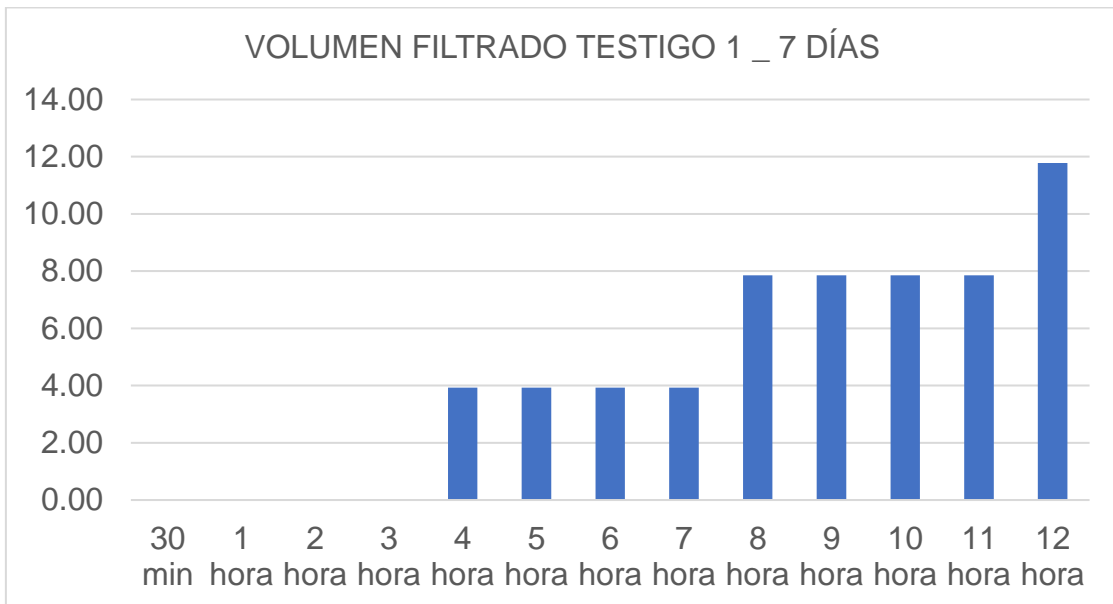
Rango de impermeabilidad

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** Elaboración Propia

### Gráfico 13

Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 7 Días \_ Testigo 1



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del primer testigo dentro de los 7 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 3.93 cm<sup>3</sup> a la hora 4, siendo este el 1.22% del volumen total, siendo así que se llegó a un volumen filtrado de 11.78 cm<sup>3</sup> dentro de las 12 horas consecutivas, cuyo volumen representa el 3.66% por lo tanto está dentro del rango de un concreto poco permeable.

**Tabla 19***Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 7 Días \_ Testigo 2*

TIEMPO (T)	TESTIGO 2		TESTIGO 2	
	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	4.10	-	321.97
30 min	0.00	4.10	0.00	321.97
1 hora	0.00	4.10	0.00	321.97
2 hora	0.00	4.10	0.00	321.97
3 hora	0.00	4.10	0.00	321.97
4 hora	0.025	4.075	1.96	320.01
5 hora	0.025	4.075	1.96	320.01
6 hora	0.025	4.075	1.96	320.01
7 hora	0.025	4.075	1.96	320.01
8 hora	0.05	4.05	3.93	318.05
9 hora	0.05	4.05	3.93	318.05
10 hora	0.05	4.05	3.93	318.05
11 hora	0.05	4.05	3.93	318.05
12 hora	0.10	4.00	7.85	314.12

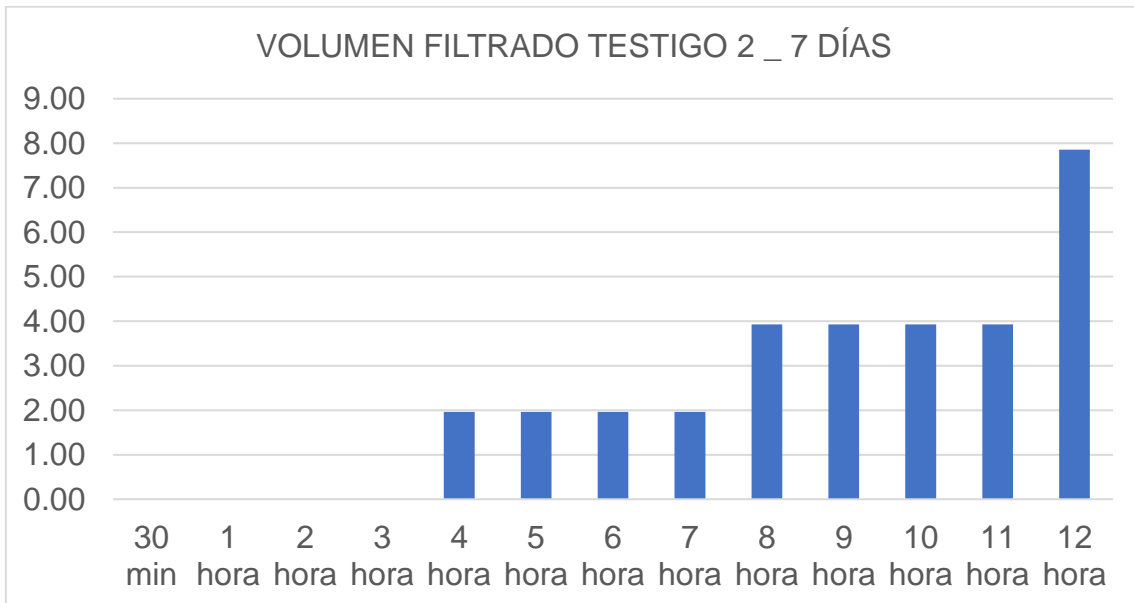
**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 20***Rango de impermeabilidad*

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*

### Gráfico 14

Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 7 Días \_ Testigo 2



**Nota:** Elaboración Propia

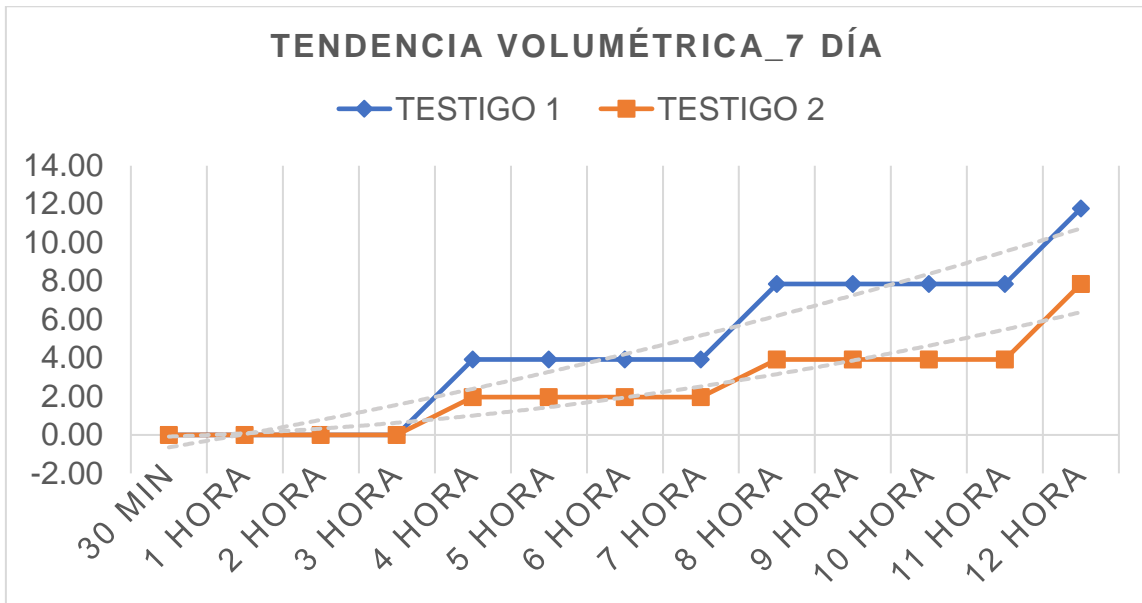
#### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del segundo testigo dentro de los 7 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 1.96 cm<sup>3</sup> a la hora 4, siendo este el 0.61% del volumen total, siendo así que se llegó a un volumen filtrado de 7.85 cm<sup>3</sup> dentro de las 12 horas consecutivas, cuyo volumen representa el 2.44% por lo tanto está dentro del rango de un concreto poco permeable.



### Gráfico 15

Ensayo de impermeabilidad 7 Días \_3% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente gráfico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del testigo 1 y 2 con una edad de 7 días, se puede observar que, aunque ambos inician con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, se observa una separación a lo largo de la hora 3 a la hora 12, de las cuales es más notorio que el testigo 1 presenta una mayor filtración en las horas 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12, culminando con una separación de 3.93 cm<sup>3</sup> respectivamente.

**Tabla 21***Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 14 Días \_ Testigo 1*

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 1	
	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	3.50	-	274.86
30 min	0.00	3.50	0.00	274.86
1 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
2 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
3 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
4 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
5 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
6 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
7 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
8 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
9 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
10 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
11 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
12 hora	0.05	3.45	3.93	270.93

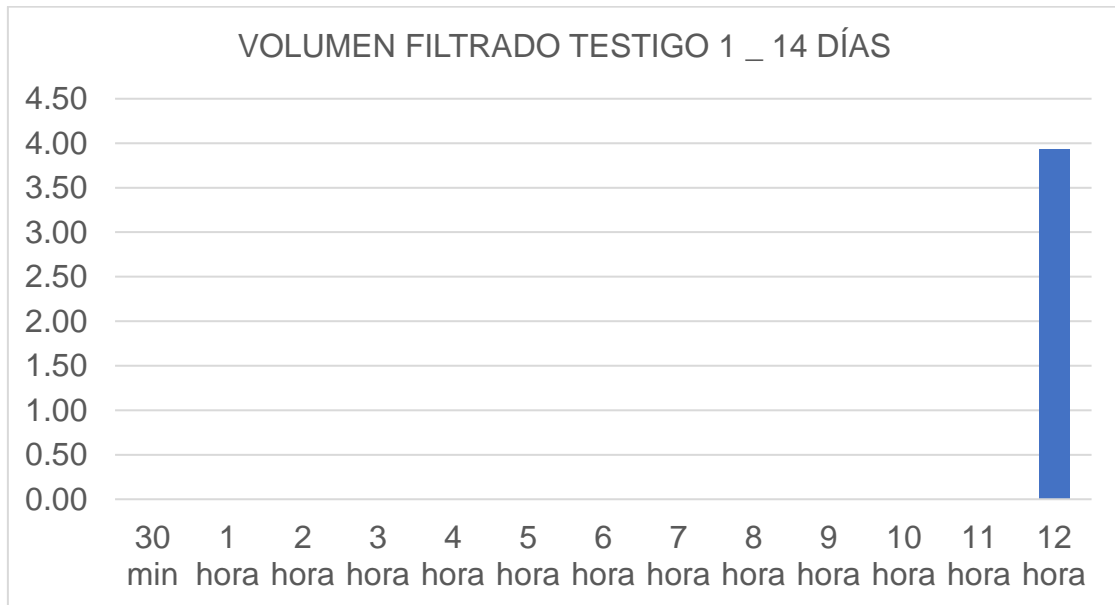
**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 22***Rango de impermeabilidad*

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*

### Gráfico 16

Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 14 Días \_ Testigo 1



**Nota:** Elaboración Propia

### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del primer testigo dentro de los 7 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 3.93 cm<sup>3</sup> a la hora 12, siendo este el 1.43% del volumen total, por lo tanto, está dentro del rango de un concreto poco permeable.

**Tabla 23***Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 14 Días \_ Testigo 2*

TIEMPO (T)	TESTIGO 2		TESTIGO 2	
	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	3.50	-	274.86
30 min	0.00	3.50	0.00	274.86
1 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
2 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
3 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
4 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
5 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
6 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
7 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
8 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
9 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
10 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
11 hora	0.00	3.50	0.00	274.86
12 hora	0.025	3.48	1.96	272.89

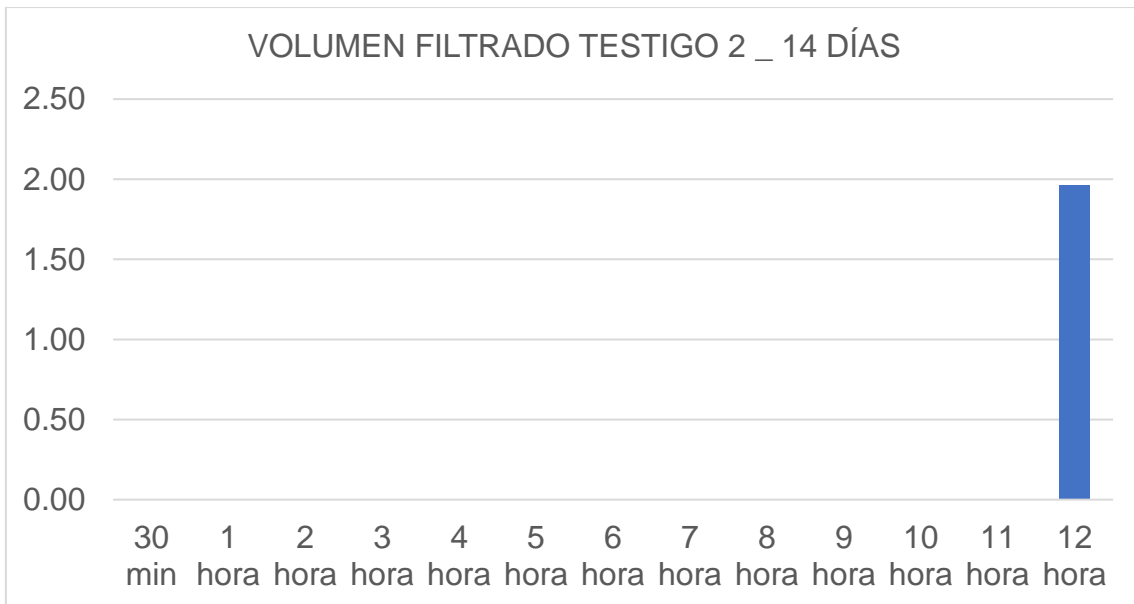
**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 24***Rango de impermeabilidad*

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*

**Gráfico 17**

*Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 14 Días \_ Testigo 2*



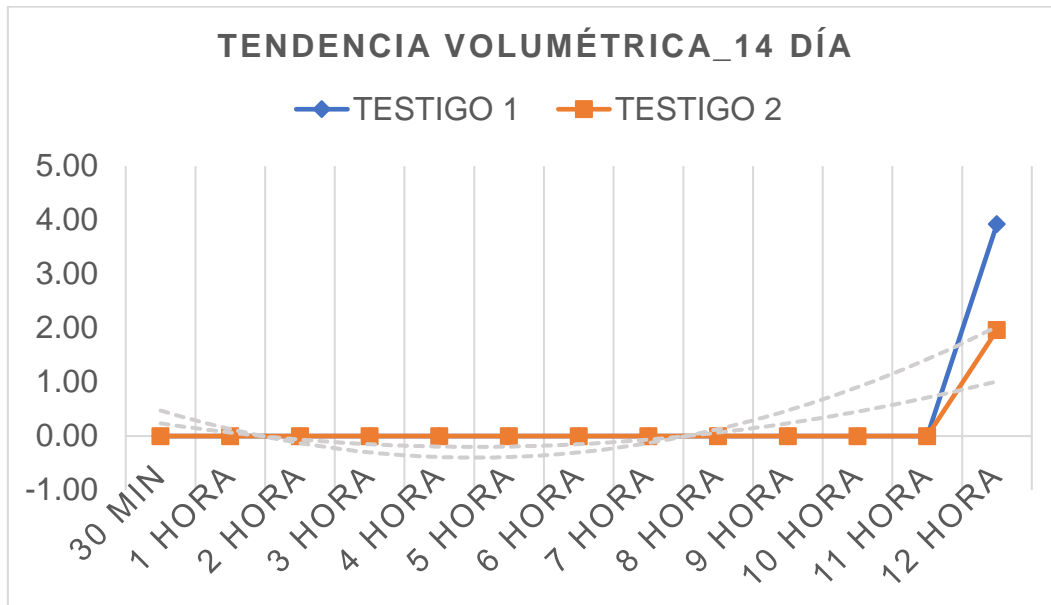
**Nota:** *Elaboración Propia*

**Interpretación:**

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del segundo testigo dentro de los 14 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 1.96 cm<sup>3</sup> a la hora 12, siendo este el 0.71% del volumen total, por lo tanto, está dentro del rango de un concreto impermeable.

### Gráfico 18

Ensayo de impermeabilidad 14 Días \_ 3% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del testigo 1 y 2 con una edad de 14 días, se puede observar que, aunque ambos inician con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, se observa una separación en la hora 12, de las cuales es más notorio que el testigo 1 presenta una mayor filtración en las horas 12, culminando con una separación de 1.97 cm<sup>3</sup> respectivamente.

**Tabla 25***Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 28 Días \_ Testigo 1*

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 1	
	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	3.90	-	306.27
30 min	0.00	3.90	0.00	306.27
1 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
2 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
3 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
4 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
5 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
6 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
7 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
8 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
9 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
10 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
11 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
12 hora	0.00	3.90	0.00	306.27

**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 26***Rango de impermeabilidad*

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*

**Tabla 27***Ensayo de impermeabilidad del concreto con 3% de PET, 28 Días \_ Testigo 2*

TIEMPO (T)	TESTIGO 2		TESTIGO 2	
	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	3.90	-	306.27
30 min	0.00	3.90	0.00	306.27
1 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
2 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
3 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
4 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
5 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
6 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
7 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
8 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
9 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
10 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
11 hora	0.00	3.90	0.00	306.27
12 hora	0.00	3.90	0.00	306.27

**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 28***Rango de impermeabilidad*

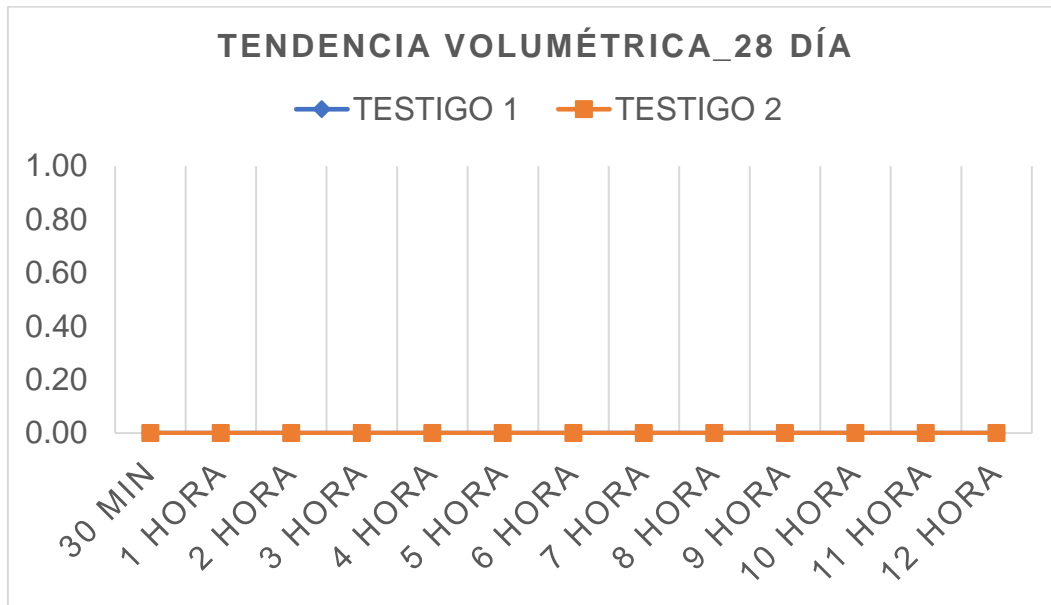
	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*



### Gráfico 19

Ensayo de impermeabilidad 28 Días \_ 3% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente gráfico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del testigo 1 y 2 con una edad de 28 días, se puede observar que, ambos inician con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, y se mantiene así las 12 horas del ensayo demostrando de esta manera que es un concreto impermeable ya que está en un rango de 0% - 1%.

## CONCRETO CON 5% DE PET:

**Tabla 29**

Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 7 Días \_ Testigo 1

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 1	
	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	2.800	-	219.884
30 min	0.00	2.800	0.00	219.884
1 hora	0.00	2.800	0.00	219.884
2 hora	0.00	2.800	0.00	219.884
3 hora	0.00	2.800	0.00	219.884
4 hora	0.00	2.800	0.00	219.884
5 hora	0.00	2.800	0.00	219.884
6 hora	0.05	2.750	3.93	215.958
7 hora	0.05	2.750	3.93	215.958
8 hora	0.05	2.750	3.93	215.958
9 hora	0.05	2.750	3.93	215.958
10 hora	0.05	2.750	3.93	215.958
11 hora	0.05	2.750	3.93	215.958
12 hora	0.075	2.725	5.89	213.994

**Nota:** Elaboración Propia

**Tabla 30**

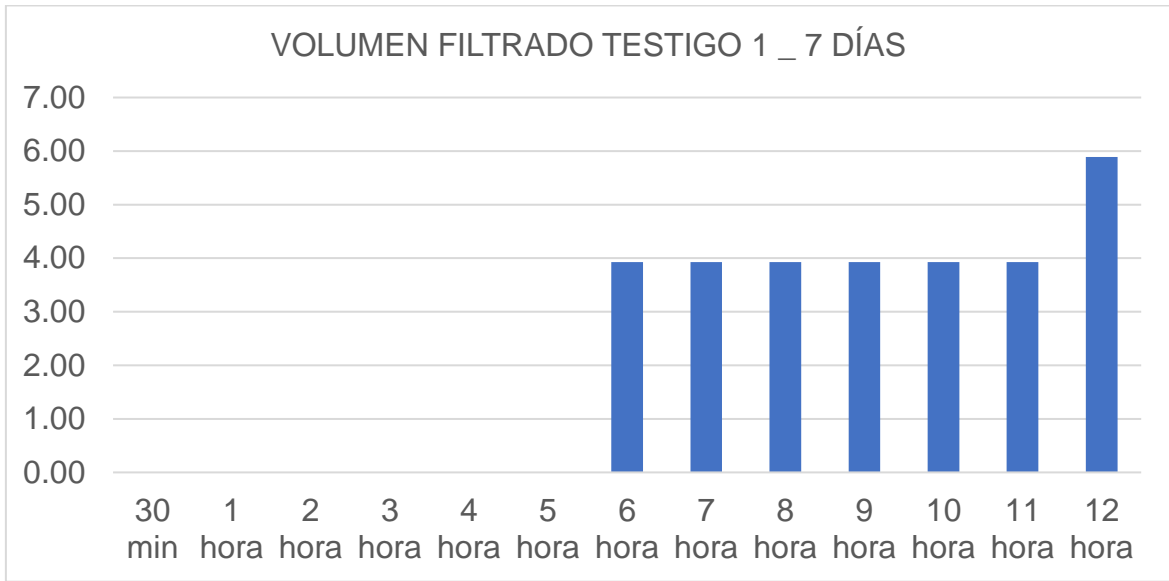
Rango de impermeabilidad

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** Elaboración Propia

**Gráfico 20**

*Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 7 Días \_ Testigo 1*



**Nota:** *Elaboración Propia*

**Interpretación:**

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del primer testigo dentro de los 7 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 3.93 cm<sup>3</sup> a la hora 6, siendo este el 1.79% del volumen total, siendo así que se llegó a un volumen filtrado de 5.89 cm<sup>3</sup> dentro de las 12 horas consecutivas, cuyo volumen representa el 2.68% por lo tanto está dentro del rango de un concreto poco permeable.

**Tabla 31***Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 7 Días \_ Testigo 2*

TIEMPO (T)	TESTIGO 2		TESTIGO 2	
	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	2.800	-	219.884
30 min	0.00	2.800	0.00	219.884
1 hora	0.00	2.800	0.00	219.884
2 hora	0.00	2.800	0.00	219.884
3 hora	0.00	2.800	0.00	219.884
4 hora	0.00	2.800	0.00	219.884
5 hora	0.00	2.800	0.00	219.884
6 hora	0.025	2.775	1.96	217.921
7 hora	0.025	2.775	1.96	217.921
8 hora	0.025	2.775	1.96	217.921
9 hora	0.025	2.775	1.96	217.921
10 hora	0.025	2.775	1.96	217.921
11 hora	0.025	2.775	1.96	217.921
12 hora	0.050	2.750	3.93	215.958

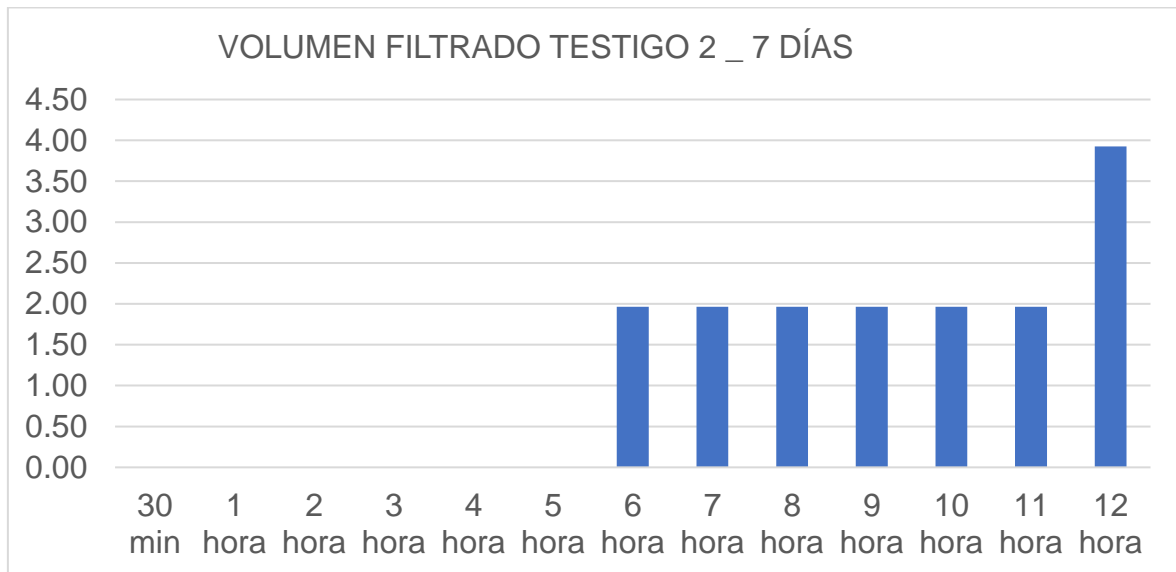
**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 32***Rango de impermeabilidad*

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*

### Gráfico 21

Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 7 Días \_ Testigo 2



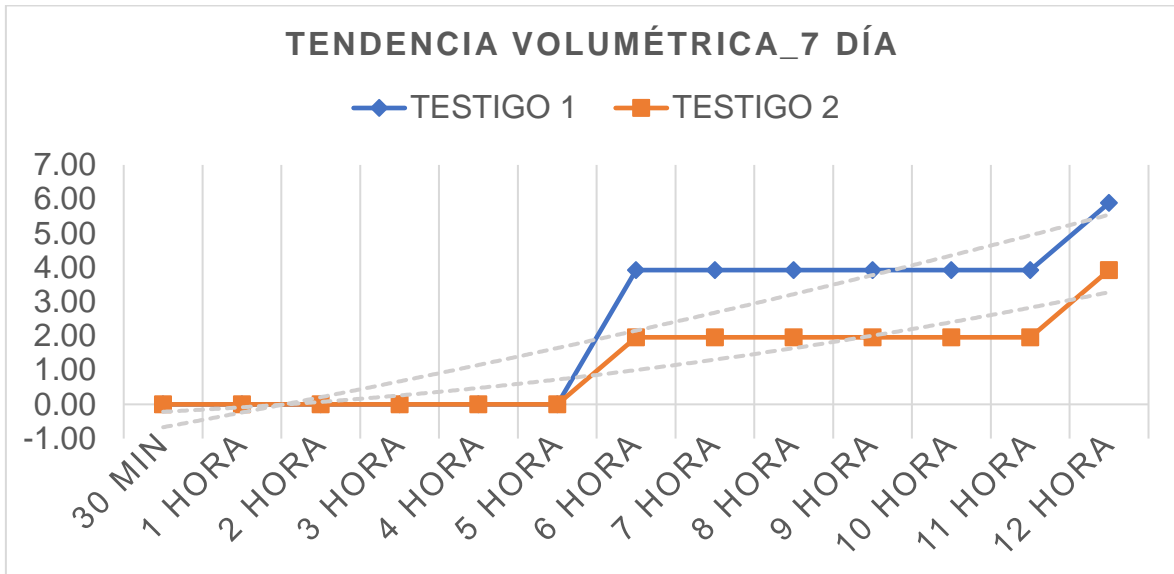
**Nota:** Elaboración Propia

### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del segundo testigo dentro de los 7 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 3.93 cm<sup>3</sup> a la hora 6, siendo este el 1.79% del volumen total, siendo así que se llegó a un volumen filtrado de 5.89 cm<sup>3</sup> dentro de las 12 horas consecutivas, cuyo volumen representa el 2.68% por lo tanto está dentro del rango de un concreto poco permeable.

## Gráfico 22

Ensayo de impermeabilidad 7 Días \_ 5% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del testigo 1 y 2 con una edad de 7 días, se puede observar que, aunque ambos inician con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, se observa una separación a lo Largo de la hora 6 a la hora 12, de las cuales es más notorio que el testigo 1 presenta una mayor filtración en las horas 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12, culminando con una separación de 1.96 cm<sup>3</sup> respectivamente, se puede apreciar la filtración tiene momentos constantes donde no cambia el volumen filtrado como son de los 30 min a la hora 5 y de la hora 6 a la hora 11.

**Tabla 33***Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 14 Días \_ Testigo 1*

	TESTIGO 1		TESTIGO 1	
TIEMPO (T)	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	3.100	-	243.443
30 min	0.00	3.100	0.00	243.443
1 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
2 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
3 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
4 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
5 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
6 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
7 hora	0.00	3.100	0.00	215.960
8 hora	0.00	3.100	0.00	215.960
9 hora	0.00	3.100	0.00	215.960
10 hora	0.00	3.100	0.00	215.960
11 hora	0.00	3.100	0.00	215.960
12 hora	0.025	3.075	1.96	241.480

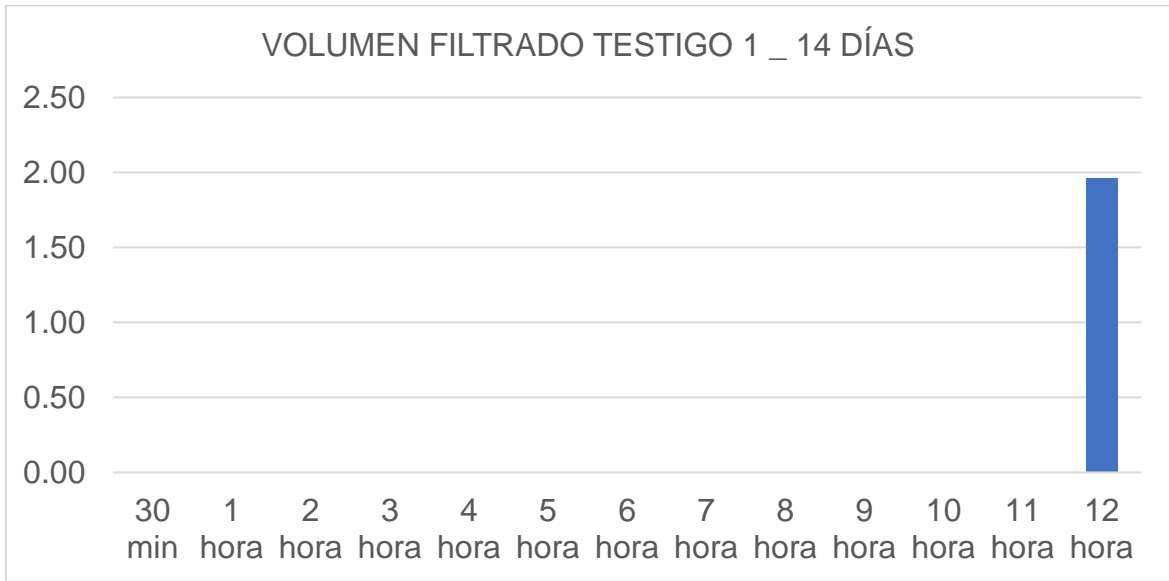
**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 34***Rango de impermeabilidad*

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*

**Gráfico 23**

*Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 14 Días \_ Testigo 1*



**Nota:** *Elaboración Propia*

**Interpretación:**

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del primer testigo dentro de los 14 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 1.96 cm<sup>3</sup> a la hora 12, siendo este el 0.81% del volumen total, por lo tanto, está dentro del rango de un concreto impermeable.



**Tabla 35***Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 14 Días \_ Testigo 2*

	TESTIGO 2		TESTIGO 2	
TIEMPO (T)	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	3.100	-	243.443
30 min	0.00	3.100	0.00	243.443
1 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
2 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
3 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
4 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
5 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
6 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
7 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
8 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
9 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
10 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
11 hora	0.00	3.100	0.00	243.443
12 hora	0.00	3.100	0.00	243.443

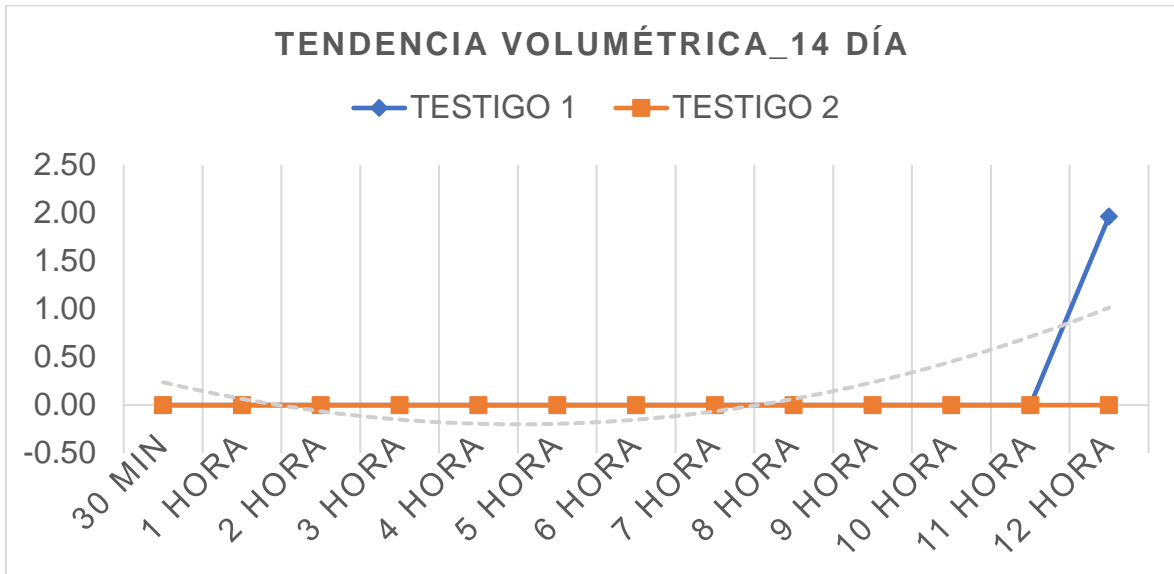
**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 36***Rango de impermeabilidad*

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*

### Gráfico 24

Ensayo de impermeabilidad 14 Días \_ 5% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del testigo 1 y 2 con una edad de 14 días, se puede observar que, ambos inician con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, el primer testigo se mantiene invariable hasta la hora 11 ya que en la hora 12 se produjo una filtración de 1.96 cm<sup>3</sup> con un porcentaje de 0.81%, mientras que el segundo testigo tubo una filtración constante de 0% durante las 12 horas del ensayo, demostrando de esta manera que ambos testigos son impermeables ya que está en un rango de 0% - 1%.

**Tabla 37***Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 28 Días \_ Testigo 1*

		TESTIGO 1		TESTIGO 1	
TIEMPO (T)	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)	
	-	3.000	-	235.590	
30 min	0.00	3.000	0.00	235.590	
1 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
2 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
3 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
4 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
5 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
6 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
7 hora	0.00	3.000	0.00	215.960	
8 hora	0.00	3.000	0.00	215.960	
9 hora	0.00	3.000	0.00	215.960	
10 hora	0.00	3.000	0.00	215.960	
11 hora	0.00	3.000	0.00	215.960	
12 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	

**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 38***Rango de impermeabilidad*

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*

**Tabla 39***Ensayo de impermeabilidad del concreto con 5% de PET, 28 Días \_ Testigo 2*

		TESTIGO 2		TESTIGO 2	
TIEMPO (T)	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)	
	-	3.000	-	235.590	
30 min	0.00	3.000	0.00	235.590	
1 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
2 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
3 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
4 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
5 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
6 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
7 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
8 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
9 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
10 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
11 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	
12 hora	0.00	3.000	0.00	235.590	

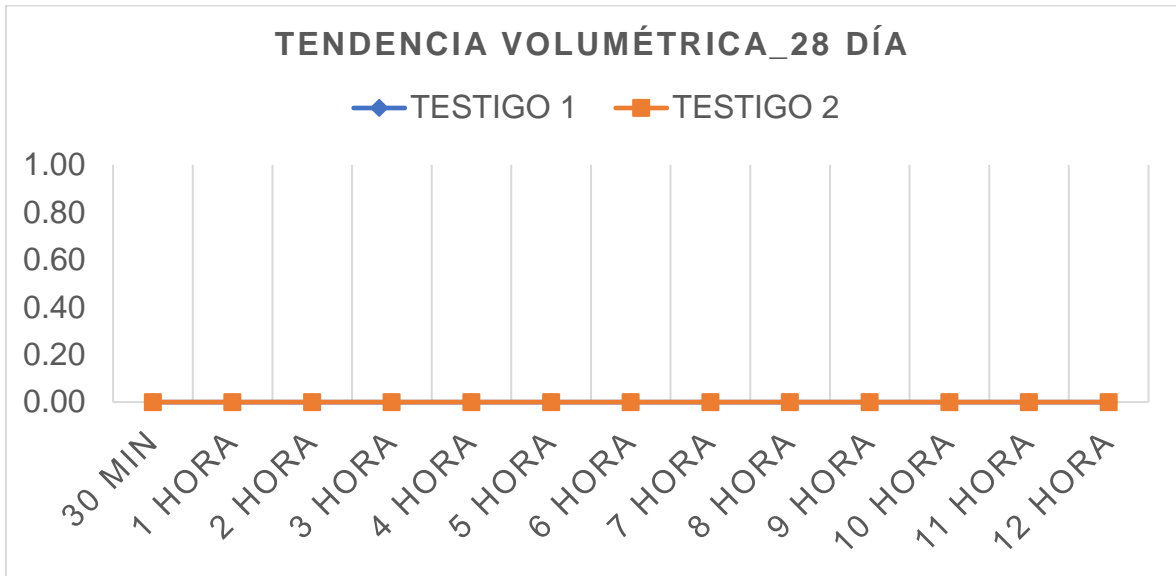
**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 40***Rango de impermeabilidad*

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*

### Gráfico 25

Ensayo de impermeabilidad 28 Días \_ 5% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente gráfico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del testigo 1 y 2 con una edad de 28 días, se puede observar que, ambos inician con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, y se mantiene así las 12 horas del ensayo demostrando de esta manera que es un concreto impermeable ya que está en un rango de 0% - 1%.

## CONCRETO CON 7% DE PET:

**Tabla 41**

Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 7 Días \_ Testigo 1

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 1	
	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	3.25	-	255.22
30 min	0.00	3.25	0.000	255.22
1 hora	0.25	3.00	19.633	235.59
2 hora	0.50	2.75	39.265	215.96
3 hora	1.00	2.25	78.530	176.69
4 hora	1.15	2.10	90.310	164.91
5 hora	1.20	2.05	94.236	160.99
6 hora	1.30	1.95	102.089	153.13
7 hora	1.50	1.75	117.795	137.43
8 hora	1.70	1.55	133.501	121.72
9 hora	1.80	1.45	141.354	113.87
10 hora	1.95	1.30	153.134	102.09
11 hora	2.10	1.15	164.913	90.31
12 hora	2.15	1.10	168.840	86.38

**Nota:** Elaboración Propia

**Tabla 42**

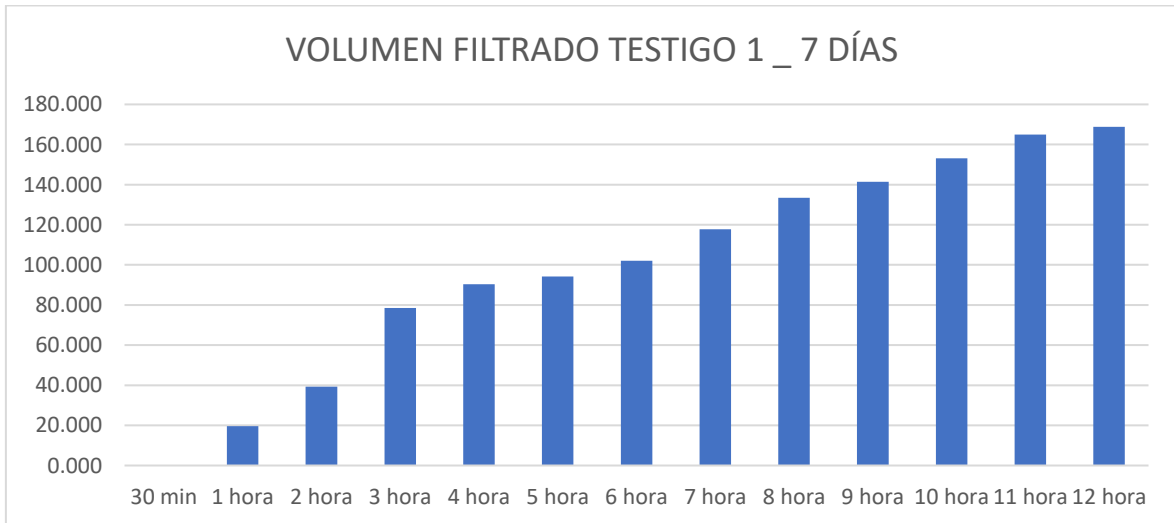
Rango de impermeabilidad

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** Elaboración Propia

### Gráfico 26

Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 7 Días \_ Testigo 1



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del primer testigo dentro de los 7 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 19.633 cm<sup>3</sup> a la hora 1, siendo este el 7.69% del volumen total, siendo así que se llegó a un volumen filtrado de 168.840 cm<sup>3</sup> dentro de las 12 horas consecutivas, cuyo volumen representa el 66.15% por lo tanto está dentro del rango de un concreto permeable.

**Tabla 43***Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 7 Días \_ Testigo 2*

TIEMPO (T)	TESTIGO 2		TESTIGO 2	
	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	3.25	-	255.22
30 min	0.00	3.25	0.000	255.22
1 hora	0.50	2.75	39.27	215.96
2 hora	1.00	2.25	78.53	176.69
3 hora	1.05	2.20	82.46	172.77
4 hora	1.25	2.00	98.16	157.06
5 hora	1.50	1.75	117.80	137.43
6 hora	1.55	1.70	121.72	133.50
7 hora	1.75	1.50	137.43	117.80
8 hora	1.80	1.45	141.35	113.87
9 hora	1.90	1.35	149.21	106.02
10 hora	1.95	1.30	153.13	102.09
11 hora	2.15	1.10	168.84	86.38
12 hora	2.25	1.00	176.69	78.53

**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 44***Rango de impermeabilidad*

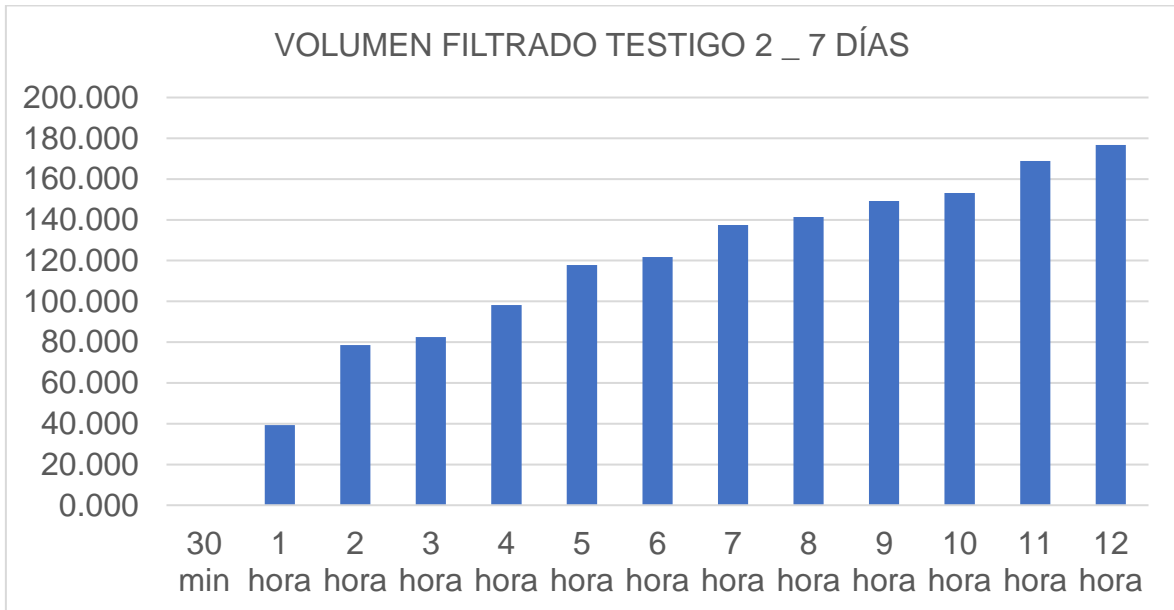
	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*



### Gráfico 27

Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 7 Días \_ Testigo 2



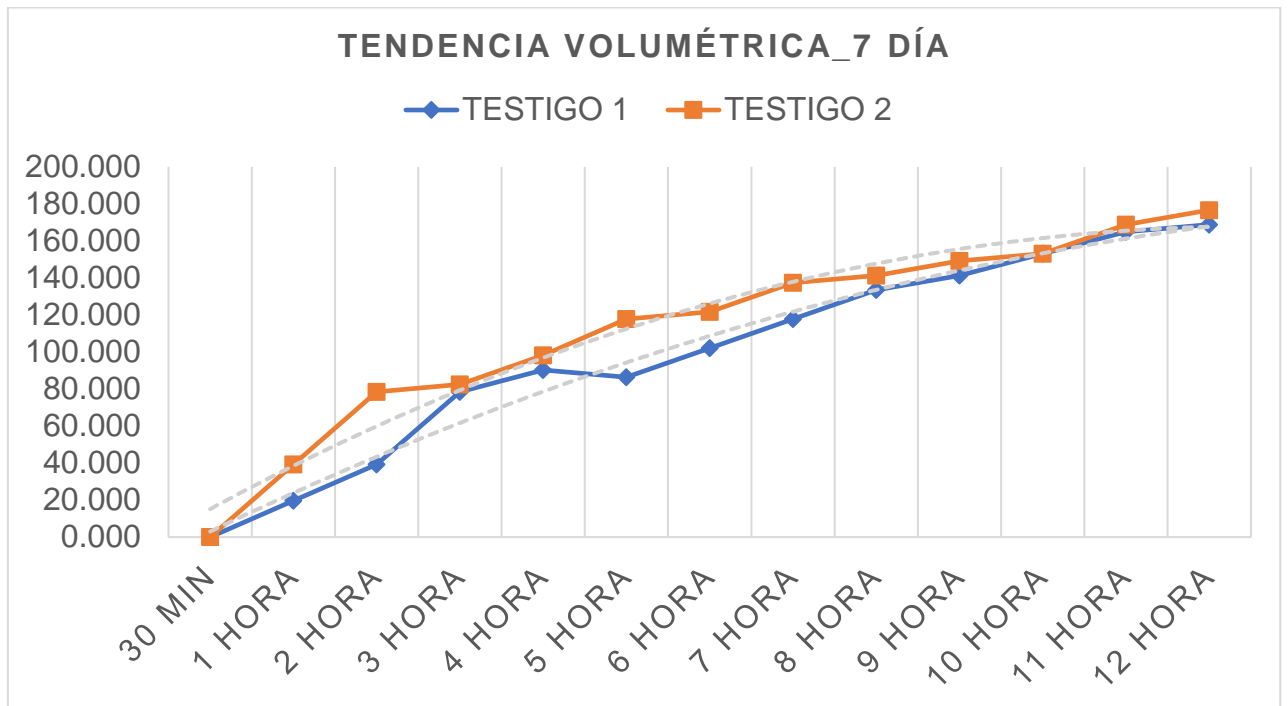
**Nota:** Elaboración Propia

### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del segundo testigo dentro de los 7 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 39.27 cm<sup>3</sup> a la hora 1, siendo este el 15.39% del volumen total, siendo así que se llegó a un volumen filtrado de 176.69 cm<sup>3</sup> dentro de las 12 horas consecutivas, cuyo volumen representa el 69.23% por lo tanto está dentro del rango de un concreto permeable.

## Gráfico 28

Ensayo de impermeabilidad 7 Días \_ 7% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del testigo 1 y 2 con una edad de 7 días, se puede observar que, aunque ambos inician con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, se observa una separación a lo Largo de la hora 1 a la hora 12, con una intercepción en la hora 10, es más notorio que el testigo 2 presenta una mayor filtración en las horas 1, 2, 5, 6, 7 y 12, culminando con una separación de 7.82 cm<sup>3</sup> respectivamente.

**Tabla 45***Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 14 Días \_ Testigo 1*

	TESTIGO 1		TESTIGO 1	
TIEMPO (T)	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	3.6	-	282.71
30 min	0.00	3.6	0.00	282.71
1 hora	0.10	3.50	7.85	274.86
2 hora	0.20	3.40	15.71	267.00
3 hora	0.30	3.30	23.56	259.15
4 hora	0.40	3.20	31.41	251.30
5 hora	0.50	3.10	39.27	243.44
6 hora	0.60	3.00	47.12	235.59
7 hora	0.70	2.90	54.97	227.74
8 hora	0.80	2.80	62.82	219.88
9 hora	0.90	2.70	70.68	212.03
10 hora	1.00	2.60	78.53	204.18
11 hora	1.10	2.50	86.38	196.33
12 hora	1.20	2.40	94.24	188.47

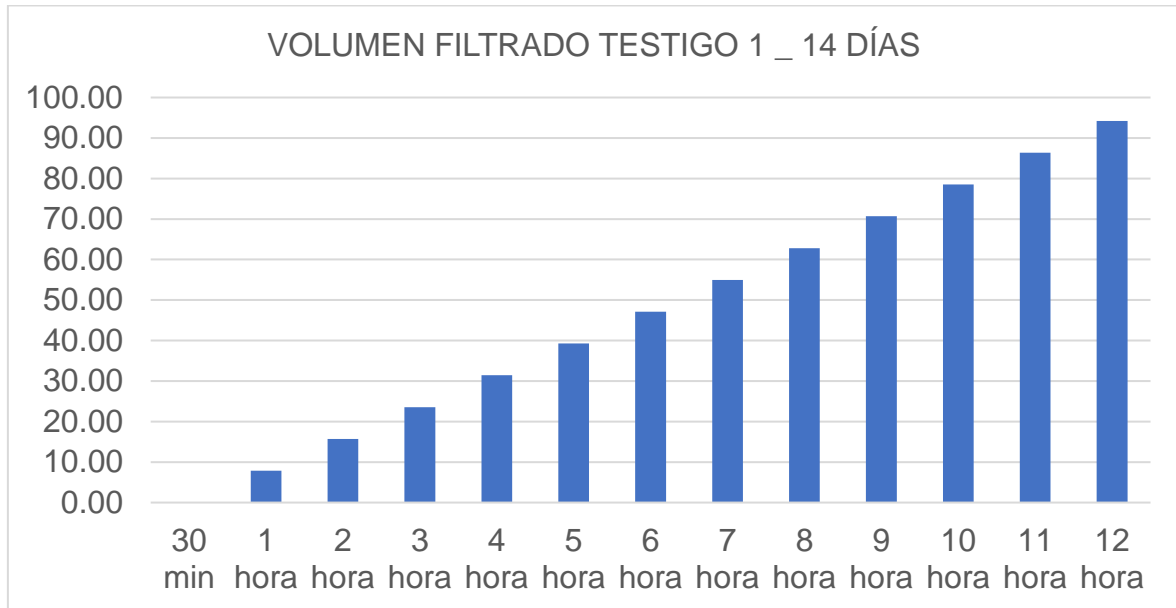
**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 46***Rango de impermeabilidad*

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*

### Gráfico 29

Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 14 Días \_ Testigo 1



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del primer testigo dentro de los 14 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 7.85 cm<sup>3</sup> a la hora 1, siendo este el 2.78% del volumen total, siendo así que se llegó a un volumen filtrado de 94.24 cm<sup>3</sup> dentro de las 12 horas consecutivas, cuyo volumen representa el 24.49% por lo tanto está dentro del rango de un concreto poco permeable.

**Tabla 47***Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 14 Días \_ Testigo 2*

TIEMPO (T)	TESTIGO 2		TESTIGO 2	
	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	3.6	-	282.71
30 min	0.00	3.6	0.00	282.71
1 hora	0.075	3.53	5.89	276.82
2 hora	0.150	3.45	11.78	270.93
3 hora	0.225	3.38	17.67	265.04
4 hora	0.300	3.30	23.56	259.15
5 hora	0.375	3.23	29.45	253.26
6 hora	0.450	3.15	35.34	247.37
7 hora	0.525	3.08	41.23	241.48
8 hora	0.600	3.00	47.12	235.59
9 hora	0.675	2.93	53.01	229.70
10 hora	0.750	2.85	58.90	223.81
11 hora	0.825	2.78	64.79	217.92
12 hora	0.900	2.70	70.68	212.03

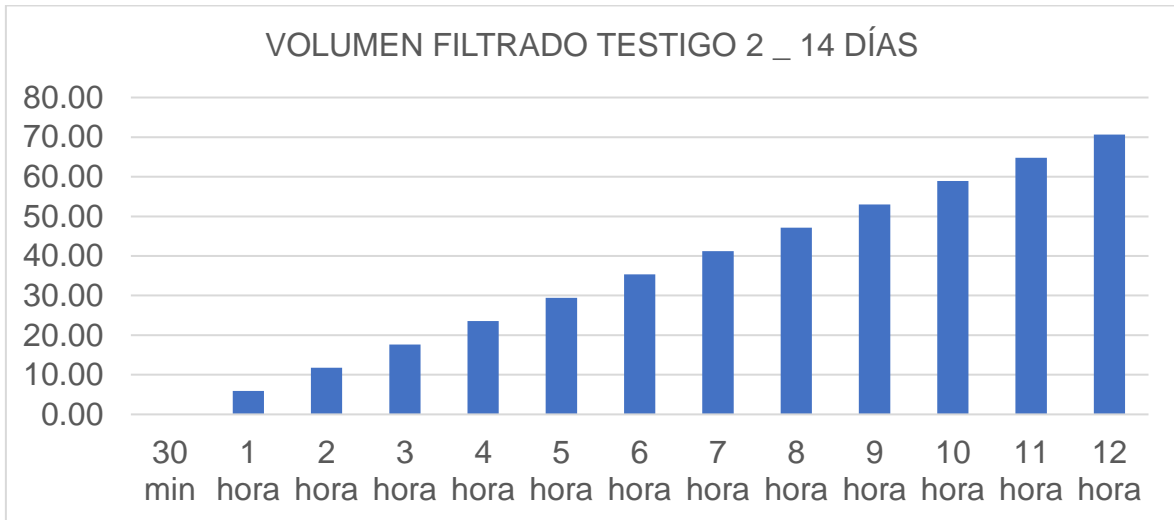
**Nota:** *Elaboración Propia***Tabla 48***Rango de impermeabilidad*

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*

### Gráfico 30

Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 14 Días \_ Testigo 2



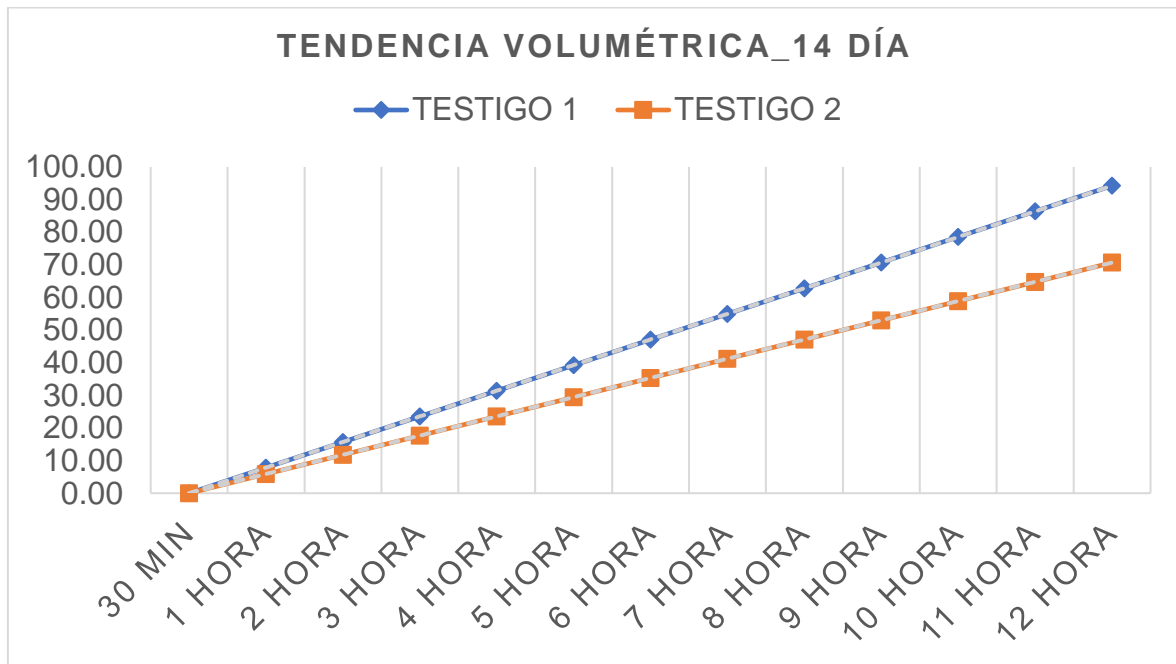
**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del segundo testigo dentro de los 14 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 5.89 cm<sup>3</sup> a la hora 1, siendo este el 2.08% del volumen total, siendo así que se llegó a un volumen filtrado de 70.68 cm<sup>3</sup> dentro de las 12 horas consecutivas, cuyo volumen representa el 25% por lo tanto está dentro del rango de un concreto poco permeable.

### Gráfico 31

Ensayo de impermeabilidad 14 Días \_ 7% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente gráfico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del testigo 1 y 2 con una edad de 14 días, se puede observar que se forman 2 rectas unidas en un punto, aunque ambos inician con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, se observa una separación a lo largo de la hora 1 a la hora 12, es más notorio que el testigo 1 presenta una mayor filtración en la hora 1 a la hora 12, culminando con una separación de 23.56 cm<sup>3</sup> respectivamente.

**Tabla 49***Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 28 Días \_ Testigo 1*

	TESTIGO 1		TESTIGO 1	
TIEMPO (T)	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	4.10	-	321.97
30 min	0.00	4.10	0.00	321.97
1 hora	0.075	4.03	5.89	316.08
2 hora	0.150	3.95	11.78	310.19
3 hora	0.225	3.88	17.67	304.30
4 hora	0.300	3.80	23.56	298.41
5 hora	0.375	3.73	29.45	292.52
6 hora	0.450	3.65	35.34	286.63
7 hora	0.525	3.58	41.23	280.74
8 hora	0.600	3.50	47.12	274.86
9 hora	0.675	3.43	53.01	268.97
10 hora	0.750	3.35	58.90	263.08
11 hora	0.800	3.30	62.82	259.15
12 hora	0.825	3.28	64.79	257.19

**Nota:** *Elaboración Propia.***Tabla 50***Rango de impermeabilidad*

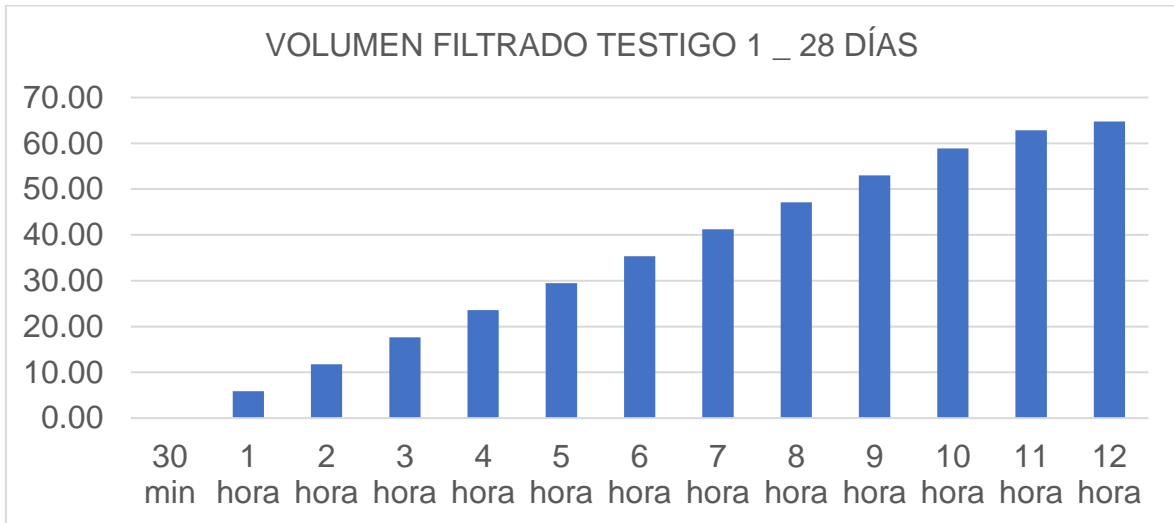
	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*



### Gráfico 32

Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 28 Días \_ Testigo 1



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del primer testigo dentro de los 28 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 5.89 cm<sup>3</sup> a la hora 1, siendo este el 1.83% del volumen total, siendo así que se llegó a un volumen filtrado de 64.79 cm<sup>3</sup> dentro de las 12 horas consecutivas, cuyo volumen representa el 20.12% por lo tanto está dentro del rango de un concreto poco permeable.

**Tabla 51**

Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 28 Días \_ Testigo 2

		TESTIGO 2		TESTIGO 2	
TIEMPO (T)	FILTRACIÓN (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)	
	-	4.10	-	321.97	
30 min	0.00	4.10	0.00	321.97	
1 hora	0.050	4.05	3.93	318.05	
2 hora	0.100	4.00	7.85	314.12	
3 hora	0.175	3.93	13.74	308.23	
4 hora	0.225	3.88	17.67	304.30	
5 hora	0.300	3.80	23.56	298.41	
6 hora	0.400	3.70	31.41	290.56	
7 hora	0.425	3.68	33.38	288.60	
8 hora	0.500	3.60	39.27	282.71	
9 hora	0.550	3.55	43.19	278.78	
10 hora	0.625	3.48	49.08	272.89	
11 hora	0.675	3.43	53.01	268.97	
12 hora	0.850	3.25	66.75	255.22	

**Nota:** Elaboración Propia

**Tabla 52**

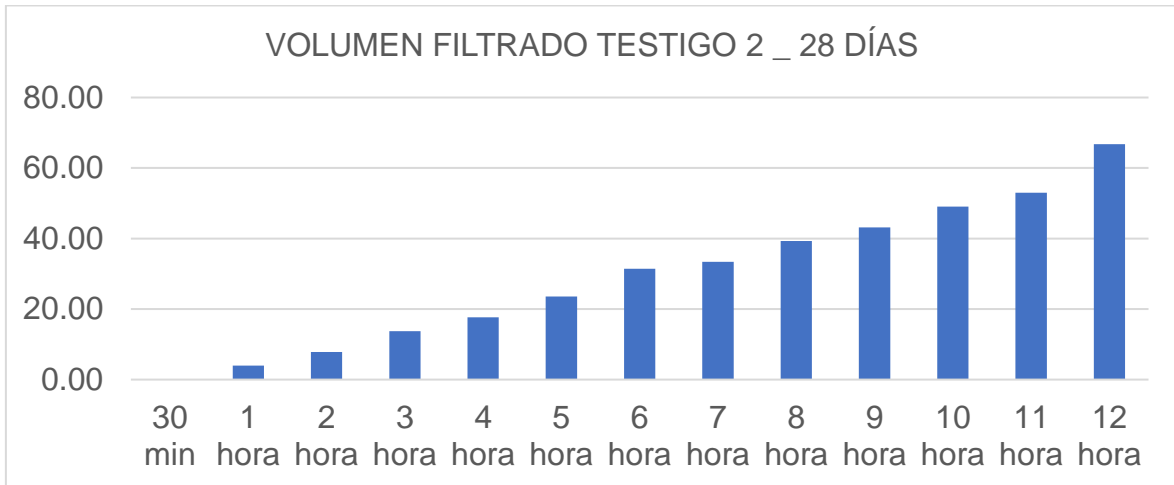
Rango de impermeabilidad

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** Elaboración Propia

### Gráfico 33

Ensayo de impermeabilidad del concreto con 7% de PET, 28 Días \_ Testigo 2



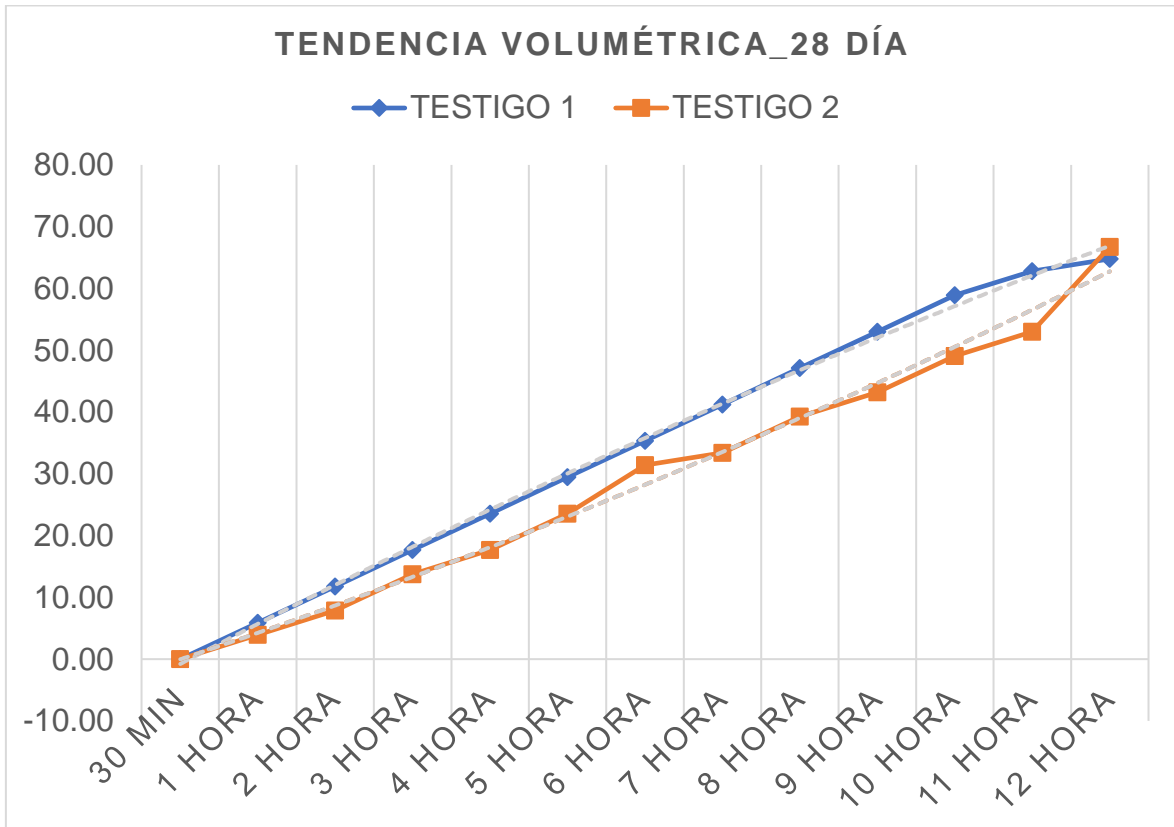
**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del segundo testigo dentro de los 28 primeros días de edad, iniciando con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, siendo de esta manera que inicio la filtración de 5.89 cm<sup>3</sup> a la hora 1, siendo este el 1.83% del volumen total, siendo así que se llegó a un volumen filtrado de 64.79 cm<sup>3</sup> dentro de las 12 horas consecutivas, cuyo volumen representa el 20.12% por lo tanto está dentro del rango de un concreto poco permeable.

### Gráfico 34

Ensayo de impermeabilidad 28 Días \_ 7% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente grafico se detalla el volumen filtrado dentro de 12 horas consecutivas del testigo 1 y 2 con una edad de 28 días, se puede observar que, aunque ambos inician con una filtración de 0 cm<sup>3</sup> dentro de los 30 primeros minutos, se observa una separación a lo largo de la hora 1 a la hora 12 aunque la separación es mínima y con una interacción entre la hora 11 y 12 el testigo 2 demuestra que ha tenido una mayor filtración, superior al testigo 1 por 1,96 cm<sup>3</sup>.

**Objetivo específico 02 \_ Determinar la resistencia del concreto aplicando ensayos de compresión y flexión.**

**CONCRETO PATRON:**

**Tabla 53**

*Resultados de 3 testigos a los 7 día de Curado \_Concreto Patrón*

<b>DISEÑO</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>RESISTENCIA DEL TESTIGO</b>	<b>% RESISTENCIA OBTENIDO</b>	<b>RESISTENCIA ESPERADA %</b>
PAT-001	15717	200	95	70
PAT-002	14966	190	91	70
PAT-003	15733	200	95	70

*Nota: Elaboración Propia*

**Tabla 54**

*Resultados de 3 testigos a los 14 día de Curado \_Concreto Patrón*

<b>DISEÑO</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>RESISTENCIA DEL TESTIGO</b>	<b>% RESISTENCIA OBTENIDO</b>	<b>RESISTENCIA ESPERADA %</b>
<b>PAT-001</b>	19956	254	121	90
PAT-002	19411	247	118	90
PAT-003	19112	243	116	90

*Nota: Elaboración Propia*

**Tabla 55**

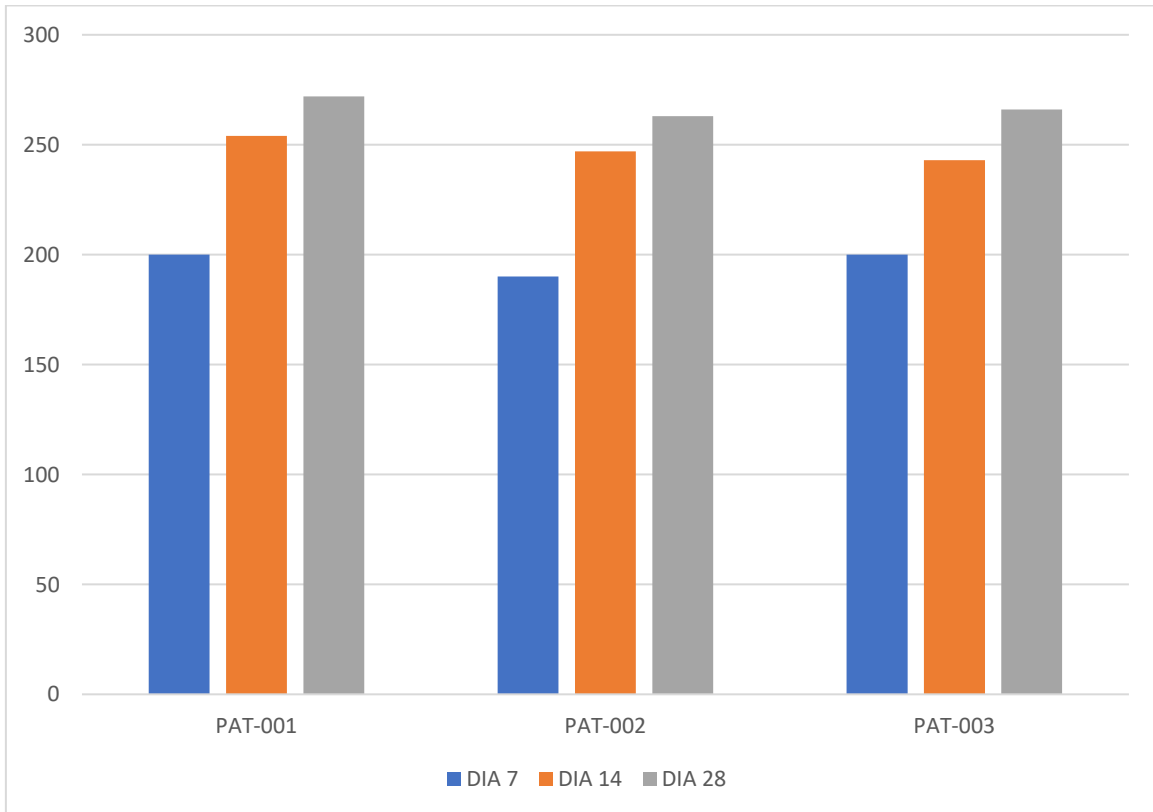
*Resultados de 3 testigos a los 28 día de Curado \_Concreto Patrón*

<b>DISEÑO</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>RESISTENCIA DEL TESTIGO</b>	<b>% RESISTENCIA OBTENIDO</b>	<b>RESISTENCIA ESPERADA %</b>
<b>PAT-001</b>	19838	272	120	100
PAT-002	20677	263	125	100
PAT-003	20969	266	127	100

*Nota: Elaboración Propia*

### Gráfico 35

Resistencia a la compresión de testigos \_concreto patrón.



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

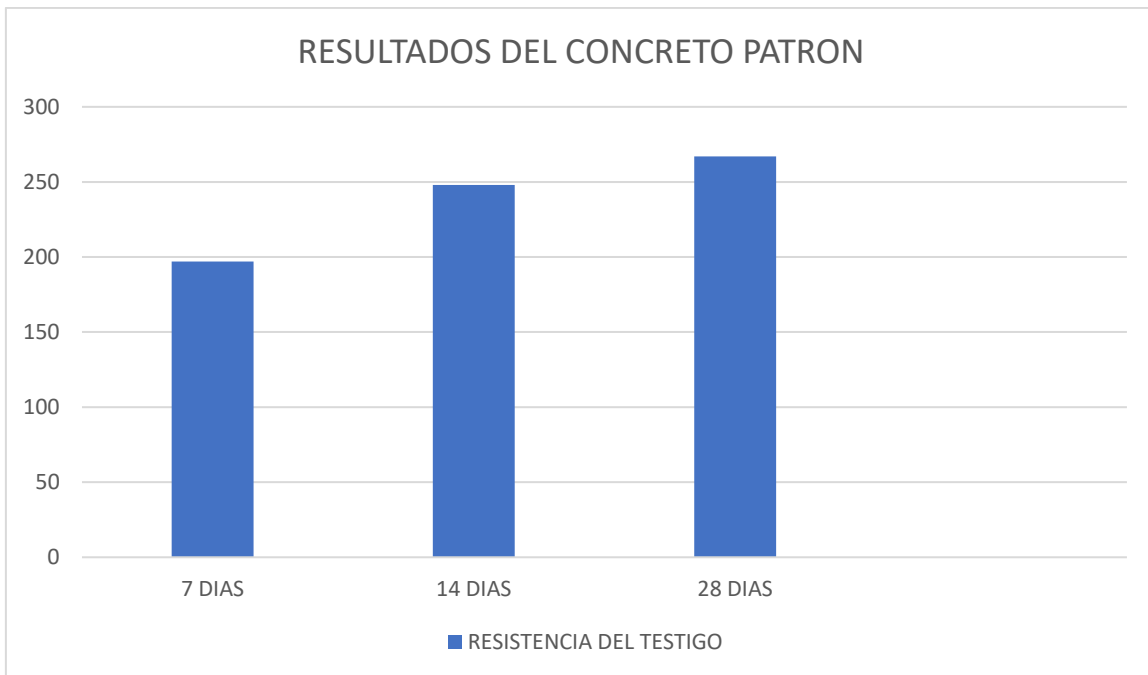
En este gráfico se puede apreciar la resistencia que ha ganado cada uno de los 3 testigos desde los 7 hasta los 28 días de edad, se puede apreciar que a pesar que en el día 7 solo se espera una resistencia del 70%, este diseño ha logrado una resistencia en un rango de 190 – 200 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando de esta manera más del 90% de resistencia, mientras que a los 14 días se logró superar por mucho el objetivo esperado siendo de esta manera que la resistencia está en un rango de 243 – 254 kg/cm<sup>2</sup>, en el día 28 como era de esperar respecto a sus resistencias previas el concreto supera por mucho el 100% de la resistencia estando en una resistencia de 263 – 272 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 56**  
Promedio de testigos patrón

EDAD	RESISTENCIA DEL TESTIGO	RESISTENCIA OBTENIDA %	RESISTENCIA ESPERADA %
7 días	197	95	70
14 días	248	121	90
28 días	267	124	100

**Nota:** Elaboración Propia

**Gráfico 36**  
Resultados Promedio de testigos patrón



**Nota:** Elaboración Propia

**Interpretación:**

En este gráfico se puede apreciar un promedio de los 3 testigos para generar una resistencia general a lo largo del diseño patrón desde los 7 hasta los 28 días de edad, este diseño ha logrado una resistencia de 197 kg/cm<sup>2</sup> en los 7 primeros días, alcanzando de esta manera el 95% de resistencia, mientras que a los 14 días se logró una resistencia de 248 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 121% de la resistencia esperada, en el día 28 se obtuvo una resistencia de 267 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando el 124% de resistencia.

## CONCRETO CON 3% DE PET:

**Tabla 57**

Resultados de 3 testigos al 7 día de Curado \_ 3% de PET

DISEÑO	CARGA (kg)	RESISTENCIA DEL TESTIGO	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PET-3%-001	10974	139	66	70
PET-3%-002	11863	151	72	70
PET-3%-003	11490	146	70	70

**Nota:** Elaboración Propia.

**Tabla 58**

Resultados de 3 testigos al 14 día de Curado \_ 3% de PET

DISEÑO	CARGA (kg)	RESISTENCIA DEL TESTIGO	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
<b>PET-3%-001</b>	12363	157	75	90
PET-3%-002	12677	161	77	90
PET-3%-003	12542	159	76	90

**Nota:** Elaboración Propia

**Tabla 59**

Resultados de 3 testigos al 28 día de Curado \_ 3% de PET

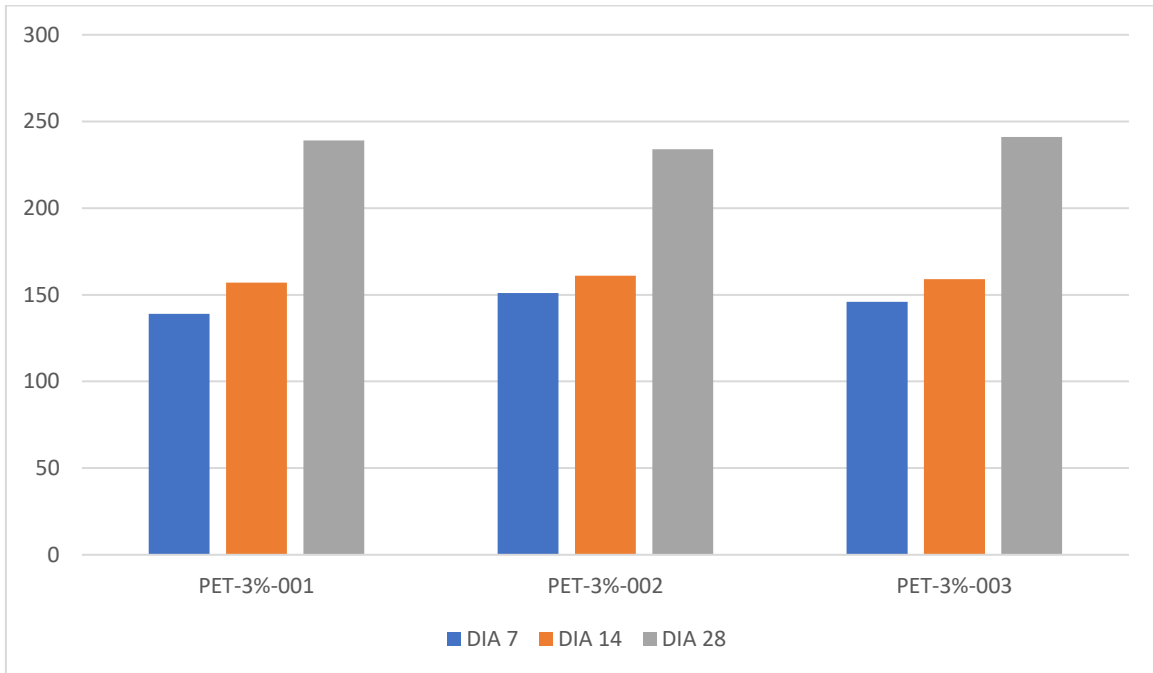
DISEÑO	CARGA (kg)	RESISTENCIA DEL TESTIGO	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
<b>PET-3%-001</b>	18814	239	114	100
PET-3%-002	18420	234	111	100
PET-3%-003	19010	241	115	100

**Nota:** Elaboración Propia



### Gráfico 37

Resistencia a la compresión de testigos \_ concreto con 3% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

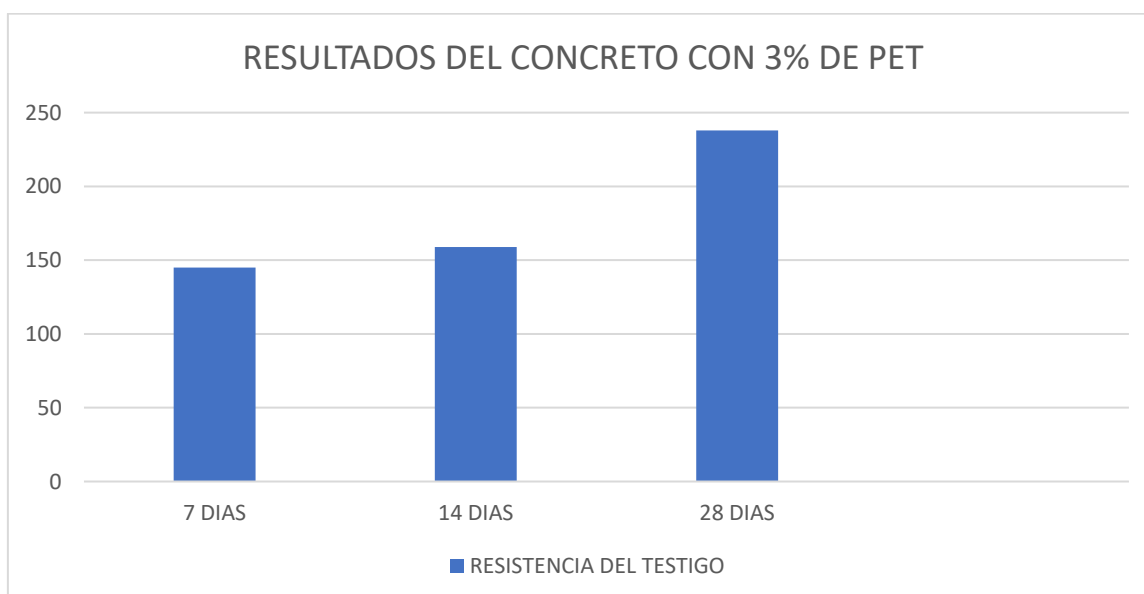
En este gráfico se puede apreciar la resistencia que ha ganado cada uno de los 3 testigos desde los 7 hasta los 28 días de edad, se puede apreciar que a pesar que en el día 7 solo se espera una resistencia del 70%, este diseño ha logrado una resistencia en un rango de 139 – 151 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando de esta manera el 66% - 72% de resistencia, mientras que a los 14 días, la resistencia está en un rango de 157 – 161 kg/cm<sup>2</sup> obteniendo un el 75% al 77% de resistencia no cumpliendo con lo esperado que era el 90%, en el día 28 como era de esperar respecto a sus resistencias previas el concreto supera el 100% de la resistencia las cuales son 234 – 241 kg/cm<sup>2</sup> teniendo de esta manera un rango del 111% al 115%.

**Tabla 60**  
Promedio de testigos 3%

EDAD	RESISTENCIA DEL TESTIGO	RESISTENCIA OBTENIDA %	RESISTENCIA ESPERADA %
7 días	145	69	70
14 días	159	76	90
28 días	238	113	100

**Nota:** Elaboración Propia

**Gráfico 38**  
Resultados Promedio de testigos con 3% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

**Interpretación:**

En este grafico se puede apreciar un promedio de los 3 testigos para generar una resistencia general a lo largo del diseño con el 3% de PET desde los 7 hasta los 28 días de edad, este diseño ha logrado una resistencia de 145 kg/cm<sup>2</sup> en los 7 primeros días, alcanzando de esta manera el 69% de resistencia, mientras que a los 14 días se logró una resistencia de 159 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 76% de la resistencia esperada, en el día 28 se obtuvo una resistencia de 238 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando el 113% de resistencia, de esta manera se pudo comprobar que a pesar que no se cumplieron las metas en los días 7 y 14, logro una mayor resistencia en el día 28 haciendo que este concreto sea óptimo para la resistencia a la compresión.

## CONCRETO CON 5% DE PET:

**Tabla 61**

Resultados de 3 testigos al 7 día de Curado \_ 5% de PET

DISEÑO	CARGA (kg)	RESISTENCIA DEL TESTIGO	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PET-5%-001	12913	164	78	70
PET-5%-002	13122	167	79	70
PET-5%-003	13007	165	79	70

**Nota:** Elaboración Propia

**Tabla 62**

Resultados de 3 testigos al 14 día de Curado \_ 5% de PET

DISEÑO	CARGA (kg)	RESISTENCIA DEL TESTIGO	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
<b>PET-5%-001</b>	15942	203	96	90
PET-5%-002	15716	200	95	90
PET-5%-003	15615	198	94	90

**Nota:** Elaboración Propia

**Tabla 63**

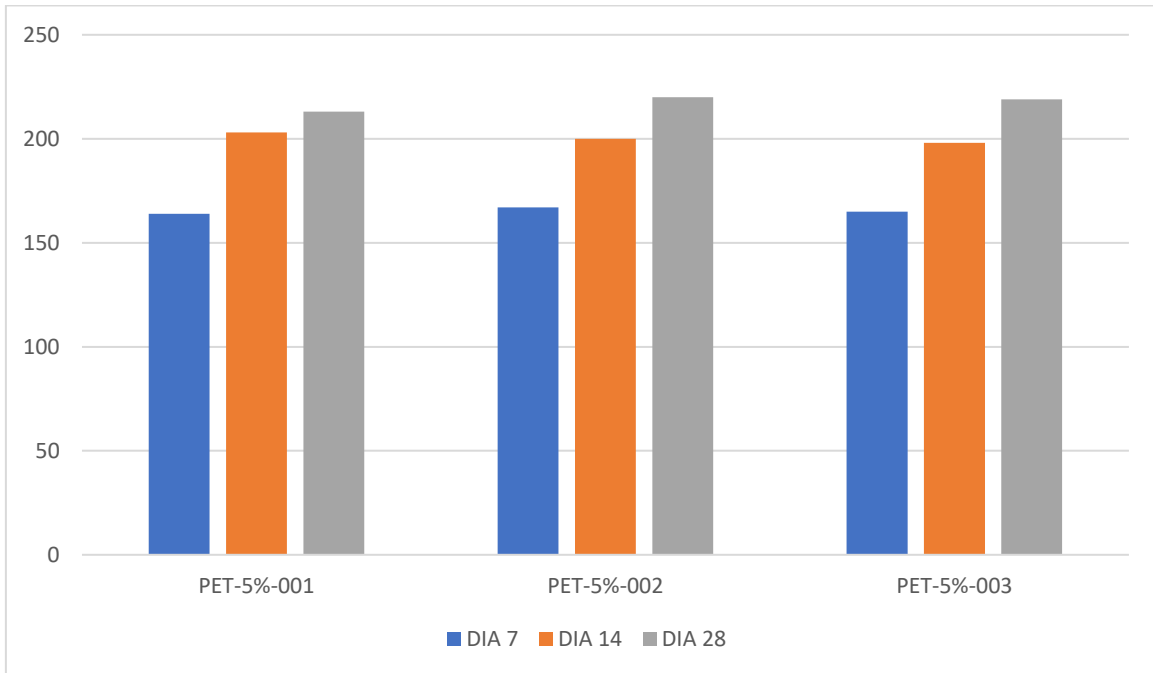
Resultados de 3 testigos al 28 día de Curado \_ 5% de PET

DISEÑO	CARGA (kg)	RESISTENCIA DEL TESTIGO	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
<b>PET-5%-001</b>	16800	213	102	100
PET-5%-002	17388	220	105	100
PET-5%-003	17232	219	104	100

**Nota:** Elaboración Propia

### Gráfico 39

Resistencia a la compresión de testigos \_ concreto con 5% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

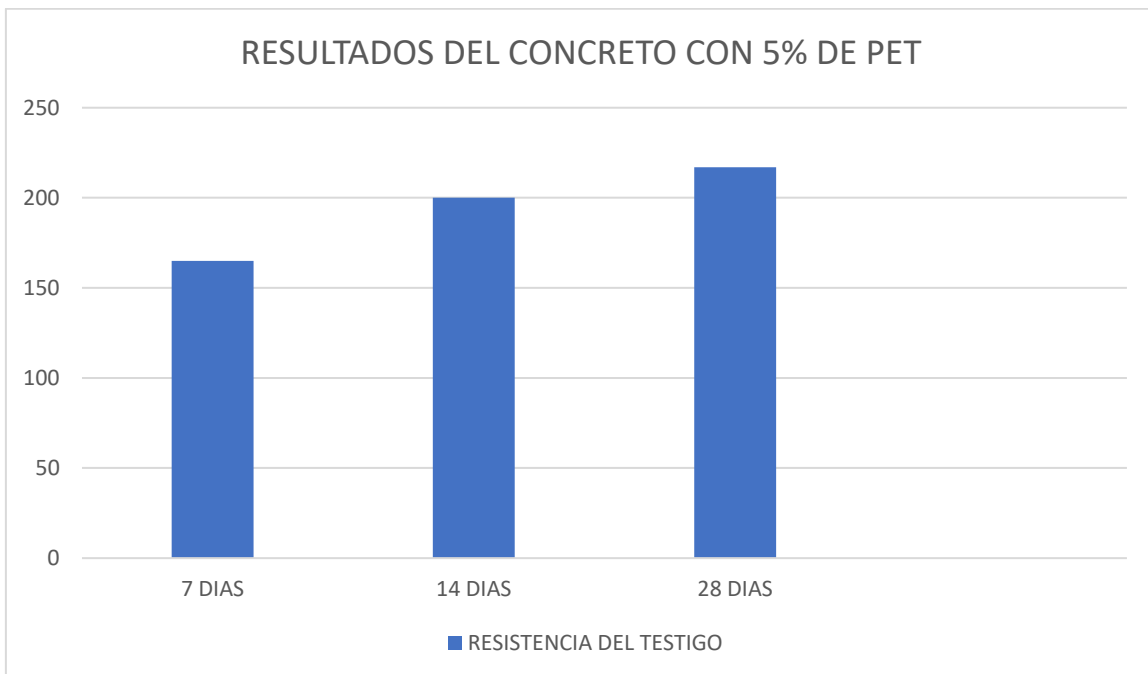
En este gráfico se puede apreciar la resistencia que ha ganado cada uno de los 3 testigos desde los 7 hasta los 28 días de edad, se puede apreciar que a pesar que en el día 7 solo se espera una resistencia del 70%, este diseño ha logrado una resistencia en un rango de 164 – 167 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando de esta manera el 78% - 79% de resistencia, mientras que a los 14 días, la resistencia está en un rango de 198 – 203 kg/cm<sup>2</sup> obteniendo un el 94% al 96% de resistencia, cumpliendo con lo esperado que era el 90%, en el día 28 como era de esperar respecto a sus resistencias previas el concreto supera el 100% de la resistencia las cuales son 213 – 220 kg/cm<sup>2</sup> teniendo de esta manera un rango del 102% al 105%.

**Tabla 64**  
Resumen testigos 5% de PET

EDAD	RESISTENCIA DEL TESTIGO	RESISTENCIA OBTENIDA %	RESISTENCIA ESPERADA %
7 días	165	79	70
14 días	200	95	90
28 días	217	103	100

**Nota:** Elaboración Propia

**Gráfico 40**  
Resultados Promedio de testigos con 5% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

**Interpretación:**

En este grafico se puede apreciar un promedio de los 3 testigos para generar una resistencia general a lo largo del diseño con el 5% de PET desde los 7 hasta los 28 días de edad, este diseño ha logrado una resistencia de 165 kg/cm<sup>2</sup> en los 7 primeros días, alcanzando de esta manera el 79% de resistencia, mientras que a los 14 días se logró una resistencia de 200 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 95% de la resistencia esperada, en el día 28 se obtuvo una resistencia de 217 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando el 103% de resistencia, de esta manera se pudo comprobar que este

concreto cumple con los parámetros de diseño haciendo que este concreto sea óptimo para la resistencia a la compresión.

### CONCRETO CON 7% DE PET:

**Tabla 65**

*Resultados de 3 testigos al 7 día de Curado \_ 7% de PET*

DISEÑO	CARGA (kg)	RESISTENCIA DEL TESTIGO	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PET-7%-001	12657	161	77	70
PET-7%-002	12317	157	75	70
PET-7%-003	12587	160	76	70

**Nota:** *Elaboración Propia*

**Tabla 66**

*Resultados de 3 testigos al 14 día de Curado \_ 7% de PET*

DISEÑO	CARGA (kg)	RESISTENCIA DEL TESTIGO	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PET-7%-001	14336	183	87	90
PET-7%-002	14658	186	89	90
PET-7%-003	14505	184	88	90

**Nota:** *Elaboración Propia*

**Tabla 67**

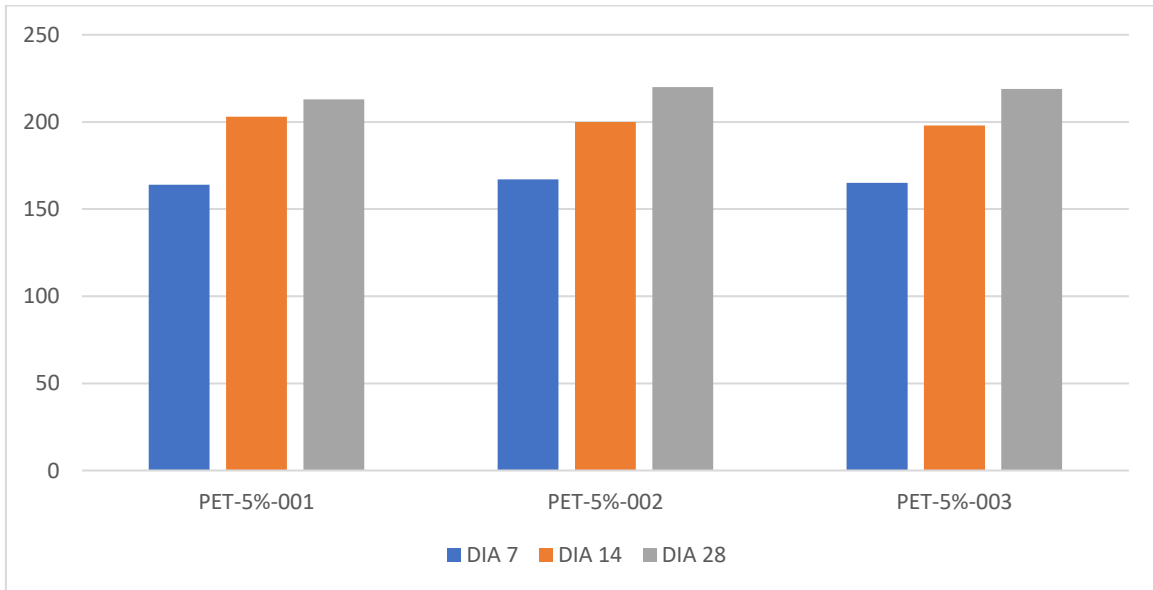
*Resultados de 3 testigos al 28 día de Curado \_ 7% de PET*

DISEÑO	CARGA (kg)	RESISTENCIA DEL TESTIGO	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PET-7%-001	15051	191	91	100
PET-7%-002	14751	188	89	100
PET-7%-003	14343	182	87	100

**Nota:** *Elaboración Propia*

### Gráfico 41

Resistencia a la compresión de testigos \_ concreto con 7% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

### Interpretación:

En este gráfico se puede apreciar la resistencia que ha ganado cada uno de los 3 testigos desde los 7 hasta los 28 días de edad, se puede apreciar que a pesar que en el día 7 solo se espera una resistencia del 70%, este diseño ha logrado una resistencia en un rango de 157 – 161 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando de esta manera el 75% - 76% de resistencia, mientras que a los 14 días, la resistencia está en un rango de 183 – 186 kg/cm<sup>2</sup> obteniendo un el 87% al 89% de resistencia, cumpliendo con lo esperado que era el 90%, en el día 28 como era de esperar respecto a sus resistencias previas el concreto no logro superar el 100% de la resistencia las cuales son 182 – 191 kg/cm<sup>2</sup> teniendo de esta manera un rango del 87% al 91%.

### Tabla 68

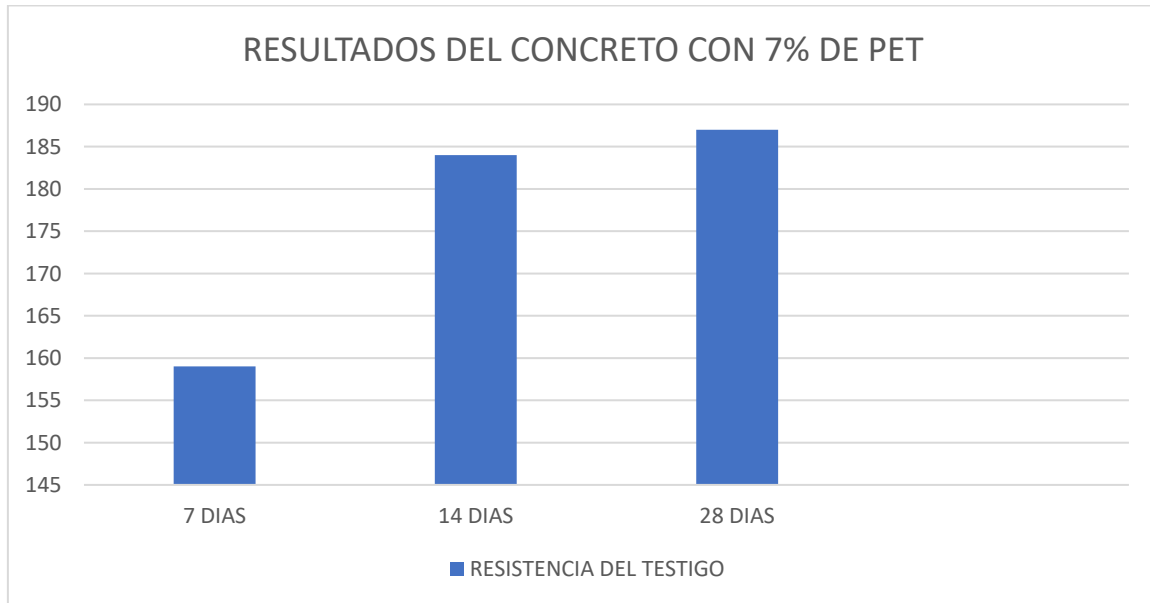
Promedio de testigos 7% de PET

EDAD	RESISTENCIA DEL TESTIGO	RESISTENCIA OBTENIDA %	RESISTENCIA ESPERADA %
7 días	159	76	70
14 días	184	88	90
28 días	187	90	100

**Nota:** Elaboración Propia

## Gráfico 42

Resultados Promedio de testigos con 7% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

### Interpretación:

En este gráfico se puede apreciar un promedio de los 3 testigos para generar una resistencia general a lo largo del diseño con 7% de PET, desde los 7 hasta los 28 días de edad, este diseño ha logrado una resistencia de 159 kg/cm<sup>2</sup> en los 7 primeros días, alcanzando de esta manera el 76% de resistencia, mientras que a los 14 días se logró una resistencia de 184 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 88% de la resistencia esperada, en el día 28 se obtuvo una resistencia de 187 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando el 90% de resistencia, de esta manera se pudo comprobar que este concreto a pesar que cumplió la resistencia esperada a los 7 días, no logra cumplir con las resistencias esperadas por lo tanto este diseño no posee una buena resistencia a la compresión.



## FLEXIÓN:

### CONCRETO PATRÓN:

**Tabla 69**

Resultados de 3 testigos al 7 día de Curado \_ Diseño Patrón

DISEÑO	CARGA (kN)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PAT-001	29.45	39.5	88	100
PAT-002	30.12	39.6	88	100
PAT-003	30.89	40.9	91	100

**Nota:** Elaboración Propia

**Tabla 70**

Resultados de 3 testigos al 14 día de Curado \_ Diseño Patrón

DISEÑO	CARGA (kN)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PAT-001	32.43	43.5	97	100
PAT-002	33.62	44.2	98	100
PAT-003	33.76	44.7	99	100

**Nota:** Elaboración Propia

**Tabla 71**

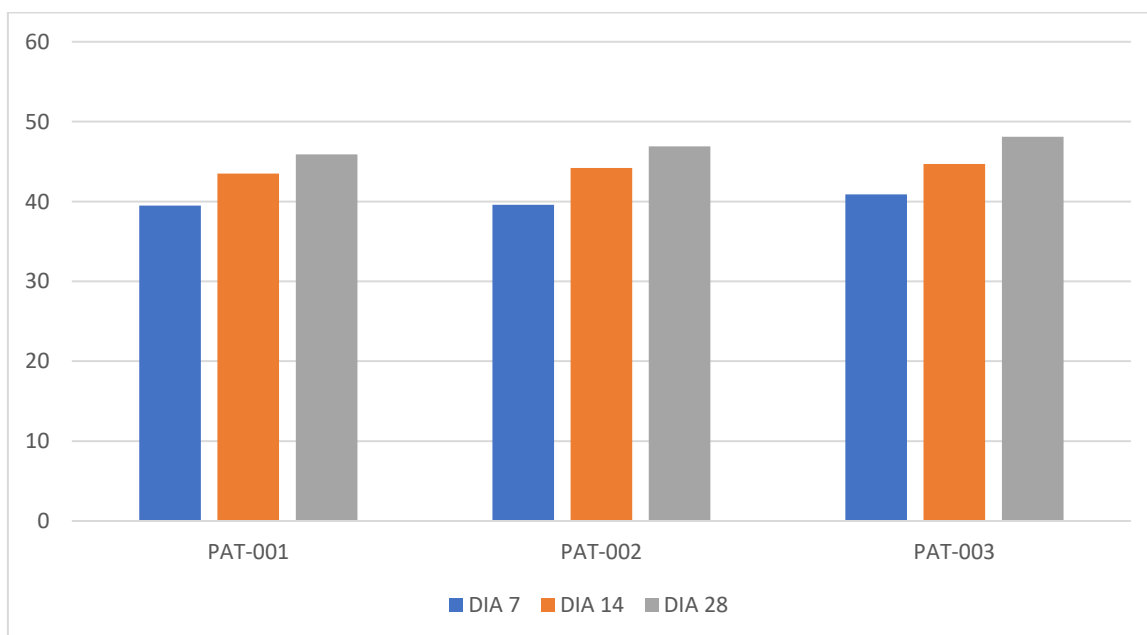
Resultados de 3 testigos al 28 día de Curado \_ Diseño Patrón

DISEÑO	CARGA (kN)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PAT-001	34.21	45.9	102	100
PAT-002	35.65	46.9	104	100
PAT-003	36.31	48.1	107	100

**Nota:** Elaboración Propia

### Gráfico 43

#### Resistencia a la flexión \_concreto patrón



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En este grafico se puede apreciar la resistencia a la flexión que ha ganado cada uno de los 3 testigos (vigas) desde los 7 hasta los 28 días de edad, este diseño ha logrado una resistencia de 39.5 – 40.9 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando de esta manera el 88% - 91% de resistencia los 7 primeros días, mientras que a los 14 días, la resistencia está entre 43.5 – 44.7 kg/cm<sup>2</sup> obteniendo un el 97% al 99% de resistencia, en el día 28 se logró una resistencia de 45.9 – 48.1 kg/cm<sup>2</sup> sobrepasando un poco el 100% ya que dichos porcentajes están dentro de 102 – 107 kg/cm<sup>2</sup>.

#### Tabla 72

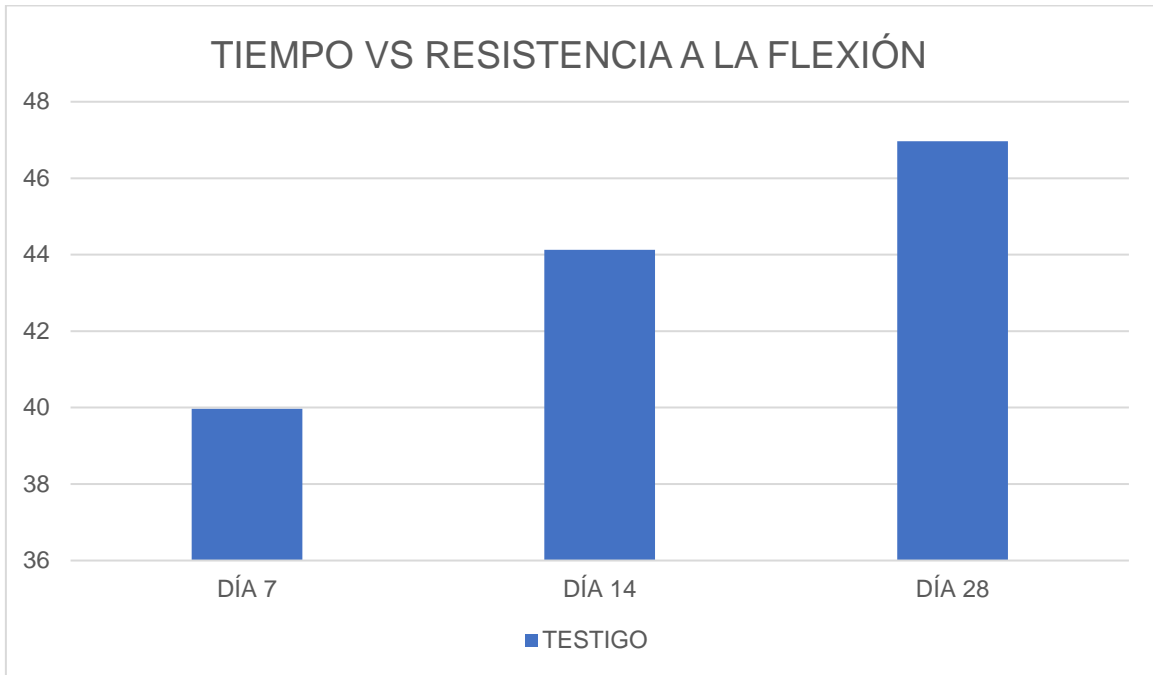
##### Promedio de testigos Patrón

EDAD	RESISTENCIA DEL TESTIGO	RESISTENCIA OBTENIDA %	RESISTENCIA ESPERADA %
7 días	39.97	89	100
14 días	44.13	98	100
28 días	46.97	104	100

**Nota:** Elaboración Propia

### Gráfico 44

Resultados Promedio de testigos patrón



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En este grafico se puede apreciar un promedio de los 3 testigos para generar una resistencia a la flexión general del diseño patrón, desde los 7 hasta los 28 días de edad, este diseño ha logrado una resistencia a la flexión de 39.97 kg/cm<sup>2</sup> en los 7 primeros días, alcanzando de esta manera el 89% de resistencia, mientras que a los 14 días se logró una resistencia de 44.13 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 98% de la resistencia esperada, en el día 28 se obtuvo una resistencia de 46.97 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando el 104% de resistencia, de esta manera se puede verificar que el testigo patrón consiguió superar en un 4% la resistencia esperada.

## CONCRETO CON 3% DE PET:

**Tabla 73**

Resultados de 3 testigos al 7 día de Curado \_ Diseño con 3% de PET

DISEÑO	CARGA (kN)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (Kg/cm2)	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PET-3%-001	16.18	21.7	48	100
PET-3%-002	18.22	24.0	53	100
PET-3%-003	17.43	23.1	51	100

**Nota:** Elaboración Propia

**Tabla 74**

Resultados de 3 testigos al 14 día de Curado \_ Diseño con 3% de PET

DISEÑO	CARGA (kN)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (Kg/cm2)	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PET-3%-001	23.41	31.4	70	100
PET-3%-002	22.54	29.6	66	100
PET-3%-003	24.22	32.1	71	100

**Nota:** Elaboración Propia

**Tabla 75**

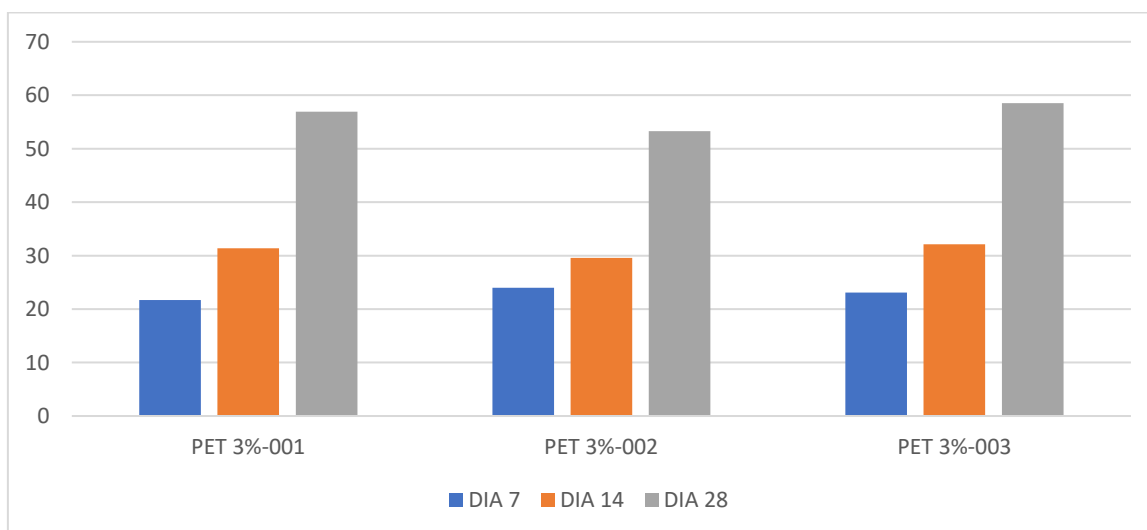
Resultados de 3 testigos al 28 día de Curado \_ Diseño con 3% de PET

DISEÑO	CARGA (kN)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (Kg/cm2)	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PET-3%-001	42.41	56.9	126	100
PET-3%-002	40.54	53.3	118	100
PET-3%-003	44.22	58.5	130	100

**Nota:** Elaboración Propia

### Gráfico 45

Resistencia a la flexión \_ Concreto con 3% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En este grafico se puede apreciar la resistencia a la flexión que ha ganado cada uno de los 3 testigos (vigas) desde los 7 hasta los 28 días de edad, este diseño ha logrado una resistencia de 21.7 – 24.0 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando de esta manera el 48% - 53% de resistencia los 7 primeros días, mientras que a los 14 días, la resistencia está entre 29.6 – 32.1 kg/cm<sup>2</sup> obteniendo un el 66% al 71% de resistencia, en el día 28 se logró una resistencia de 53.3 – 58.5 kg/cm<sup>2</sup> sobrepasando considerablemente el 100% ya que dichos porcentajes están dentro de 118 – 130 kg/cm<sup>2</sup>.

### Tabla 76

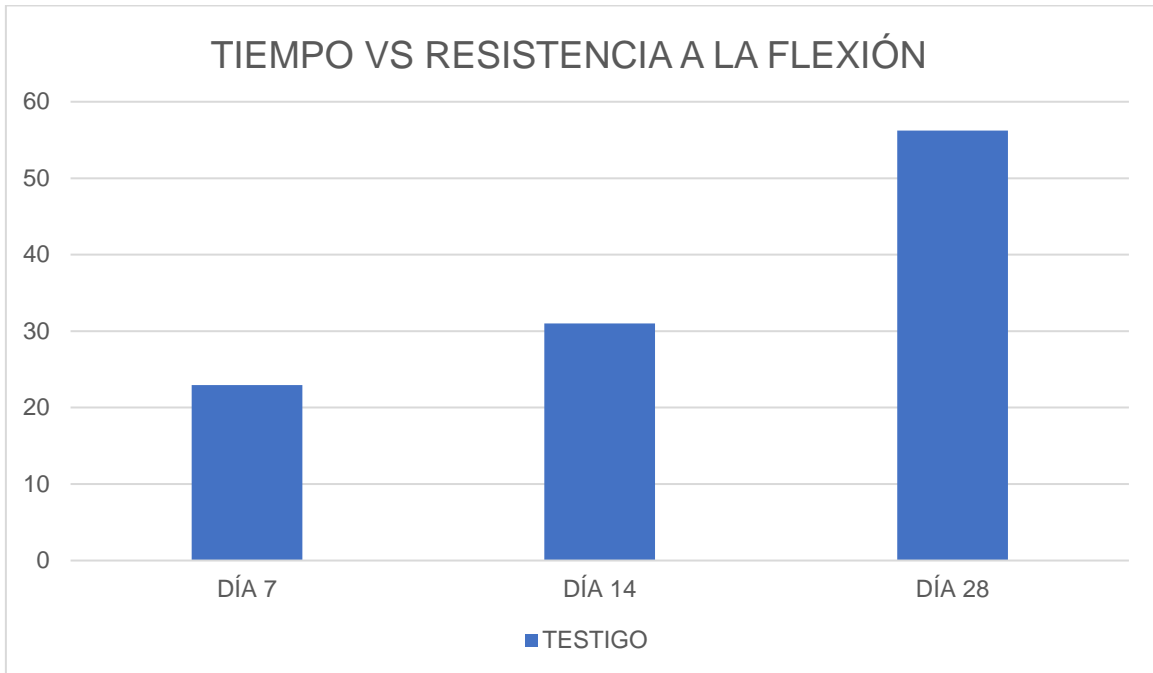
Promedio de testigos con 3% de PET

EDAD	RESISTENCIA DEL TESTIGO	RESISTENCIA OBTENIDA %	RESISTENCIA ESPERADA %
7 días	22.93	51	100
14 días	31.00	69	100
28 días	56.23	125	100

**Nota:** Elaboración Propia

### Gráfico 46

Resultados Promedio de testigos con 3% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En este grafico se puede apreciar un promedio de los 3 testigos para generar una resistencia a la flexión general del diseño con 3% de PET, desde los 7 hasta los 28 días de edad, este diseño ha logrado una resistencia a la flexión de 22.93 kg/cm<sup>2</sup> en los 7 primeros días, alcanzando de esta manera el 51% de resistencia, mientras que a los 14 días se logró una resistencia de 31.0 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 69% de la resistencia esperada, en el día 28 se obtuvo una resistencia de 56.23 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando el 125% de resistencia, de esta manera se puede verificar que el testigo patrón consiguió superar en un 25% la resistencia esperada.

## CONCRETO CON 5% DE PET:

**Tabla 77**

*Resultados de 3 testigos al 7 día de Curado \_ Diseño con 5% de PET*

DISEÑO	CARGA (kN)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (Kg/cm2)	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PET-5%-001	14.21	19.1	42	100
PET-5%-002	14.93	19.6	44	100
PET-5%-003	13.88	18.4	41	100

**Nota:** *Elaboración Propia*

**Tabla 78**

*Resultados de 3 testigos al 14 día de Curado \_ Diseño con 5% de PET*

DISEÑO	CARGA (kN)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (Kg/cm2)	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PET-5%-001	27.33	36.7	81	100
PET-5%-002	27.91	36.7	82	100
PET-5%-003	27.12	35.9	80	100

**Nota:** *Elaboración Propia*

**Tabla 79**

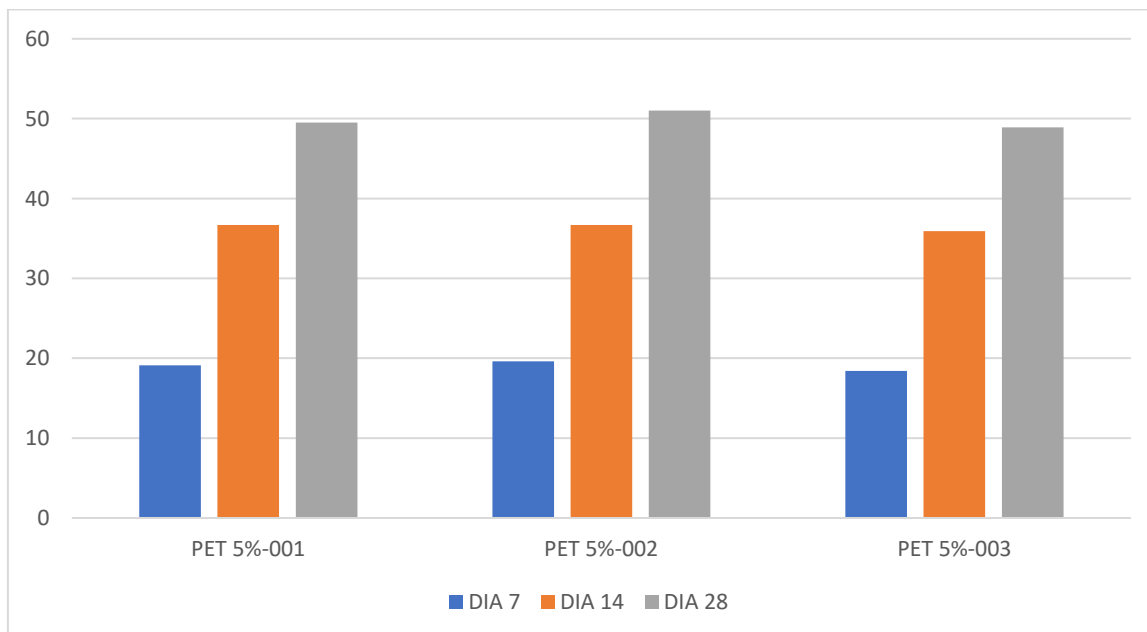
*Resultados de 3 testigos al 28 día de Curado \_ Diseño con 5% de PET*

DISEÑO	CARGA (kN)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (Kg/cm2)	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PET-5%-001	36.86	49.5	110	100
PET-5%-002	38.78	51.0	113	100
PET-5%-003	36.97	48.9	109	100

**Nota:** *Elaboración Propia*

### Gráfico 47

Resistencia a la flexión \_ concreto con 5% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

### Interpretación:

En este grafico se puede apreciar la resistencia a la flexión que ha ganado cada uno de los 3 testigos (vigas) desde los 7 hasta los 28 días de edad, este diseño ha logrado una resistencia de 18.4 – 19.6 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando de esta manera el 41% - 44% de resistencia los 7 primeros días, mientras que a los 14 días, la resistencia está entre 35.9 – 36.7 kg/cm<sup>2</sup> obteniendo un el 80% al 82% de resistencia, en el día 28 se logró una resistencia de 48.9 – 51.0 kg/cm<sup>2</sup> sobrepasando un poco el 100% ya que dichos porcentajes están dentro de 109 – 113 kg/cm<sup>2</sup>.

### Tabla 80

Promedio de testigos con 5% de PET

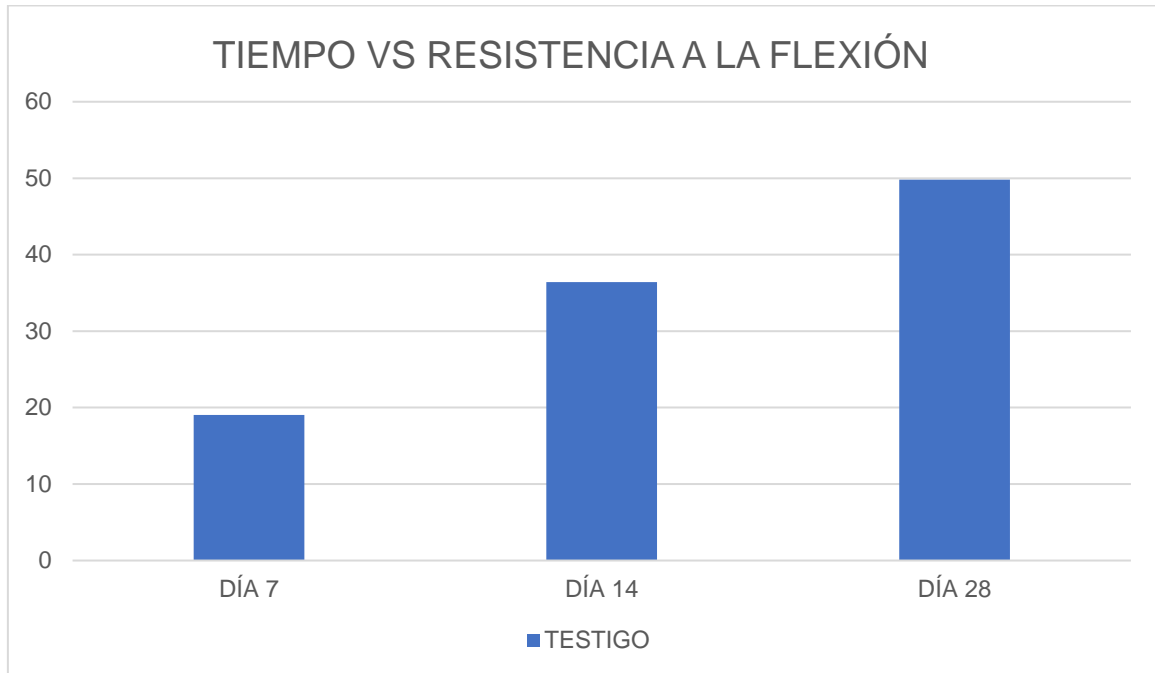
EDAD	RESISTENCIA DEL TESTIGO	RESISTENCIA OBTENIDA %	RESISTENCIA ESPERADA %
7 días	19.03	42	100
14 días	36.43	81	100
28 días	49.80	111	100

**Nota:** Elaboración Propia



### Gráfico 48

Resultados Promedio de testigos con 5% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En este gráfico se puede apreciar un promedio de los 3 testigos para generar una resistencia a la flexión general del diseño con 5% de PET, desde los 7 hasta los 28 días de edad, este diseño ha logrado una resistencia a la flexión de 19.03 kg/cm<sup>2</sup> en los 7 primeros días, alcanzando de esta manera el 42% de resistencia, mientras que a los 14 días se logró una resistencia de 36.43 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 81% de la resistencia esperada, en el día 28 se obtuvo una resistencia de 49.80 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando el 111% de resistencia, de esta manera se puede verificar que el testigo patrón consiguió superar en un 11% la resistencia esperada.

## CONCRETO CON 7% DE PET:

**Tabla 81**

Resultados de 3 testigos al 7 día de Curado \_ Diseño con 7% de PET

DISEÑO	CARGA (kN)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PET-7%-001	16.18	21.7	48	100
PET-7%-002	18.22	24.0	53	100
PET-7%-003	17.43	23.1	51	100

**Nota:** Elaboración Propia

**Tabla 82**

Resultados de 3 testigos al 14 día de Curado \_ Diseño con 7% de PET

DISEÑO	CARGA (kN)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PET-7%-001	23.41	31.4	70	100
PET-7%-002	22.54	29.6	66	100
PET-7%-003	24.22	32.1	71	100

**Nota:** Elaboración Propia

**Tabla 83**

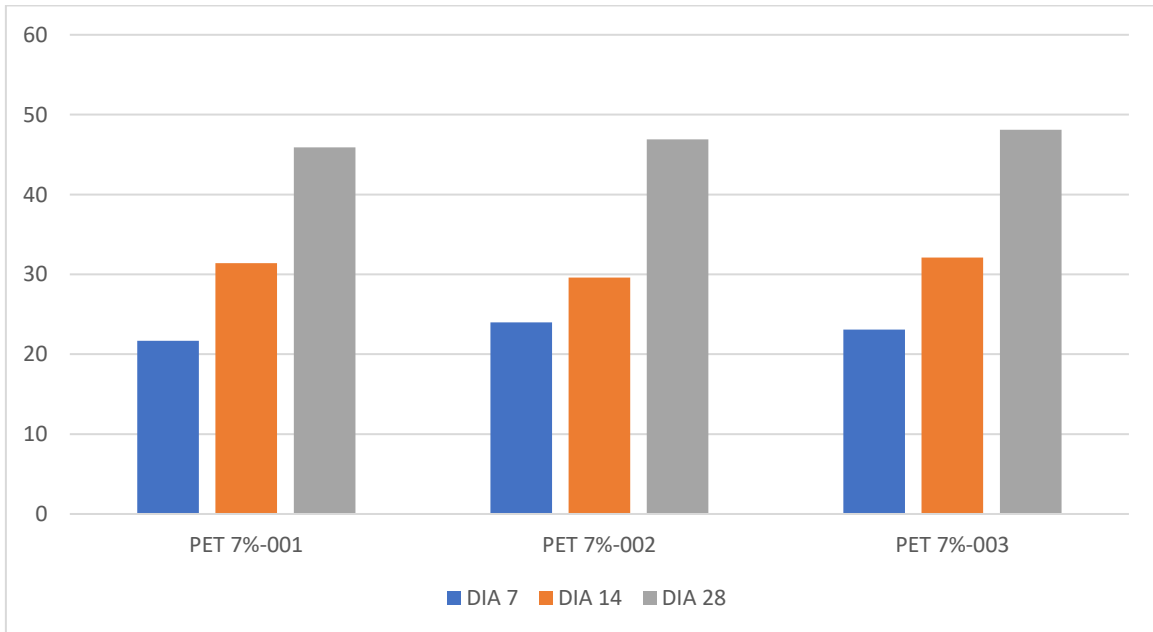
Resultados de 3 testigos al 28 día de Curado \_ Diseño con 7% de PET

DISEÑO	CARGA (kN)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESISTENCIA OBTENIDO	RESISTENCIA ESPERADA %
PET-7%-001	34.21	45.9	102	100
PET-7%-002	35.65	46.9	104	100
PET-7%-003	36.31	48.1	107	100

**Nota:** Elaboración Propia

### Gráfico 49

Resistencia a la flexión \_ concreto con 7% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

### Interpretación:

En este grafico se puede apreciar la resistencia a la flexión que ha ganado cada uno de los 3 testigos (vigas) desde los 7 hasta los 28 días de edad, este diseño ha logrado una resistencia de 21.7 – 24.0 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando de esta manera el 48% - 53% de resistencia los 7 primeros días, mientras que a los 14 días, la resistencia está entre 29.6 – 32.1 kg/cm<sup>2</sup> obteniendo un el 66% al 71% de resistencia, en el día 28 se logró una resistencia de 45.9 – 48.1 kg/cm<sup>2</sup> sobrepasando un poco el 100% ya que dichos porcentajes de resistencia están dentro de 102 – 107 kg/cm<sup>2</sup>.

### Tabla 84

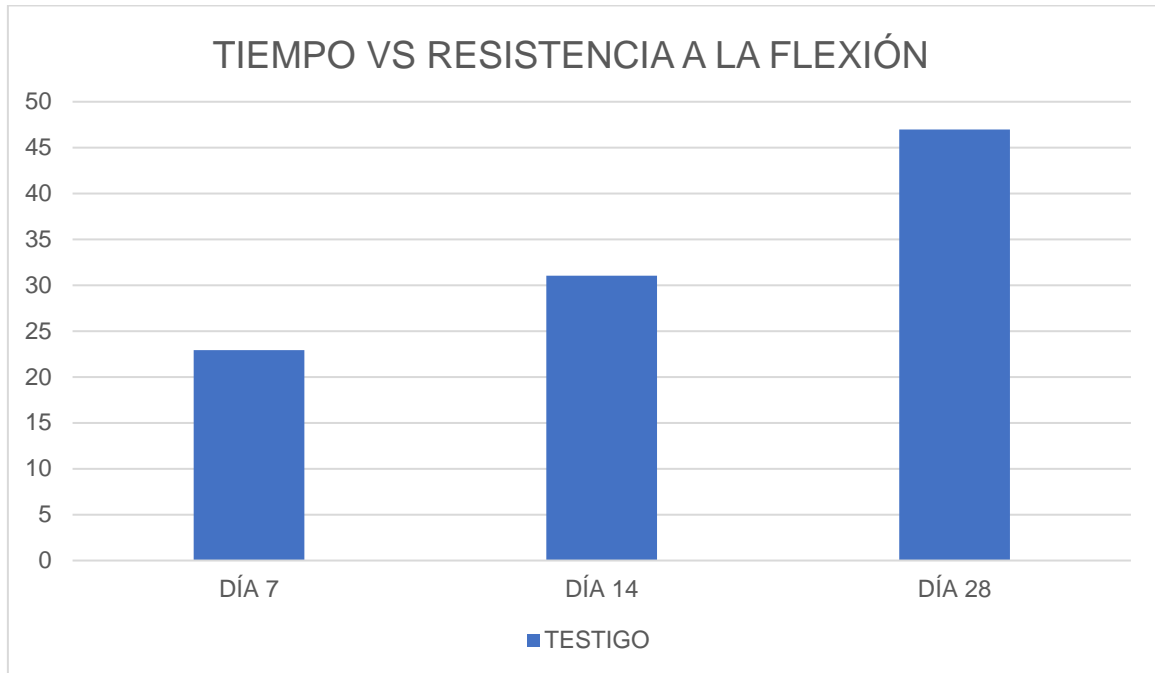
Promedio de testigos con 7% de PET

EDAD	RESISTENCIA DEL TESTIGO	RESISTENCIA OBTENIDA %	RESISTENCIA ESPERADA %
7 días	22.93	51	70
14 días	31.03	69	90
28 días	46.97	104	100

**Nota:** Elaboración Propia

### Gráfico 50

Resultados Promedio de testigos con 7% de PET



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En este grafico se puede apreciar un promedio de los 3 testigos para generar una resistencia a la flexión general del diseño con 7% de PET, desde los 7 hasta los 28 días de edad, este diseño ha logrado una resistencia a la flexión de 22.93 kg/cm<sup>2</sup> en los 7 primeros días, alcanzando de esta manera el 51% de resistencia, mientras que a los 14 días se logró una resistencia de 31.03 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 69% de la resistencia esperada, en el día 28 se obtuvo una resistencia de 46.97 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando el 104% de resistencia, de esta manera se puede verificar que el testigo patrón consiguió superar en un 4% la resistencia esperada.

**Objetivo específico 03 \_ Comparar un concreto tradicional con PET (Tereftalato de polietileno).**

**IMPERMEABILIDAD:**

**Tabla 85**

*Filtración de testigos promedio de concreto patrón, con 3%, 5% y 7% de PET\_ DIA 7.*

TIEMPO (T)	VOLUMEN FILTRADO (cm3) _ CONCRETO PATRON	VOLUMEN FILTRADO (cm3) _CONCRETO CON 3% DE PET	VOLUMEN FILTRADO (cm3) _CONCRETO CON 5% DE PET	VOLUMEN FILTRADO (cm3) _CONCRETO CON 7% DE PET
30 min	0.000	0.000	0.000	0.000
1 hora	1.963	0.000	0.000	29.449
2 hora	4.908	0.000	0.000	58.898
3 hora	8.835	0.000	0.000	80.493
4 hora	10.798	2.945	0.000	94.236
5 hora	12.761	2.945	0.000	102.089
6 hora	13.743	2.945	2.945	111.905
7 hora	15.706	2.945	2.945	127.611
8 hora	17.669	5.890	2.945	137.428
9 hora	20.614	5.890	2.945	145.281
10 hora	23.559	5.890	2.945	153.134
11 hora	25.522	5.890	2.945	166.876
12 hora	27.486	9.816	4.908	172.766

**Nota:** *Elaboración Propia*

**Tabla 86**

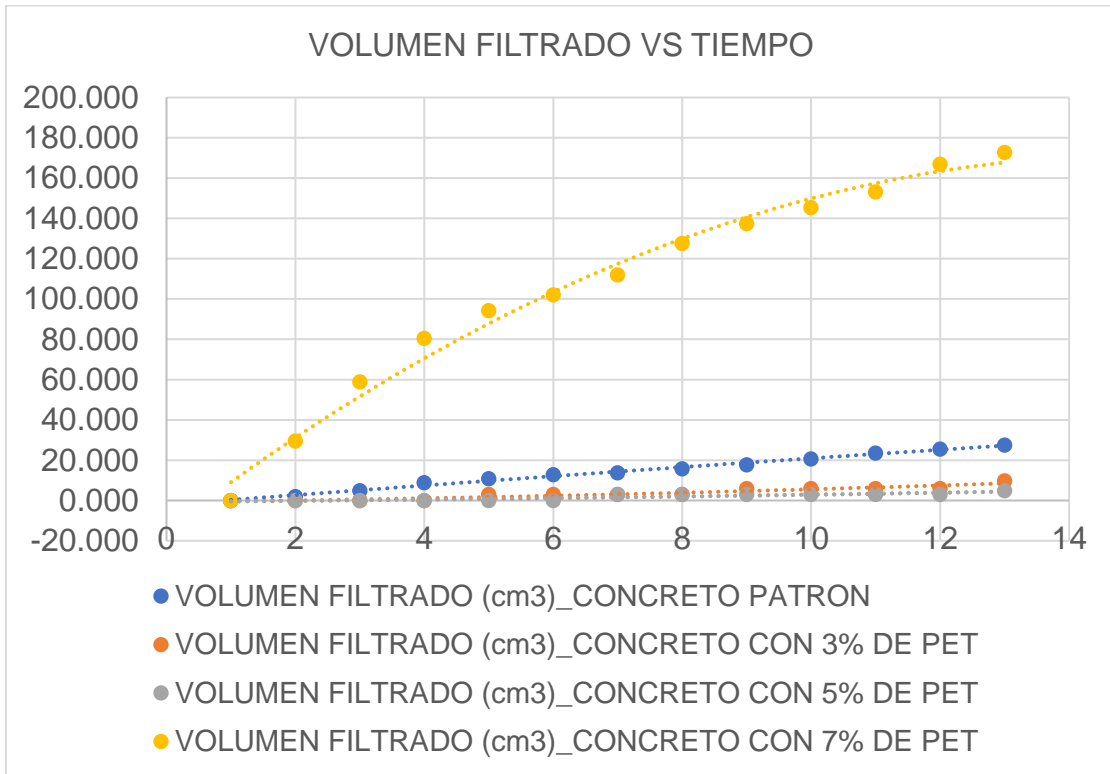
*Rango de impermeabilidad*

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** *Elaboración Propia*

### Gráfico 51

Comparación de volumen filtrado \_ 7 día



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente gráfico se detalla cada volumen filtrado después de las 12 horas que fue sometido cada diseño a una edad de 7 días, el concreto patrón tuvo una filtración de 27.486 cm<sup>3</sup> que representa un 7.29% respectivamente a su volumen de agua, el diseño con 3% de PET, obtuvo una filtración de 9.816 cm<sup>3</sup> que representa el 3.05% respectivamente a su volumen de agua, el concreto con 5% de PET obtuvo 4.908 cm<sup>3</sup> que representa un 2.23% respectivamente a su volumen de agua y el diseño de 7% de PET obtuvo una filtración de 172.766 cm<sup>3</sup> que representa un 67.69%, de esta manera se pudo comprobar que el diseño del 5% es el que mejores resultados a obtenido aun estando en el rango de poco permeable, mientras que el diseño más desfavorable fue el del 7% que fue el concreto que más filtración tuvo por lo que está en el rango de permeable.

**Tabla 87**

Filtración de testigos promedio de concreto patrón, con 3%, 5% y 7% de PET\_ DIA 14.

TIEMPO (T)	VOLUMEN FILTRADO (cm3) _CONCRETO PATRON	VOLUMEN FILTRADO (cm3) _CONCRETO CON 3% DE PET	VOLUMEN FILTRADO (cm3) _CONCRETO CON 5% DE PET	VOLUMEN FILTRADO (cm3) _CONCRETO CON 7% DE PET
30 min	0.000	0.000	0.000	0.000
1 hora	0.000	0.000	0.000	6.871
2 hora	0.982	0.000	0.000	13.743
3 hora	2.945	0.000	0.000	20.614
4 hora	2.945	0.000	0.000	27.486
5 hora	3.927	0.000	0.000	34.357
6 hora	5.890	0.000	0.000	41.228
7 hora	7.853	0.000	0.000	48.100
8 hora	8.835	0.000	0.000	54.971
9 hora	10.798	0.000	0.000	61.842
10 hora	13.743	0.000	0.000	68.714
11 hora	14.724	0.000	0.000	75.585
12 hora	16.688	2.945	0.982	82.457

**Nota:** Elaboración Propia

**Tabla 88**

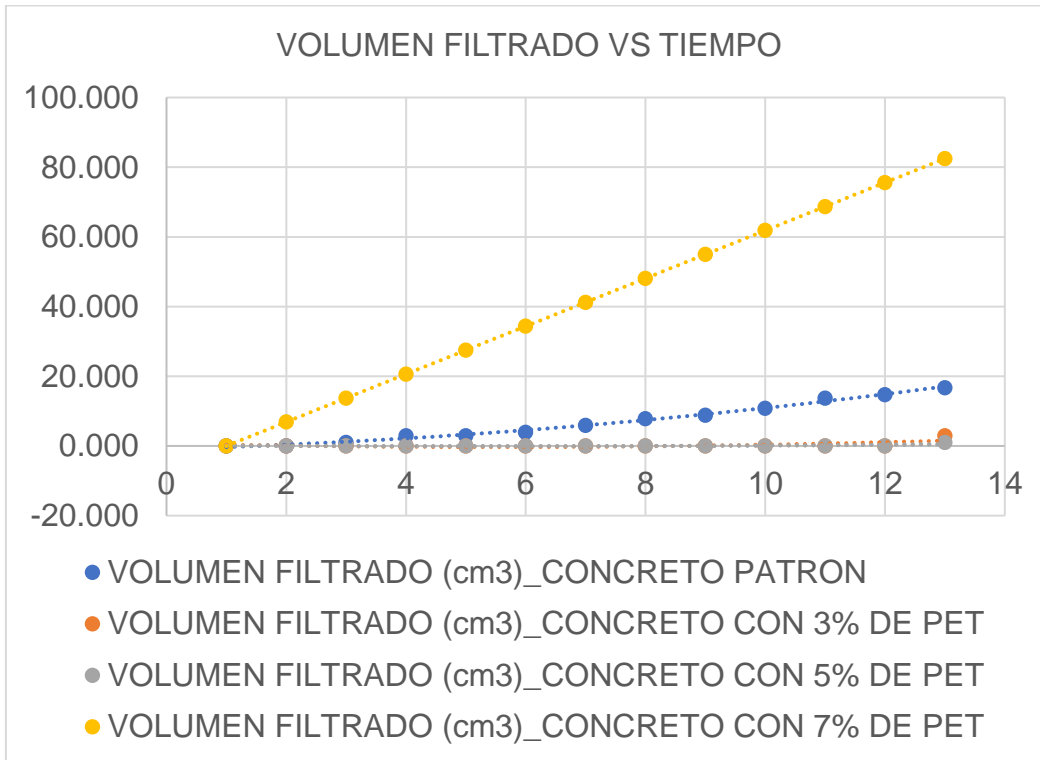
Rango de impermeabilidad

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** Elaboración Propia

### Gráfico 52

Comparación de volumen filtrado \_ 14 día



**Nota:** Elaboración Propia.

### Interpretación:

En el siguiente gráfico se detalla cada volumen filtrado después de las 12 horas que fue sometido cada diseño a una edad de 14 días, el concreto patrón tuvo una filtración de 16.68 cm<sup>3</sup> que representa un 5.90% respectivamente a su volumen de agua, el diseño con 3% de PET, obtuvo una filtración de 2.945 cm<sup>3</sup> que representa el 1.07% respectivamente a su volumen de agua, el concreto con 5% de PET obtuvo 0.982 cm<sup>3</sup> que representa un 0.40% respectivamente a su volumen de agua y el diseño de 7% de PET obtuvo una filtración de 82.457 cm<sup>3</sup> que representa un 29.17%, de esta manera se pudo comprobar que el diseño del 5% es el que mejores resultados a obtenido aun estando en el rango de 0% - 1% demostrando que es un diseño impermeable, mientras que el diseño más desfavorable fue el del 7% que fue el concreto que más filtración tuvo por lo que está en el rango donde se encuentra es el de poco permeable 1% - 40%.



**Tabla 89**

Filtración de testigos promedio de concreto patrón, con 3%, 5% y 7% de PET\_ DIA 28.

TIEMPO (T)	VOLUMEN FILTRADO (cm3) _CONCRETO PATRON	VOLUMEN FILTRADO (cm3) _CONCRETO CON 3% DE PET	VOLUMEN FILTRADO (cm3) _CONCRETO CON 5% DE PET	VOLUMEN FILTRADO (cm3) _CONCRETO CON 7% DE PET
30 min	0.000	0.000	0.000	0.000
1 hora	0.000	0.000	0.000	4.908
2 hora	0.000	0.000	0.000	9.816
3 hora	0.000	0.000	0.000	15.706
4 hora	0.000	0.000	0.000	20.614
5 hora	0.982	0.000	0.000	26.504
6 hora	0.982	0.000	0.000	33.375
7 hora	0.982	0.000	0.000	37.302
8 hora	0.982	0.000	0.000	43.192
9 hora	2.945	0.000	0.000	48.100
10 hora	2.945	0.000	0.000	53.989
11 hora	2.945	0.000	0.000	57.916
12 hora	2.945	0.000	0.000	65.769

**Nota:** Elaboración Propia

**Tabla 90**

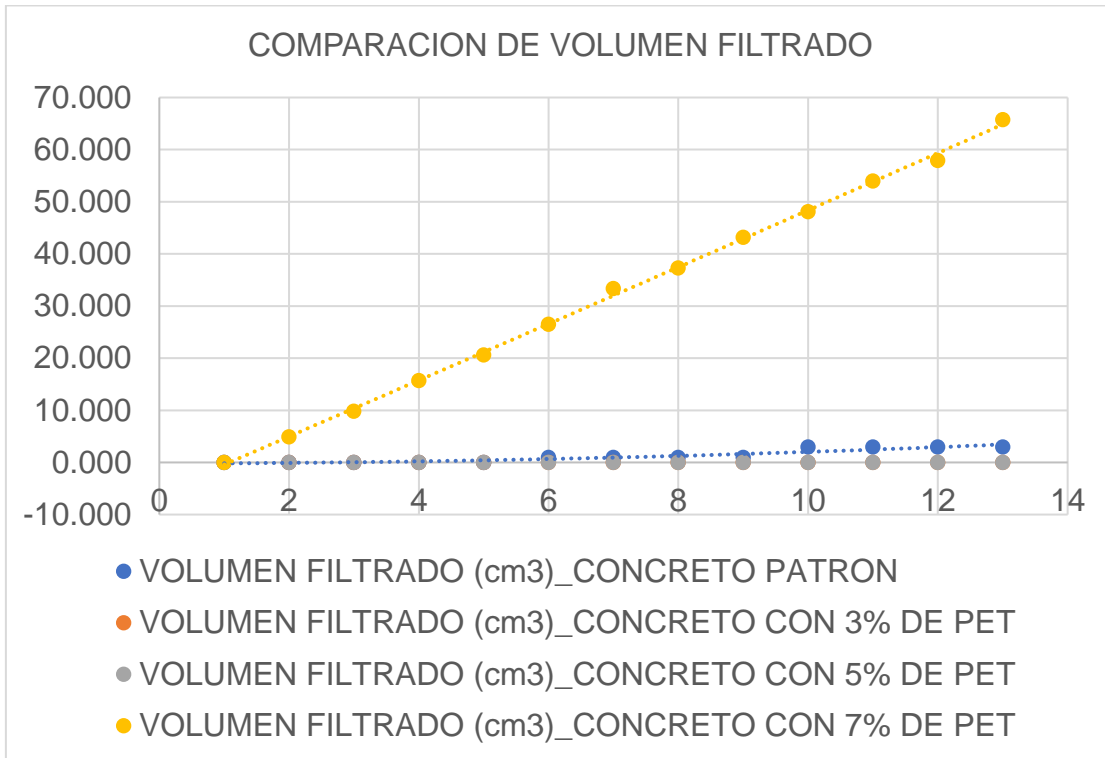
Rango de impermeabilidad

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

**Nota:** Elaboración Propia

### Gráfico 53

Comparación de volumen filtrado \_ 28 día



**Nota:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

En el siguiente gráfico se detalla cada volumen filtrado después de las 12 horas que fue sometido cada diseño a una edad de 28 días, el concreto patrón tuvo una filtración de 2.945 cm<sup>3</sup> que representa un 0.89% respectivamente a su volumen de agua, el diseño con 3% de PET, obtuvo una filtración de 0 cm<sup>3</sup> que representa el 0% respectivamente a su volumen de agua, el concreto con 5% de PET obtuvo 0 cm<sup>3</sup> que representa un 0% respectivamente a su volumen de agua y el diseño de 7% de PET obtuvo una filtración de 65.769 cm<sup>3</sup> que representa un 20.43%, de esta manera se pudo comprobar que el diseño patrón, diseño con 3% y 5% de PET son los que mejores resultados han obtenido, estando en el rango de 0% - 1% demostrando que son un diseño impermeable, mientras que el diseño más desfavorable fue el del 7% que fue el concreto que más filtración tuvo por lo que está en el rango donde se encuentra es el de poco permeable 1% - 40%.

## COMPRESION:

**Tabla 91**

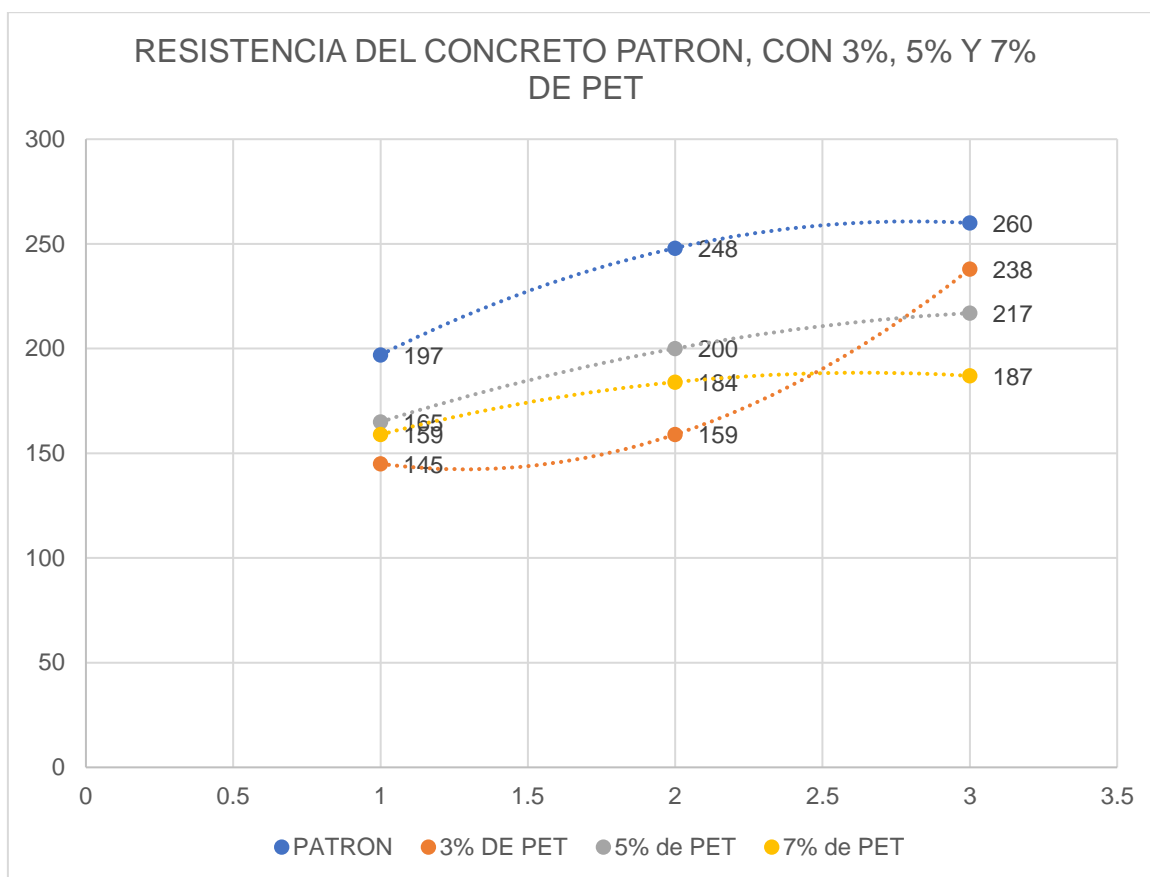
*Resistencia a la compresión de testigos \_ DIA 7, 14 Y 28.*

DISEÑO	RESISTENCIA	RESISTENCIA	RESISTENCIA
	DEL TESTIGO	DEL TESTIGO	DEL TESTIGO
	DIA 7	DIA 14	DIA 28
PATRON	197	248	260
3% DE PET	145	159	238
5% DE PET	165	200	217
7% DE PET	159	184	187

**Nota:** *Elaboración Propia*

**Gráfico 54**

*Curva de resistencia a la compresión.*



**Nota:** *Elaboración Propia*

### **Interpretación:**

En este grafico se puede apreciar la curva de resistencia de cada diseño de concreto en cada uno de las 3 fechas, las cuales son 7, 14 y 28, siendo esta última donde se analiza si el concreto cumple con el 100% de la resistencia esperada, el concreto patrón ha tenido muy buenos resultados llegando a una resistencia de 260 kg/cm<sup>2</sup>, al igual que el anterior el diseño de concreto con 3% de PET obtuvo una resistencia de 238 kg/cm<sup>2</sup> superando el 100% esperado, mientras que a partir del diseño con el 5 % la resistencia a la compresión bajo llegando a una resistencia de 217 kg/cm<sup>2</sup> superando por poco al 100%, el diseño que no cumplió con la resistencia requerida es la del 7% de PET llegando a una resistencia de 187 kg/cm<sup>2</sup>.

## Flexión:

**Tabla 92**

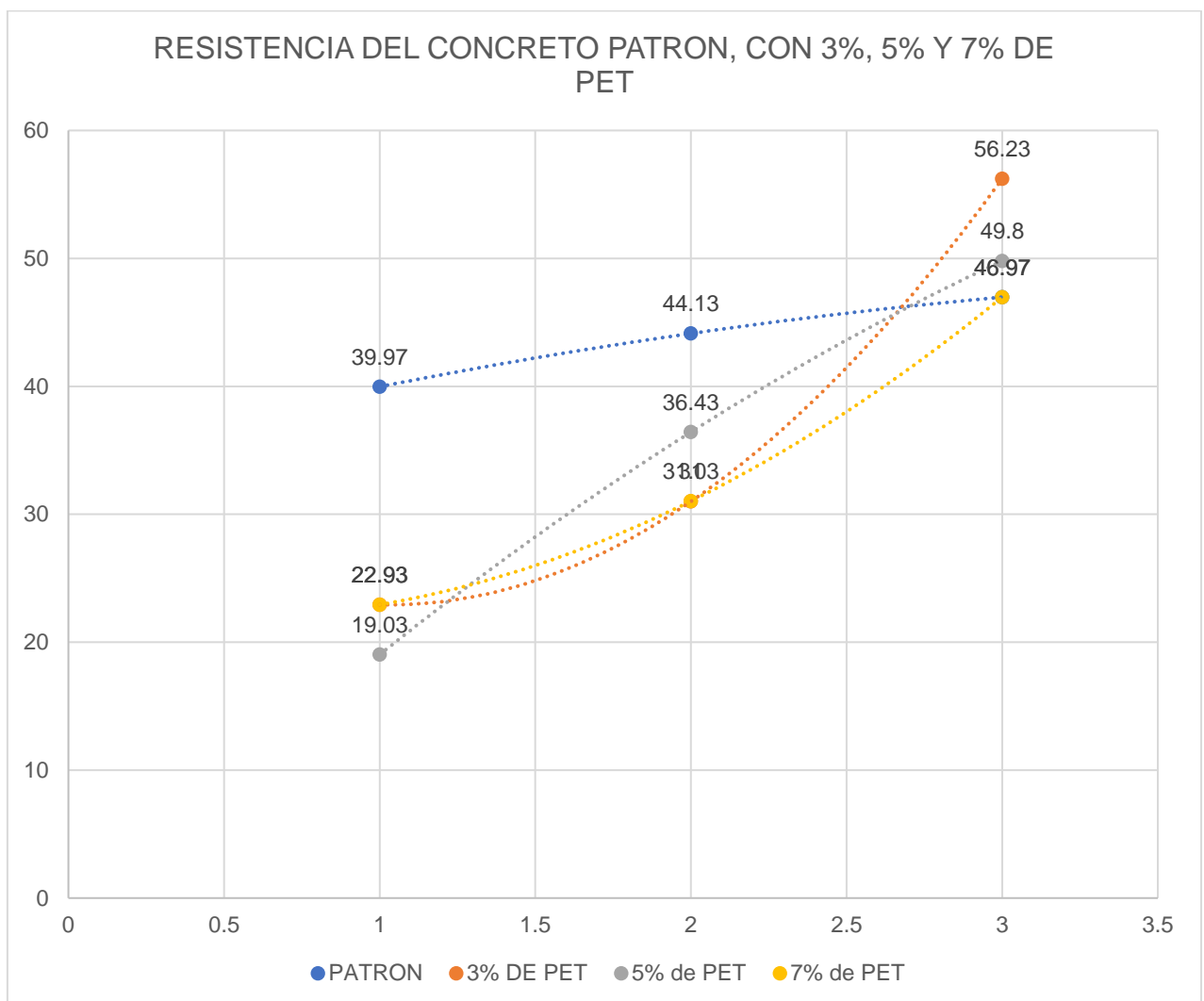
Resistencia a la Flexión de testigos \_ DIA 7, 14 Y 28.

DISEÑO	RESISTENCIA DEL TESTIGO DIA 7	RESISTENCIA DEL TESTIGO DIA 14	RESISTENCIA DEL TESTIGO DIA 28
PATRÓN	39.97	44.13	46.97
3% DE PET	22.93	31.00	56.23
5% DE PET	19.03	36.43	49.80
7% DE PET	22.93	31.03	46.97

**Nota:** Elaboración Propia

**Gráfico 55**

Curva de resistencia a la flexión.



**Nota:** Elaboración Propia.

### **Interpretación:**

En este gráfico se puede apreciar la curva de resistencia de cada diseño en cada uno de las 3 fechas, las cuales son 7, 14 y 28, siendo esta última donde se analiza si el concreto cumple con el 100% de la resistencia esperada, el concreto patrón ha tenido buenos resultados llegando a una resistencia de 46.97 kg/cm<sup>2</sup>, el diseño de concreto con 3% de PET obtuvo una resistencia mayor resistencia a comparación de concreto patrón, se obtuvo una resistencia a la flexión de 56.23 kg/cm<sup>2</sup> superando el 100% esperado, mientras que a partir del diseño con el 5 % la resistencia bajo llegando a 49.80 kg/cm<sup>2</sup> superando por poco al 100%, el diseño del 7% de PET obtuvo una resistencia de 46.97 kg/cm<sup>2</sup> estando a la par con el diseño patrón teniendo así que estos 2 diseños son los que tuvieron una baja resistencia en comparación a los demás.

## V. DISCUSIÓN

**Analizando los resultados obtenidos del primer objetivo específico “Analizar la impermeabilidad del concreto con PET (Tereftalato de polietileno) a través de un ensayo de laboratorio”,** se tiene que para la elaboración de un concreto de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> al que se le adiciono un porcentaje de 3%, 5% y 7% de PET, posee distintos rangos en los que la penetración del agua actúa obteniendo un concreto permeable (40% - 100%), poco permeable (1% - 40%) e impermeable (0% - 1%), durante el ensayo a una edad de 7 días se tuvo que ninguno de los diseños logro los objetivos esperados ya que todos los testigos presentaron resultados que van en un rango de permeable y poco permeable con los siguientes resultados, el concreto patrón tuvo una filtración de 27.486 cm<sup>3</sup> que representa un 7.29% respectivamente por lo que esto lo hace un concreto poco permeable ya que está en el rango de (1% - 40%), el diseño con 3% de PET, obtuvo una filtración de 9.816 cm<sup>3</sup> que representa el 3.05% respectivamente por lo que esto lo hace un concreto poco permeable ya que está en el rango de (1% - 40%), el concreto con 5% de PET obtuvo 4.908 cm<sup>3</sup> que representa un 2.23% respectivamente por lo que esto lo hace un concreto poco permeable ya que está en el rango de (1% - 40%) y el diseño de 7% de PET obtuvo una filtración de 172.766 cm<sup>3</sup> que representa un 67.69%, de esta manera se pudo comprobar que el diseño del 5% es el que mejores resultados a obtenido aun estando en el rango de poco permeable, mientras que el diseño más desfavorable fue el del 7% que fue el concreto que más filtración tuvo por lo que está en el rango de permeable, mientras que en el ensayo a los 28 días de edad el concreto patrón tuvo una filtración de 2.945 cm<sup>3</sup> que representa un 0.89% respectivamente por lo que esto lo hace un concreto impermeable ya que está en el rango de (0% - 1%), el diseño con 3% de PET, obtuvo una filtración de 0 cm<sup>3</sup> que representa el 0% respectivamente por lo que esto lo hace un concreto impermeable ya que está en el rango de (0% - 1%), el concreto con 5% de PET obtuvo 0 cm<sup>3</sup> que representa un 0% respectivamente por lo que esto lo hace un concreto impermeable ya que está en el rango de (0% - 1%) y el diseño de 7% de PET obtuvo una filtración de 65.769 cm<sup>3</sup> que representa un 20.43%, de esta manera se pudo comprobar que el diseño patrón, diseño con 3% y 5% de PET son los que mejores resultados han

obtenido, estando en el rango de 0% - 1% demostrando que son un diseño impermeable, mientras que el diseño más desfavorable fue el del 7% que fue el concreto que más filtración tuvo por lo que está en el rango donde se encuentra es el de poco permeable 1% - 40%.

Según Barranca (2019) en su tesis “Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando el aditivo Chemaplast Impermeabilizante para uso en reservorios, Lima 2019”, indica que el ensayo de impermeabilidad realizado en el día 28, determino que la penetración del agua para el concreto patrón fue de 5.83 cm, para el diseño al que se aplicó 200 ml/bls de aditivo tuvo una penetración de 5.00 cm, mientras para los diseños a los que se aplicó 400 ml/bls y 600 ml/bls obtuvieron una penetración de 4.23 y 4.13 relativamente, de esta manera se determinó que dichos ensayos se encontraban en un rango de impermeabilidad de 12.45%, 14.29%, 27.43% y 29.14% determinando que estos diseños se encontraban en un rango de poco permeable.

Según Medina y Rodríguez (2016) en la tesis titulada “Estudio de hormigones impermeables, según el origen local de materiales y la adición de aditivo impermeabilizante”, indica que se desarrolló una comparación entre un concreto 210 kg/m<sup>2</sup> y un concreto 240 kg/cm<sup>2</sup> aplicando el 2% de aditivo impermeabilizante, se obtuvo 1.4 cm. y 1.8 cm de media y máxima penetración para un concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y 1.4 y 1.5 con aditivo para una media y máxima penetración para un concreto de  $f'c=240$  kg/cm<sup>2</sup>.

Si bien es cierto que en esta investigación no se usó impermeabilizantes se demostró que el PET es un gran material que aporta a que la penetración del agua sea menor siempre y cuando el material no exceda el 7%, en relación al material grueso

**Analizando los resultados obtenidos del segundo objetivo específico “Determinar la resistencia del concreto aplicando ensayos de compresión y flexión”,** se tiene que para la elaboración de un concreto de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> al que se le adiciono un porcentaje de 3%, 5% y 7% de PET, el diseño se realizó para los 7 días donde se espera un resultado del 70% de la resistencia, 14 días donde se espera una resistencia del 90% y 28 días donde se espera el 100%



de la resistencia a la compresión , durante el ensayo a una edad de 7 días del diseño patrón se tuvo que este diseño ha logrado una resistencia de 197 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando de esta manera el 95% de resistencia, mientras que a los 14 días se logró una resistencia de 248 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 121% de la resistencia esperada, en el día 28 se obtuvo una resistencia de 267 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando el 124% de resistencia, mientras que para el diseño al que se implementó 3% de PET ha logrado una resistencia de 145 kg/cm<sup>2</sup> en los 7 primeros días, alcanzando de esta manera el 69% de resistencia, mientras que a los 14 días se logró una resistencia de 159 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 76% de la resistencia esperada, en el día 28 se obtuvo una resistencia de 238 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando el 113% de resistencia, de esta manera se pudo comprobar que a pesar que no se cumplieron las metas en los días 7 y 14, logro una mayor resistencia en el día 28 haciendo que este concreto sea óptimo para la resistencia a la compresión.

El diseño al que se le implemento el 5% de PET ha logrado una resistencia de 165 kg/cm<sup>2</sup> en los 7 primeros días, alcanzando de esta manera el 79% de resistencia, mientras que a los 14 días se logró una resistencia de 200 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 95% de la resistencia esperada, en el día 28 se obtuvo una resistencia de 217 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando el 103% de resistencia, de esta manera se pudo comprobar que este concreto cumple con los parámetros de diseño haciendo que este concreto sea óptimo para la resistencia a la compresión, por otro lado el diseño con el 7% de PET ha logrado una resistencia de 159 kg/cm<sup>2</sup> en los 7 primeros días, alcanzando de esta manera el 76% de resistencia, mientras que a los 14 días se logró una resistencia de 184 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 88% de la resistencia esperada, en el día 28 se obtuvo una resistencia de 187 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando el 90% de resistencia, de esta manera se pudo comprobar que este concreto a pesar que cumplió la resistencia esperada a los 7 días, no logro cumplir con los las resistencias esperadas por lo tanto este diseño no posee una buena resistencia a la compresión.

Según Blancas, (2020) en su tesis titulada “Evaluación de mezclas de concreto modificadas con PET reciclado y adición mineral; su influencia en el módulo de ruptura y en la durabilidad de pavimentos rígidos”, indica que al comparar un concreto al que se añadió el 0.8% de fibras PET y 0.8% de PET molido se tuvo que, él concreto experimentó un mayor aumento en resistencia a partir de los 28

días, con un valor promedio a los 180 días de 43.41 MPa (132% del  $f_c$  diseño). Esto supera a las mezclas PR-0.8 y PM-0.8, que cumplieron con la resistencia de diseño desde los 28 días, pero con valores de esfuerzo a los 180 días de 40.21 MPa (122%  $f_c$  diseño) y 42.23 MPa (128%  $f_c$  diseño), respectivamente.

Así mismo se pudo comprobar que el ensayo de flexión a una edad de 28 días, el concreto patrón tuvo buenos resultados llegando a una resistencia de 46.97 kg/cm<sup>2</sup>, el diseño de concreto con 3% de PET obtuvo una resistencia mayor a comparación de concreto patrón, se obtuvo una resistencia a la flexión de 56.23 kg/cm<sup>2</sup> superando el 100% esperado, mientras que a partir del diseño con el 5 % la resistencia bajo llegando a 49.80 kg/cm<sup>2</sup> superando por poco al 100%, el diseño del 7% de PET obtuvo una resistencia de 46.97 kg/cm<sup>2</sup> estando a la par con el diseño patrón teniendo así que estos 2 diseños son los que tuvieron una baja resistencia en comparación a los demás.

Según Iattana, R. et al; (2022) en su investigación titulada “Residuos reciclados de tereftalato de polietileno no biodegradable como agregado fino en geopolímeros de cenizas volantes y morteros de cemento”; se demostró que al reemplazar el agregado fino el porcentaje de PET la resistencia disminuyó de 42,7 a 12,8 MPa al aumentar el contenido de PET de 0 a 40 % para los morteros de geopolímero y disminuyó de 49,5 a 22,5 MPa al aumentar el contenido de PET de 0 a 20 % para los morteros de cemento. Sin embargo, la relación entre la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión de los geopolímeros y los morteros de cemento que contenían residuos de PET tendió a mejorar. A pesar de que los porcentajes de PET son distintos se ha llegado al mismo resultado determinando que para los ensayos de compresión mientras más porcentaje de PET se aplique menor será la resistencia, mientras que para el ensayo de flexión esta si cumple en todos los diseños

De esta manera se puede afirmar que el diseño de concreto con PET cumple con la resistencia siempre y cuando no exceda el 5% de PET más resistencia a la compresión y flexión son a los que se le aplicó el 3 y 5% de PET con respecto a agregado grueso.

### **Analizando los resultados obtenidos del tercer objetivo específico “Comparar un concreto tradicional con PET (Tereftalato de polietileno)”**

Según los resultados obtenidos el PET aportó grandes beneficios físicos a los diseños de concreto como es una mayor impermeabilidad pero cabe destacar que no en todos los diseños de concreto se logró esto, debido a que el PET en mayores cantidades tiende a dejar seca mezcla ya que su volumen es menor al de los otros agregados por ende al haber más PET difícilmente se logre adherir al diseño en su totalidad como es el caso del diseño al que se agregó un 7% de PET ya que desde realizada la prueba slump se obtuvo una medida de 3.2” estando dentro de los parámetros establecidos pero al observar la mezcla se tornó más rígida en comparación a los demás diseños razón por la que no tubo asentamiento alguno, así mismo esto también influyo en el ensayo de impermeabilidad por lo que al tener un mayor porcentaje de PET quedaron mayor cantidad de vacíos dentro de los testigos por ende el concreto dentro del ensayo del día 7 se tuvo un concreto permeable con un porcentaje de filtración de 67.69% considerándose un concreto permeable, pero gradualmente a los días 14 y 28 se redujo en gran parte la penetración del agua entrando a un rango de ser un diseño poco permeable llegando a un porcentaje del 20.43%. en cuanto al concreto patrón al final de los 28 días si logro demostrar ser un concreto impermeable con un porcentaje de 0.89%, mientras que los diseños de 3 y 5% desde el ensayo del día 14 comenzaban a tener grandes resultados en cuanto a evitar la penetración del agua llegando al día 28 con un volumen filtrado del 0%.

En cuanto a compresión y flexión, el diseño que pudo destacar es el patrón logrando una resistencia de 267 kg/cm<sup>2</sup> obteniendo un 127%, mientras que el diseño con el 3 y 5% obtuvieron una resistencia de 238 kg/cm<sup>2</sup> y 217 kg/cm<sup>2</sup> logrando un 113% y un 103% respectivamente, aunque el concreto patrón obtuvo una mayor resistencia comparada a las demás, el diseño del 3% también esta apto para soportar la fuerza a la compresión dando de esta manera que el concreto cumple tanto en el diseño de impermeabilidad, compresión y flexión por lo que este tipo de diseño seria apto para la elaboración de canales vía en la región Piura.

Así mismo en la investigación de Limani (2019), se determinó que al aplicar residuos de HDPE y PET como material de construcción indicaron que los diseños

de concreto tienen una baja porosidad cuando se utiliza el tamaño de aditivo de grano polimérico más pequeño ( $\delta \leq 1$  mm); como resultado se tiene una mejora del rendimiento de la muestra de ladrillo. De hecho, las medidas de densidad aparente muestran que las probetas preparadas pueden clasificarse como ladrillos ligeros, ya que su densidad no supera los 1,75 g/cm<sup>3</sup> marca, de esta manera determinando que el concreto al que se le agrega PET adquiere grandes propiedades en resistencia a la compresión, flexión y a la penetración del agua determinando que se vuelve un concreto impermeable.

## VI. CONCLUSIONES

1) Tras analizar detenidamente los resultados de las pruebas de filtración en las mezclas de concreto con diferentes porcentajes de tereftalato de polietileno (PET), se puede concluir que la inclusión de PET impacta de manera significativa en la impermeabilidad del concreto. A los 7 días, el concreto con un 5% de PET muestra un rendimiento excepcional con una filtración de 4.908 cm<sup>3</sup>, representando solo el 2.23% de su volumen de agua, lo que confirma su clasificación como el diseño más impermeable. El diseño con un 3% de PET también presenta resultados favorables, con una filtración de 9.816 cm<sup>3</sup>, equivalente al 3.05% de su volumen de agua. Sin embargo, el diseño con un 7% de PET muestra una filtración considerablemente mayor de 172.766 cm<sup>3</sup>, representando el 67.69%, evidenciando su categorización como un concreto permeable. A los 14 días, el diseño con un 5% de PET sigue destacándose con una filtración de 0.982 cm<sup>3</sup>, representando solo el 0.40% de su volumen de agua. Por otro lado, el diseño con un 3% de PET también demuestra un buen rendimiento con una filtración de 2.945 cm<sup>3</sup>, equivalente al 1,07%. En contraste, el diseño con un 7% de PET registra una filtración significativa de 82.457 cm<sup>3</sup>, representando el 29.17%. A los 28 días, la tendencia persiste, con el diseño con un 5% de PET mostrando un rendimiento sobresaliente con una filtración de 0 cm<sup>3</sup>, es decir, el 0%. El diseño con un 3% de PET también se mantiene sólido con una filtración de 0 cm<sup>3</sup>. En comparación, el diseño con un 7% de PET registra una filtración de 65.769 cm<sup>3</sup>, representando el 20,43%, por lo tanto, el concreto con un 5% de PET continúa demostrando ser el más impermeable en todas las etapas de prueba, seguido por el diseño con un 3% de PET, que también muestra un rendimiento positivo. Por otro lado, el diseño con un 7% de PET persiste como el menos favorable, evidenciando una mayor permeabilidad. Estos resultados sugieren que las proporciones óptimas de PET para mejorar la impermeabilidad del concreto podrían situarse entre el 3% y el 5%.

2) El análisis de la curva de resistencia de los diferentes diseños de concreto a lo largo de las tres fechas de evaluación (7, 14 y 28 días) proporciona información valiosa sobre su desempeño. A los 7 y 14 días, tanto el patrón

concreto como el diseño con un 3% de PET muestran resultados prometedores, superando el 100% de la resistencia esperada, con valores de 260 kg/cm<sup>2</sup> y 238 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Sin embargo, a partir del diseño con un 5% de PET, se observa una disminución en la resistencia a la compresión, alcanzando los 217 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, aunque aun superando ligeramente el 100%. El diseño menos favorable es el de 7% de PET, que no logra cumplir con la resistencia requerida, alcanzando solo 187 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Estos resultados sugieren que la adición de PET hasta el 3% mejora la resistencia del concreto, pero concentraciones mayores, como el 5% y 7%, pueden afectar negativamente la resistencia a la compresión. La fecha de 28 días es crucial para evaluar si se alcanza la resistencia óptima, y en este caso, el diseño con 3% de PET destaca como una opción viable para cumplir con los estándares de resistencia. En lo concerniente a los ensayos de flexión, a los 28 días, el patrón concreto muestra una resistencia de 46,97 kg/cm<sup>2</sup>, indicando un desempeño aceptable. Sin embargo, el diseño con un 3% de PET sobresale, alcanzando una resistencia a la flexión de 56.23 kg/cm<sup>2</sup>, superando el 100% esperado y demostrando mejoras sustanciales. A partir del diseño con un 5% de PET, se observa una disminución en la resistencia, alcanzando los 49,80 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, ligeramente por encima del estándar del 100%. El diseño con un 7% de PET exhibe una resistencia de 46.97 kg/cm<sup>2</sup>, equiparándose al patrón concreto y presentando una baja resistencia en comparación con otras mezclas. En consecuencia, se puede concluir que el diseño con un 3% de PET es la opción más destacada, mostrando mejoras en la resistencia a la flexión. Los diseños con un 5% y 7% de PET presentan ligeras disminuciones en la resistencia, siendo necesario evaluar su idoneidad en función de los requisitos específicos del proyecto. Estos hallazgos resaltan la importancia de la dosificación precisa de PET para lograr un concreto con propiedades mecánicas óptimas.

3) A través del análisis llevado a cabo para comparar cada uno de los diseños de concreto con incorporación de PET, se calcularon que las mezclas que lograron una impermeabilidad superior fueron aquellas que contenían un 3% y un 5% de PET, alcanzando una filtración de 0. cm<sup>3</sup> en contraste con el diseño patrón y el

diseño con un 7%. En lo que respeta a los ensayos de compresión y flexión, se observará que el concreto que sobresalió notablemente fue el que incorporaba un 3% de PET triturado. Estos hallazgos sugieren que este diseño podría aplicarse con éxito en proyectos hidráulicos, como canales viales, ya que exhibió consistentemente los resultados más elevados a lo largo de los tres ensayos realizados.

## VII. RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda realizar un análisis de los testigos a una edad superior a los 28 días, con el fin de obtener una evaluación más exhaustiva del diseño del 7%. Hasta el día 28, los resultados describen al diseño como poco permeable. Por lo tanto, se sugiere llevar a cabo ensayos a los 7, 14, 28, 45, 90 y 180 días para un estudio más detallado de su comportamiento. Esto permitirá determinar si es necesario un período adicional para evaluar su impermeabilidad de manera adecuada.
- 2) Se recomienda aprovechar la capacidad del diseño con 3% de PET para lograr resistencias superiores al estándar esperado, lo que sugiere una mejora en las propiedades mecánicas del concreto. Mientras que los diseños con mayores concentraciones de PET, especialmente el 7%, muestran disminuciones en la resistencia a la compresión, el diseño con 3% se presenta como una opción equilibrada que cumple con los requisitos de resistencia y puede ser una alternativa viable en aplicaciones constructivas.
- 3) Se recomienda que al comparar no solo se analice la resistencia del concreto, si no también que se analice el costo de cada uno de ellos y de esta manera determinar un balance tanto en la garantía del diseño, como en la economía.



## REFERENCIAS

- Agudelo, G., Aigner, M., & Ruiz Restrepo, J. (2010). EXPERIMENTAL Y NO-EXPERIMENTAL. *La Sociología En Sus Escenarios*, (18). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ceo/article/view/6545>
- Alaloul, W. et al; (2020). Propiedades mecánicas y térmicas de ladrillos entrelazados que utilizan tereftalato de polietileno de desecho. *Int J Concr Struct Mater* 14 , 24 (2020). <https://doi.org/10.1186/s40069-020-00399-9>
- Asalde, J. (2020). Diseño del canal de riego con máxima eficiencia hidráulica mediante el software HEC-RAS, del tramo km 0+000 al km 3+085, en el distrito de Salas, región Lambayeque [Universidad de San Martín de Porres]. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/6942>
- Ayala, J. et al (2022). Metodologías empleadas para la producción de concreto permeable usando parcialmente materiales reciclados como agregados: una revisión literaria. *TecnoLógicas*, 25(53). <https://doi.org/10.22430/22565337.2088>
- Barranca, J. (2019). Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando el aditivo chemaplast impermeabilizante para uso en reservorios, Lima 2019. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV\\_15d62dee61efacb4afb32e80ff9680a/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_15d62dee61efacb4afb32e80ff9680a/Details)
- Becerra, G. (2019). Reciclado de residuos plásticos PET en dosificación de mezclas de concreto para mitigar su impacto ambiental en la Ciudad de Tacna. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNJB\\_5cf54a0ac2e389999694aca2c5dd257a](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNJB_5cf54a0ac2e389999694aca2c5dd257a)

- Bencomo, N. A. C. (2021). Stress-strain analysis of concrete reinforced with metal and polymer fibers. ISSN 1405-7743, ISSN-e 2594-0732, Vol. 22, N°. 1, 2021; Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8263426>
- Blancas, V. et al; (2020). Evaluación de la Resistencia Mecánica de un Concreto Modificado con Fibras PET de Botellas Post-Consumo. *Materiales clave de ingeniería*, 862, 66–71. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.862.66>
- Bolaños J. (2019). Reciclado de Plástico PET (tesis para licenciatura). [http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16146/1/BOLA%C3%91OS\\_ZEA\\_JUA\\_PET.pdf](http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16146/1/BOLA%C3%91OS_ZEA_JUA_PET.pdf)
- Breda, A. et al (2021). The Role of the Teaching and Observation Phases in the Lesson Study Methodology. *Bolema*, 35(69), 263-288. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n69a13>
- Brendel, A. (2021). Tendencias y anomalías termo-pluviométricas actuales y futuras de una cuenca hidrográfica de la región pampeana Argentina: un análisis orientado a reducir los impactos socio-ambientales. *Geográfica digital*, 17(34), 31. <https://doi.org/10.30972/geo.17344420>
- Broncano, R. (2019, 4 octubre). Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Keta – Chulian entre las progresivas 1+000 al 2+000 km, Centro poblado de Vicos, distrito de Marcara, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash - 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.13032/14131>
- Caguana, K., & Tumbaco, M. (2020). Metodología de construcción para el revestimiento del canal 33 y ducto cajón en la av. Casuarina y su intersección con la vía Daule (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil-Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas Carrera de Ingeniería Civil). <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49392>

- Cañola, H. et al (2021). Aprovechamiento de residuos en la construcción de galpones como alternativa de sostenibilidad En el corregimiento El Prodigio, en San Luis, Antioquia-Colombia. *Tecno Lógicas*, 24(51), e1830. <https://doi.org/10.22430/22565337.1830>
- Carlson, E. et al (2019). Irrigation canals are newly created streams of semi-arid agricultural regions. *Science of The Total Environment*, 646, 770-781. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.246>
- Chávez, H (2022). Calidad de las revistas científicas peruanas y su impacto en la investigación. vol.7, n.1, pp.51-66. Epub 03-Abr-2022. ISSN 2550-6587. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5814056>.
- El-Ghandour, H., et al (2020). Design of irrigation canals with minimum overall cost using particle swarm optimization – Case study: El-Sheikh Gaber Canal, North Sinai Peninsula, Egypt. *Journal of Hydroinformatics*, 22(5), 1258-1269. <https://doi.org/10.2166/hydro.2020.199>
- Ferdous, W., et al (2021). Recycling of landfill wastes (tyres, plastics and glass) in construction – A review on global waste generation, performance, application and future opportunities. *Resources, Conservation and Recycling*, 173, 105745. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105745>
- Infante, J & Valderrama, C. (2019). Technical, Economic and Environmental Analysis of the manufacture of concrete blocks with Recycled Terephthalate Polyethylene (PET). *Información tecnológica* , 30 (5), 25-36. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500025>

- Lattana, R. et al; (2022). Recycled Non-Biodegradable polyethylene terephthalate waste as fine aggregate in fly ash geopolymer and cement mortars, *Construction and Building Materials*. *Revista de Ingeniería de la Construcción*, (), 127084–. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127084>
- Limami, H. et al; (2019). Estudio de la idoneidad de los ladrillos de arcilla cruda con aditivos de residuos de HDPE y PET poliméricos como material de construcción. *Revista de Ingeniería de la Construcción*, (), 100956–. <https://doi.org/10.1016/j.jobc.2019.100956>
- Muñoz, S. et al (2021). Evaluación de procedimientos que se toman para la población y muestra en trabajos de investigación. *Desafíos*, 12(1). <https://doi.org/10.37711/desafios.2021.12.1.253>
- Narváez, C., et al (2019). Tailoring Organic–Organic poly(vinylpyrrolidone) microparticles and fibers with multiwalled carbon nanotubes for reinforced composites. *ACS applied nano materials*, 2(7), 4302-4312. <https://doi.org/10.1021/acsanm.9b00758>
- Nikolenko, S. et al (2021). Flexural strength of fiber reinforced concrete structures. *Journal of physics*, 1889(2), 022075. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1889/2/022075>
- Peña, M. (2022). Alternativas de solución al drenaje pluvial en el canal vía Las Lomas en la provincia y departamento de Piura (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú. <https://hdl.handle.net/11042/5670>

- Peter, A; et al; (2021). Clasificación Inteligente de Diferentes Tipos de Plásticos usando Deep Transfer Learning . En Actas de la 2ª Conferencia Internacional de Robótica, Visión por Computador y Sistemas Inteligentes - ROBOVIS ; ISBN 978-989-758-537-1, SciTePress, páginas 190-195. DOI: 10.5220/0010716500003061
- Ramírez, S. et al; (2019). Propuesta de diseño y construcción de canal con botellas de plástico. Universidad San Ignacio de Loyola. <https://hdl.handle.net/20.500.14005/9402>
- Ramírez, S. et al; (2019). Propuesta de diseño y construcción de canal con botellas de plástico. Universidad San Ignacio de Loyola. <https://hdl.handle.net/20.500.14005/9402>
- Reyna, C., & Silva, J. (2016). Reutilización de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo. (Maestría), Universidad Nacional de Trujillo-Perú. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3158>
- Rivera, L., et al. (2022). Influencia de la granulometría, forma de pila y parámetros hidrológicos en la socavación. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 32(2), 27-42. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-81702022000200027](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702022000200027)
- Rodríguez, T. et al; (2021). Aplicación de desechos plásticos en materiales de construcción: una revisión utilizando el concepto de evaluación del ciclo de vida en el contexto de investigaciones recientes para perspectivas futuras. Materiales, (), -. <https://doi.org/10.3390/ma14133549>

- Santamaria, J. (2021) Influencia de la calidad de los agregados y tipo de cemento en la resistencia a la compresión del hormigón dosificado al volumen. *Novasinerгия*. 2021, vol.4, n.1, pp.91-101. Epub 01-Jun-2021. ISSN 2631-2654. <https://doi.org/10.37135/ns.01.07.05>.
- Santiago, M. (2016). Estudio de hormigones impermeables, según el origen local de materiales y la adición de aditivo impermeabilizante. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23635>
- Theol, S. et al (2019). The role of gate operation in reducing problems with cohesive and Non-Cohesive sediments in irrigation canals. *Water*, 11(12), 2572. <https://doi.org/10.3390/w11122572>
- Torres, B., et al (2019). El bambú como alternativa de construcción sostenible. Extensionismo, innovación y transferencia tecnológica. <https://doi.org/10.30972/eitt.503787>
- Turpo, S. (2019). Reciclado de plástico (PET) para la elaboración de adoquín mediante el proceso de extrusión. Tesis (Ingeniero Ambiental). Juliaca: Universidad Peruana Unión, 2019, p. 88. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/2116>
- Urdánigo, J. et al (2022). Técnicas e instrumentos para la recolección de datos que apoyan a la investigación científica en tiempo de pandemia. *Dominio de las Ciencias*, 8(1), 1165-1185. <https://doi.org/10.23857/dc.v8i1.2546>
- Valdivia, F. et al (2022). Determinación de las funciones características de flexión de concreto compuesto utilizando los software GeoGebra y SolidWorks en el contexto de las ciencias básicas e ingeniería. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. <https://doi.org/10.26507/paper.2293>

Weena, L. Et al (2022). Investigation on the properties of concrete with recycled polyethylene terephthalate (PET) granules as fine aggregate replacement, *Case Studies in Construction Materials*, Volume 16, 2022, e00934, ISSN 2214-5095, <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e00934>.

Wesam, A. (2019). Industrial Revolution 4.0 in the construction industry: Challenges and opportunities for stakeholders. *Ain Shams Engineering Journal*, (), S2090447919301157–. doi:10.1016/j.asej.2019.08.010

Zakir, M. et al (2023). Evaluation of hydraulic efficiency of lined irrigation channels – a case study from Punjab, Pakistan. *Hydrology Research*, 54(4), 523-546. <https://doi.org/10.2166/nh.2023.105>

# **ANEXOS**




**ANEXO 1: Tabla de operacionalización de variables o Tabla de categorización.**

Variable de estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Índicadores	Escala de medición
PET (TEREFTALATO DE POLIETILENO)	El PET es un material caracterizado por su gran ligereza y resistencia mecánica a la compresión, alto grado de transparencia y brillo, conserva el sabor y aroma de los alimentos, es una barrera contra los gases, reciclable 100% y con posibilidad de producir envases reutilizables, lo cual ha llevado a desplazar a otros materiales como, por ejemplo: el PVC, el cual presenta una demanda creciente en todo el mundo. (Alesmar et al. 2023).	Para cumplir con mis objetivos de estudio establecidos se hizo un análisis de las muestras elaboradas, realizando ensayos de laboratorio para comprobar, la impermeabilidad, flexión y compresión.	ENSAYOS DE LABORATORIO	IMPERMEABILIDAD	INTERVALO
				TRACCION POR FLEXION	
				COMPRESION	
CONSTRUCCION SOSTENIBLE	El uso del concepto de construcción sostenible, surge principalmente de los distintos estudios realizados por prestigiosas universidades de Europa y organismos internacionales, que han demostrado que el sector de la construcción aporta entre un 32 y 37% al cambio climático. La industria de la construcción consume alrededor del 36% del total de la energía y, en particular, consume el 65% de la energía eléctrica, sin dejar a un lado la afectación que ocasiona al medio ambiente, la generación de gas de efecto invernadero, el agotamiento de recursos, la producción de desechos y el consumo desmedido de agua potable. (Muñoz y Narváez, 2019).	Para analizar esta variable se realizaron fichas de observación para verificar y registrar los datos obtenidos de los distintos ensayos de laboratorio.	ENSAYOS PRELIMINARES	GRANULOMETRIA	INTERVALO
				CURVA DE AGREGADOS	
				CURVA FULLER	

## ANEXO 2: Instrumento de recolección de datos:

### ENSAYO DE GRANULOMETRIA:



# Universidad César Vallejo

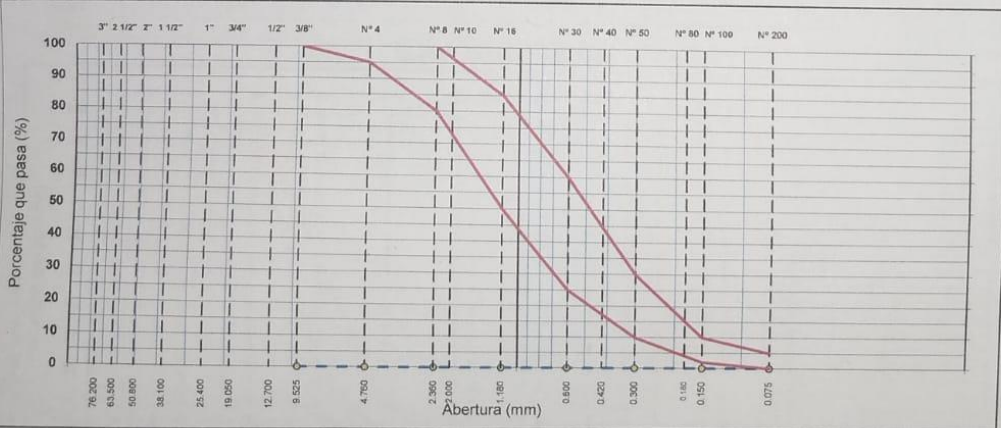
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88


TESIS :			
MATERIAL :		FECHA :	
MUESTRA :		HECHO POR :	
CANTERA :		muestra :	
SOLICITA :			

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
7"	177.800						PESO TOTAL = gr
6"	152.400						PESO LAVADO = gr
5"	127.000						PESO FINO = gr
4"	101.600						% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						Ensayo Malla #200 P.S. Seco. P.S. Lavado
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						% Grava =
1"	25.400						% Arena =
3/4"	19.050						% Fino =
1/2"	12.700						MÓDULO DE FINURA =
3/8"	9.525						EQUIV. DE ARENA =
# 4	4.760						GRAVEDAD ESPECÍFICA:
# 8	2.360						P.E. Bulk (Base Seca) = gr/cm <sup>3</sup>
# 10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada) = gr/cm <sup>3</sup>
# 16	1.180						P.E. Aparente (Base Seca) = gr/cm <sup>3</sup>
# 30	0.600						Absorción =
# 40	0.420						
# 50	0.300						
# 80	0.180						
# 100	0.150						
# 200	0.075						
< # 200	FONDO						
FINO							
TOTAL							


CURVA GRANULOMÉTRICA



The graph plots 'Porcentaje que pasa (%)' on the y-axis (0 to 100) against 'Abertura (mm)' on the x-axis. The x-axis is logarithmic, with major ticks at 75.000, 63.500, 50.800, 38.100, 25.400, 19.050, 12.700, 9.525, 4.760, 2.360, 2.000, 1.180, 0.600, 0.420, 0.300, 0.180, 0.150, and 0.075. The curve shows a typical distribution for a fine aggregate, with approximately 80% passing through a 4.760 mm sieve and 100% passing through a 0.075 mm sieve.



**JENNIFER SAAVEDRA CRUZ**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 302717



**Deyner Bayron Farias Vargas**  
INGENIERO CIVIL  
Registro CIP. N° 302661



# Universidad César Vallejo

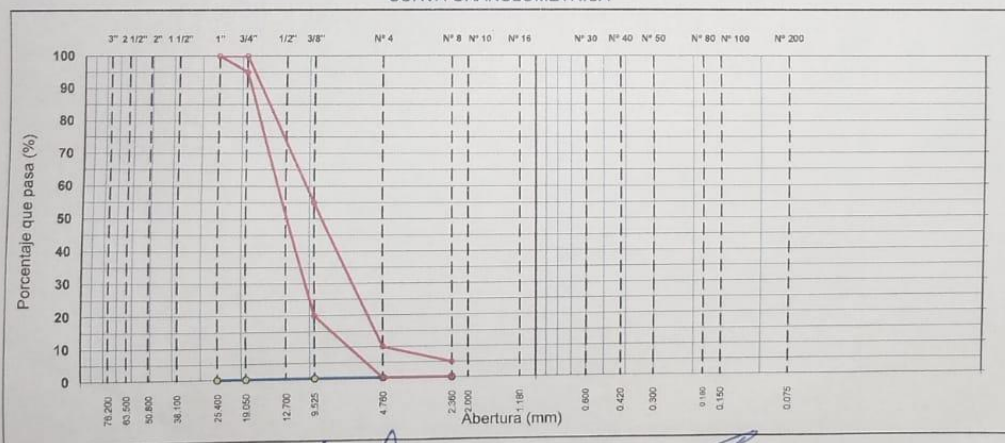
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

OBRA :	TÉCNICO :
MATERIAL :	ING° RESP. :
CANTERA :	FECHA :
MUESTRA :	HECHO POR :
UBICACIÓN :	DEL KM :
SOLICITA :	AL KM :
:	CARRIL :

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	HUSO AG-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
7"	177.800						PESO TOTAL = gr
6"	152.400						PESO LAVADO = gr
5"	127.000						PESO FINO = gr
4"	101.600						% HUMEDAD P.S.H. P.S.S % Humedad
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						Ensayo Malla #200 P.S Seco. P.S Lavado 200%
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						% Grava = %
1"	25.400						% Arena = %
3/4"	19.050						% Fino = %
1/2"	12.700						MÓDULO DE FINURA = %
3/8"	9.525						EQUIV. DE ARENA = %
# 4	4.760						GRAVEDAD ESPECIFICA:
# 8	2.360						P. E. Bulk (Base Seca) = gr/cm <sup>3</sup>
# 10	2.000						P. E. Bulk (Base Saturada) = gr/cm <sup>3</sup>
# 16	1.180						P. E. Aparente (Base Seca) = gr/cm <sup>3</sup>
# 30	0.600						Absorción = %
# 40	0.420						
# 50	0.300						OBSERVACIONES:
# 80	0.180						
# 100	0.150						
# 200	0.075						
< # 200	FONDO						
FINO		0.0					
TOTAL		0.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA



*[Signature]*  
**ENRIQUE SAAVEDRA CRUZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 302717

*[Signature]*  
**Deyner Bayron Farias Vargas**  
 INGENIERO CIVIL  
 Registro CIP. N° 302661



## GRANULOMETRIAS TOTALES PARA CONCRETO

Realizado por: \_\_\_\_\_

Revisado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Tamaño Máximo del Árido: \_\_\_\_\_

Relación entre Áridos

Arenas =

GRAVA =

Relación entre Arenas

AA =

Relación entre Gravas

Grava Ø 9.5 mm =

Grava Ø 25 mm =

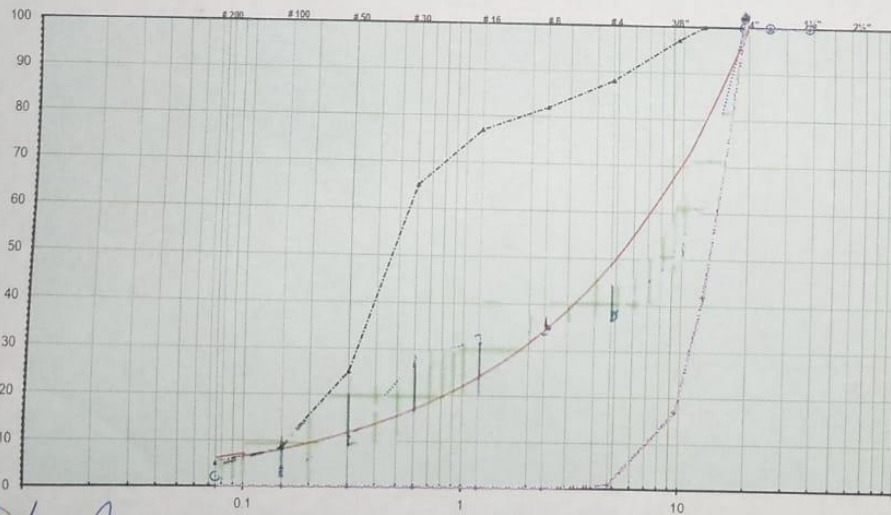
### Ensayos de Granulometrías Parciales de los Materiales

MATERIAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES														MF	
	3"	2½"	2"	1½"	1"	¾"	½"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100		# 200
Arena																
Grava Ø																

### Mezcla en porcentajes en base a la granulometría de los materiales

MATERIAL	%	3"	2½"	2"	1½"	1"	¾"	½"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	MFH
ARENA																	
Grava Ø																	
TOTALES																	

### CURVA GRANULOMETRICA HORMIGON BOMBEABLE



*Jennifer Saavedra Cruz*  
**JENNIFER SAAVEDRA CRUZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 302717

- - - - - Granulometría de la Mezcla  
 - - - - - Tamices ASTM  
 - - - - - Mezcla Óptima entre Arenas  
 - - - - - Mezcla Óptima entre Gravas  
 - - - - - Curva Ideal ACI

*Deyner Bayron Farias Vargas*  
**Deyner Bayron Farias Vargas**  
 INGENIERO CIVIL  
 Registro CIP. N° 302661


IMPERMERMEABILIDAD:

DÍA7:

ÁREA DE LA BASE LA LA PROBETA		VOLUMEN DEL LIQUIDO TESTIGO 1		VOLUMEN DEL LIQUIDO TESTIGO 2	
A=	Cm2	V=	Cm3	V=	Cm3

DIMENCIONES DE LA PROBETA	
ALTURA	
DIAMETRO	

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 2		TESTIGO 1		TESTIGO 2	
	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
30 min								
1 hora								
2 hora								
3 hora								
4 hora								
5 hora								
6 hora								
7 hora								
8 hora								
9 hora								
10 hora								
11 hora								
12 hora								

  
 JENNIFER SAAVEDRA CRUZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 302717


  
 Deyner Bayron Farias Vargas  
 INGENIERO CIVIL  
 Registro CIP. N° 302661

DÍA 14:

ÁREA DE LA BASE LA LA PROBETA	VOLUMEN DEL LIQUIDO TESTIGO 1	VOLUMEN DEL LIQUIDO TESTIGO 2
A= Cm2	V= Cm3	V= Cm3

DIMENCIONES DE LA PROBETA	
ALTURA	
DIAMETRO	

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 2		TESTIGO 1		TESTIGO 2	
	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
30 min								
1 hora								
2 hora								
3 hora								
4 hora								
5 hora								
6 hora								
7 hora								
8 hora								
9 hora								
10 hora								
11 hora								
12 hora								

  
**JENNIFER SAAVEDRA CRUZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 302717

  
**Deyner Bayron Farias Vargas**  
 INGENIERO CIVIL  
 Registro CIP. N° 302661

DÍA 28:

ÁREA DE LA BASE LA LA PROBETA	VOLUMEN DEL LIQUIDO TESTIGO 1	VOLUMEN DEL LIQUIDO TESTIGO 2
A= Cm2	V= Cm3	V= Cm3

DIMENCIONES DE LA PROBETA	
ALTURA	
DIAMETRO	

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 2		TESTIGO 1		TESTIGO 2	
	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
30 min								
1 hora								
2 hora								
3 hora								
4 hora								
5 hora								
6 hora								
7 hora								
8 hora								
9 hora								
10 hora								
11 hora								
12 hora								

	RANGO
PERMEABLE	40% - 100% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
POCO PERMEABLE	1% - 40% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL
IMPERMEABLE	0% - 1% DEL VOLUMEN DE AGUA TOTAL

*Jennifer Saavedra Cruz*  
 JENNIFER SAAVEDRA CRUZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 302717


*Deyner Bayron Farias Vargas*  
 Deyner Bayron Farias Vargas  
 INGENIERO CIVIL  
 Registro CIP. N° 302661

Compresión:

REGISTRO N°	DISEÑO DE CONCRETO	FECHA		LECTURA DIAL (Kg)	DIÁMETRO DEL TESTIGO (cm)	ÁREA TESTIGO	RESISTENCIA DEL TESTIGO	SLUMP (pulg)	RESISTENCIA DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESISTENCIA OBTENIDO	TIPO DE ROTURA	PROMEDIO DE TESTIGOS %	RESISTENCIA ESPERADA %
		MOLDEO	ROTURA										

REGISTRO N°	DISEÑO DE CONCRETO	FECHA		LECTURA DIAL (Kg)	DIÁMETRO DEL TESTIGO (cm)	ÁREA TESTIGO	RESISTENCIA DEL TESTIGO	SLUMP (pulg)	RESISTENCIA DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESISTENCIA OBTENIDO	TIPO DE ROTURA	PROMEDIO DE TESTIGOS %	RESISTENCIA ESPERADA %
		MOLDEO	ROTURA										

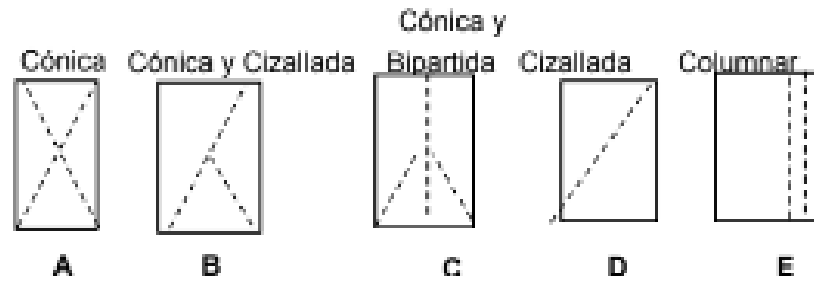
REGISTRO N°	DISEÑO DE CONCRETO	FECHA		LECTURA DIAL (Kg)	DIÁMETRO DEL TESTIGO (cm)	ÁREA TESTIGO	RESISTENCIA DEL TESTIGO	SLUMP (pulg)	RESISTENCIA DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESISTENCIA OBTENIDO	TIPO DE ROTURA	PROMEDIO DE TESTIGOS %	RESISTENCIA ESPERADA %
		MOLDEO	ROTURA										


  
 JENNIFER SAAVEDRA CRUZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 302717

  
 Deyner Bayron Farias Vargas  
 INGENIERO CIVIL  
 Registro CIP. N° 302661



TIPO DE ROTURA:



  
JENNIFER SAAVEDRA CRUZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 302717


  
Deyner Bayron Farias Vargas  
INGENIERO CIVIL  
Registro CIP. N° 302661

### Flexión:

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Ancho	Peralte	Luz libre	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
							b (cm)	d (cm)	l (cm)			Mr (Kg/cm2)	%	

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Ancho	Peralte	Luz libre	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
							b (cm)	d (cm)	l (cm)			Mr (Kg/cm2)	%	

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Ancho	Peralte	Luz libre	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
							b (cm)	d (cm)	l (cm)			Mr (Kg/cm2)	%	

  
**JENNIFER SAAVEDRA CRUZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 302717

  
**Deyner Bayron Farias Vargas**  
 INGENIERO CIVIL  
 Registro CIP. N° 302661

**ANEXO 3: Matriz Evaluación por juicio de expertos, formato UCV.**



Universidad César Vallejo

<b>TITULO DE LA TESIS</b>	
"INVESTIGACION DEL PET COMO MATERIAL DE CONTRUCCION SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGION PIURA"	
AUTOR:	
MORALES ZAPATA DENIS ALEJANDRO	

INDICADORES	CRITERIO	DEFICIENTE (1)	REGULAR (2)	BUENA (3)	MUY BUENA (4)	EXCELENTE (5)
1. INTERNACIONAIDAD	EL INSTRUMENTO RESPONDE A LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.					X
2. ORGANIZACIONAL	EL ORDEN DE LOS DATOS ES EL ADECUADO Y EL MEJOR PARA EVALUAR LOS ENSAYOS.					X
3. CLARIDAD	EL DOCUMENTO ESTA REDACTADO CON UN VOCABULARIO ADECUADO.					X
4. SUFICIENTE	CONSIDERAS QUE LOS ITHEMS SON SUFICIENTES PARA EVALUAR LA VARIABLE.				X	
5. COHERENCIA	ENTRE EL OBJETIVO Y LA HIPOTESIS EXISTE COHERENCIA.					X
6. APLICABILIDAD	LOS PROCEDIMIENTOS DE APLICACIÓN SON SENCILLOS.				X	

DATOS GENERALES

NOMBRES Y APELLIDOS	Jennifer de los Hilagras Saavedra Cruz
DNI	72909465
PROFESIÓN	Ingeniera Civil
SELLO Y FIRMA	 JENNIFER SAAVEDRA CRUZ INGENIERO CIVIL CIP N° 302717



<b>TITULO DE LA TESIS</b>	
"INVESTIGACION DEL PET COMO MATERIAL DE CONTRUCCION SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGION PIURA"	
AUTOR: MORALES ZAPATA DENIS ALEJANDRO	

INDICADORES	CRITERIO	DEFICIENTE (1)	REGULAR (2)	BUENA (3)	MUY BUENA (4)	EXCELENTE (5)
1. INTERNACIONAIDAD	EL INSTRUMENTO RESPONDE A LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.					X
2. ORGANIZACIONAL	EL ORDEN DE LOS DATOS ES EL ADECUADO Y EL MEJOR PARA EVALUAR LOS ENSAYOS.				X	
3. CLARIDAD	EL DOCUMENTO ESTA REDACTADO CON UN VOCABULARIO ADECUADO.				X	
4. SUFICIENTE	CONSIDERAS QUE LOS ITHEMS SON SUFICIENTES PARA EVALUAR LA VARIABLE.					X
5. COHERENCIA	ENTRE EL OBJETIVO Y LA HIPOTESIS EXISTE COHERENCIA.					X
6. APLICABILIDAD	LOS PROCEDIMIENTOS DE APLICACIÓN SON SENCILLOS.					X

DATOS GENERALES

NOMBRES Y APELLIDOS	Deyner Bayron Farias Vargas
DNI	73570132
PROFESIÓN	Ingeniero Civil
SELLO Y FIRMA	

Deyner Bayron Farias Vargas  
INGENIERO CIVIL  
Registro CIP. N° 302661

## ANEXO 5: Data brindada por el laboratorio



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS : Investigación del PET como material de construcción sostenible en canales vía en la región de Piura.

MATERIAL : Arena zarandeada M-1

FECHA : Set-23

HECHO POR : M.J.Z.

CANTERA : Puente los Serranos

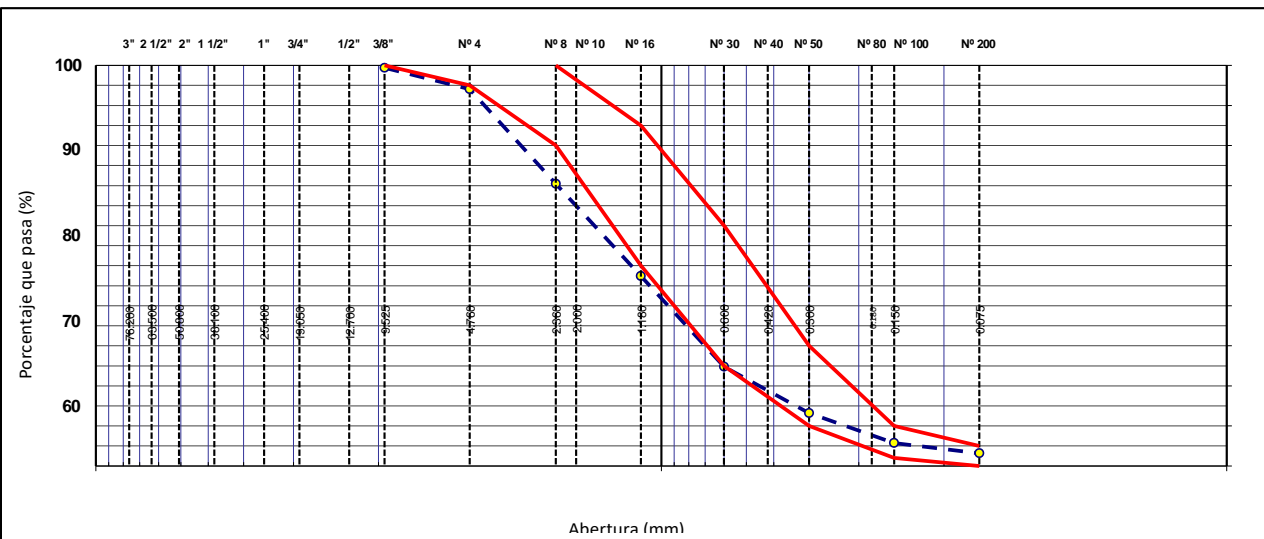
mostrador : -

SOLICITA : Bch. Denis Morales

muestra : 1

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
7"	177.800						PESO TOTAL = 484.4 gr			
6"	152.400						PESO LAVADO = 469.0 gr			
5"	127.000						PESO FINO = 455.8 gr			
4"	101.600						% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
3"	76.200							500.0	492.0	1.6%
2 1/2"	63.500						Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	200%
2"	50.800							484.4	469.0	3.18
1 1/2"	38.100						% Grava	=	5.9	%
1"	25.400						% Arena	=	90.9	%
3/4"	19.050						% Fino	=	3.2	%
1/2"	12.700						MÓDULO DE FINURA	=	3.45	%
3/8"	9.525	2.9	0.6	0.6	99.4	100	EQUIV. DE ARENA	=	82.0	%
# 4	4.760	25.7	5.3	5.9	94.1	95 - 100	GRAVEDAD ESPECÍFICA:			
# 8	2.360	114.6	23.7	29.6	70.4	80 - 100	P.E. Bulk (Base Seca)	=		gr/cm <sup>3</sup>
# 10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada)	=		gr/cm <sup>3</sup>
# 16	1.180	111.5	23.0	52.6	47.4	50 - 85	P.E. Aparente (Base Seca)	=		gr/cm <sup>3</sup>
# 30	0.600	109.7	22.6	75.2	24.8	25 - 60	Absorción	=		%
# 40	0.420						OBSERVACIONES:			
# 50	0.300	56.1	11.6	86.8	13.2	10 - 30				
# 80	0.180									
# 100	0.150	36.1	7.5	94.3	5.7	2 - 10				
# 200	0.075	12.4	2.6	96.8	3.2	0 - 5				
< # 200	FONDO	15.4	3.2	100.0						
FINO		455.8								
TOTAL		484.4								

CURVA GRANULOMÉTRICA



Manuel Castro Gallo  
TECNICO DE SUELOS  
SERVICO CODIGOS  
51-9933-05

ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 8507

**EQUIVALENTE DE ARENA**

MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176

OBRA	: Investigación del PET como material de construcción sostenible en canales vía en la región de Piura.	REGISTRO No	:
MATERIAL	:	TÉCNICO	: M.C.G.
CANTERA	: Puente los Serranos	INGº RESP.	: R.C.A.
UBICACIÓN	: Bch. Denis Morales	HECHO POR	: M.J.Z.
		LUGAR	: -
		FECHA	: Set-23

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN			
	1	2	3	4
Hora de entrada a saturación	10:00	10:02	10:04	
Hora de salida de saturación (más 10')	10:10	10:12	10:14	
Hora de entrada a decantación	10:12	10:14	10:16	
Hora de salida de decantación (más 20')	10:32	10:34	10:36	
Altura máxima de material fino (cm)	3.80	3.76	3.74	
Altura máxima de la arena (cm)	3.10	3.10	3.00	
Equivalente de arena (%)	82	83	81	
Equivalente de arena promedio (%)	82.0			
Resultado equivalente de arena (%)	82			

Observaciones	



Manuel Castro Gallo  
TÉCNICO DE SUELOS  
CÓDIGO 20602407021



ROBERTO ELÍAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 5807

**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS**

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

OBRA	: Investigación del PET como material de construcción sostenible en canales vía en la región de Piura.	Nº REGISTRO	:
MATERIAL	:	TÉCNICO	: M.C.G.
MUESTRA	:	INGº RESP.	: R.C.A.
CANTERA	: Puente los Serranos	FECHA	: Set-23
UBICACIÓN	: Bch. Denis Morales	HECHO POR	: M.J.Z.
		HORA	:

**AGREGADO FINO  
PESO UNITARIO SUELTO**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9405	9355	9388	
Peso del recipiente	(gr)	6280	6280	6280	
Peso de la muestra	(gr)	3125	3075	3108	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	
Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	1478	1455	1470	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1468			

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9612	9597	9610	
Peso del recipiente	(gr)	6280	6280	6280	
Peso de la muestra	(gr)	3332	3317	3330	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2115	2115	2115	
Peso unitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1575	1568	1574	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1573			

**PESO UNITARIO VARILLADO**

OBSERVACIONES	

  
Roberto Elías Castro Aguirre  
TÉCNICO DE SUELOS  
CÓDIGO 214000000

  
ROBERTO ELÍAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 51677  
CONSULTGEOPAV S.A.C.

**GRAVEDAD ESPECÍFICA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS**

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA	: Investigación del PET como material de construcción sostenible en canales vía en la región de Piura.	Nº REGISTRO	:
MATERIAL	:	TÉCNICO	: M.C.G.
CALICATA	:	INGº RESP.	: R.C.A.
MUESTRA	:	FECHA	: Set-23
PROFUND.	: -	HECHO POR	: M.J.Z.
CANTERA	: Puente los Serranos	DEL KM	: -
UBICACIÓN	: Bch. Denis Morales	AL KM	: -
		CARRIL	:

**DATOS DE LA MUESTRA**

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)				
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)				
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm <sup>3</sup> )				
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)				
E	Volumen de masa = C- ( A - D ) (cm <sup>3</sup> )				PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C				
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C				
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E				
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )				

**GRAVEDAD ESPECÍFICA - AGREGADO FINO**

A	Peso material saturado superficialmente seco ( en Aire ) (gr)	150.0	150.0		
B	Peso frasco + agua (gr)	340.1	340.5		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	490.1	490.5		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	432.8	433		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	57.3	57.5		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	148.1	148		
G	Volumen de masa = E - ( A - F ) (cm3)	55.4	55.5		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.585	2.574		2.579
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.618	2.609		2.613
	Pe aparente ( Base seca ) = F/G	2.673	2.667		2.670
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.28	1.35		1.32

OBSERVACIONES:

  
Roberto Elías Castro Aguirre  
TÉCNICO DE SUELOS  
SENGICO CONSULTORES

  
ROBERTO ELÍAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 93917



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS : Investigación del PET como material de construcción sostenible en canales vía en la región de Piura.

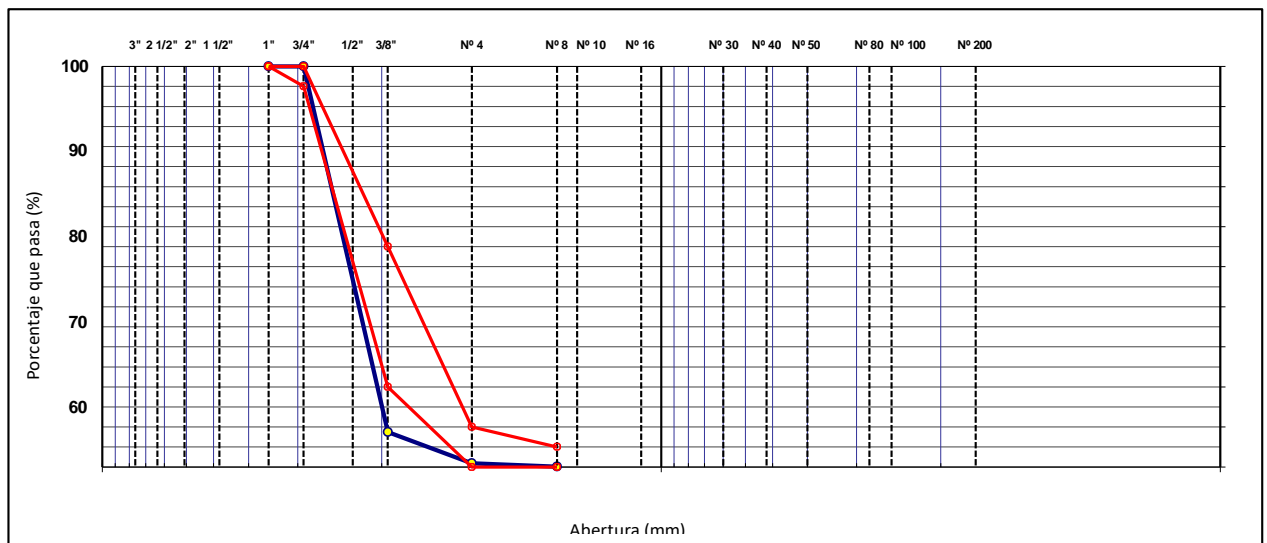
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
CANTERA : KM 9 - ARMANDO ZAPATA  
MUESTRA : M-1  
UBICACIÓN : SOJO  
SOLICITA : Br. Denis Morales

TÉCNICO

ING° RESP. : R.C.A  
FECHA : Set-23  
HECHO POR : M.J.Z.  
DEL KM : -  
AL KM : -  
CARRIL : -

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO AG-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
7"	177.800						PESO TOTAL = 9,436.0 gr			
6"	152.400						PESO LAVADO = 9436.0 gr			
5"	127.000						PESO FINO = 59.0 gr			
4"	101.600						% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
3"	76.200							1000.0	977.0	2.4%
2 1/2"	63.500						Ensayo Malla #200 P.S.Seco.		P.S.Lavado	200%
2"	50.800							9436.0	9436.0	0.00
1 1/2"	38.100				100.0		% Grava = 99.1 %			
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	100 - 100	% Arena = 0.9 %			
3/4"	19.050		0.0	0.0	100.0	95 - 100	% Fino = 0.0 %			
1/2"	12.700	7,338.0	77.8	77.8	22.2		MÓDULO DE FINURA = 6.90 %			
3/8"	9.525	1,275.0	13.5	91.3	8.7	20 - 55	EQUIV. DE ARENA = %			
# 4	4.760	734.0	7.8	99.1	0.9	0 - 10	GRAVEDAD ESPECÍFICA:			
# 8	2.360	53.5	0.9	99.9	0.1	0 - 5	P.E. Bulk (Base Seca) = gr/cm <sup>3</sup>			
# 10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada) = gr/cm <sup>3</sup>			
# 16	1.180	3.5	0.1	100.0	0.0		P.E. Aparente (Base Seca) = gr/cm <sup>3</sup>			
# 30	0.600	2.0	0.0	100.0	0.0		Absorción = %			
# 40	0.420									
# 50	0.300						OBSERVACIONES:			
# 80	0.180									
# 100	0.150									
# 200	0.075									
< # 200	FONDO									
FINO		59.0								
TOTAL		9,436.0								

CURVA GRANULOMÉTRICA



  
**Mario Castro Gallo**  
 TÉCNICO DE SUELOS  
 SANCIO CODIGO  
 21-8833-02

  
**ROBERTO ELÍAS CASTRO AGUIRRE**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 8877  
 CONSULTGEOPAV S.A.C.



### PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

TESIS	: Investigación del PET como material de construcción sostenible en canales vía en la región de Piura.	TÉCNICO	: M.C.G
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA	ING° RESP.	: R.C.A
MUESTRA	:	LUGAR	: -
CANTERA	: KM 9 - ARMANDO ZAPATA	FECHA	: Set-23
UBICACIÓN	: SOJO	HORA	: -
SOLICITA	: Br. Denis Morales		

### AGREGADO GRUESO

#### PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	21590	21477	21609	
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002	
Peso de la muestra	(gr)	14588	14475	14607	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	9457	9457	9457	
Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	1543	1531	1545	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1539			

#### PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	22600	22787	22794	
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002	
Peso de la muestra	(gr)	15598	15785	15792	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	9457	9457	9457	
Peso unitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1649	1669	1670	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1663			

OBSERVACIONES

  
Marco Castro Gallo  
TECNICO DE SUELOS  
SENGICC CODIGO:  
10000000

  
ROBERTO ELÍAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 8817  
GANDUQUIA S.A.C.





## GRAVEDAD ESPECÍFICA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
<b>TESIS</b> : Investigación del PET como material de construcción sostenible en canales vía en la región de Piura. <b>MATERIAL</b> : PIEDRA CHANCADA <b>MUESTRA</b> : 1 <b>PROFUND.</b> : <b>CANTERA</b> : KM 9 - ARMANDO ZAPATA <b>UBICACIÓN</b> : SOJO	<b>Nº REGISTRO</b> : <b>TÉCNICO</b> : M.C.G <b>INGº RESP.</b> : R.C.A <b>FECHA</b> : Set-23 <b>HECHO POR</b> : J.C.C. <b>DEL KM</b> : - <b>AL KM</b> : - <b>CARRIL</b> : -

### DATOS DE LA MUESTRA

GRAVEDAD ESPECIFICA - AGREGADO FINO					
A	Peso material saturado superficialmente seco ( en Aire ) (gr)	343.0	349.0		
B	Peso frasco + agua (gr)	652.4	653.4		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	995.4	1002.4		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	867.1	870		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	128.3	132.4		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	340.2	345.4		
G	Volumen de masa = E - ( A - F ) (cm3)	125.5	128.8		<b>PROMEDIO</b>
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.652	2.609		2.630
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.673	2.636		2.655
	Pe aparente ( Base seca ) = F/G	2.711	2.682		2.696
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.823	1.042		<b>0.93%</b>
<b>OBSERVACIONES:</b>					

CONTRATISTA:	SUPERVISIÓN:
 Manuel Castro Gallo TÉCNICO DE SUELOS CENICOP CODESA 21000005	 ROBERTO ELÍAS CASTRO AGUIRRE JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 8877
_____ TEC. RESPONSABLE                      ING. RESPONSABLE	_____ TEC. RESPONSABLE                      ING. RESPONSABLE

**GRANULOMETRIAS TOTALES  
PARA CONCRETO**

Realizado por: J.C.C.

Revisado por: MANUEL CASTRO

Fecha: Set-23

Tamaño Máximo del Árido: 20 mm

<b>Relación entre Áridos</b>	<b>Relación entre Arenas</b>	<b>Relación entre Gravas</b>
Arenas = 42	Pte. Los Serranos = 100	Grava Ø 9.5 mm = 0
GRAVA = 58	SOJO = 0	Grava Ø 25 mm = 100

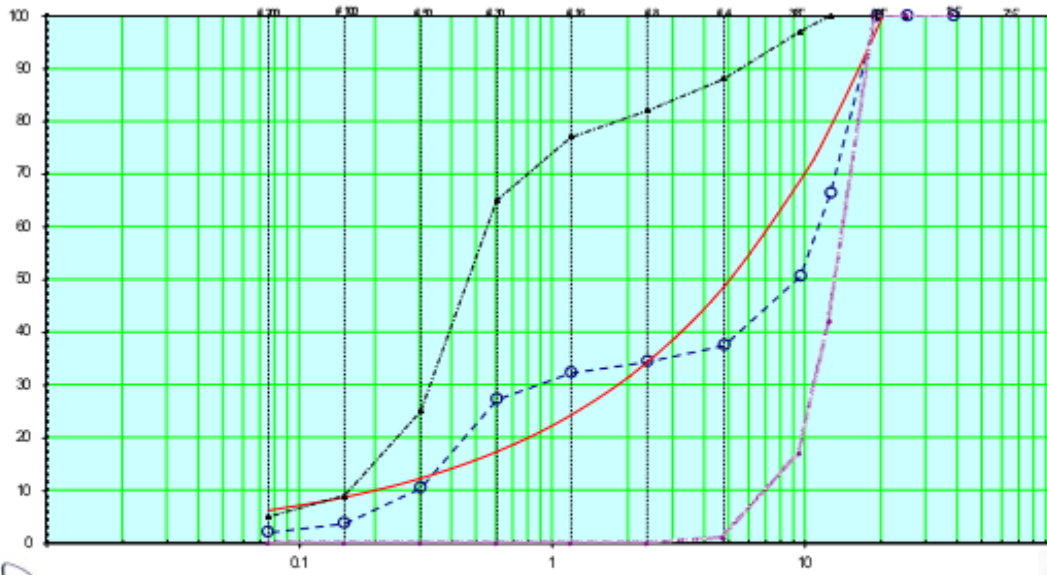
**Ensayos de Granulometrías Parciales de los Materiales**

MATERIAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMISES															MF
	3"	2½"	2"	1½"	1"	¾"	½"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	
Arena PUNTE SERRANOS	100	100	100	100	100	100	100	97	88	82	77	65	25	9	5	2.6
Grava SOJO Ø 4.75 - 25 mm	100	100	100	100	100	100	42	17	1	0	0	0	0	0	0	6.82

**Mezcla en porcentajes en base a la granulometría de los materiales**

MATERIAL	%	3"	2½"	2"	1½"	1"	¾"	½"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	MFH
Arena PUNTE SERRANOS	42	42	42	42	42	42	42	42	41	37	34	32	27	11	4	2	
Grava SOJO Ø 4.75 - 25 mm	58	58	58	58	58	58	58	24	10	1	0	0	0	0	0	0	
<b>TOTALES</b>	<b>100</b>	100	100	100	100	100	100	66	51	38	34	32	27	11	4	2	5.04

**CURVA GRANULOMETRICA HORMIGON BOMBEABLE**



*[Signature]*  
 Ing. Roberto Castro Aguirre  
 TECNICO EN SERVICIO  
 ESPECIALIZADO EN  
 CONTROL DE CALIDAD

-○- Gravimetrica de la Mezcla     
 - - - Támbicos ASTM     
 — Curva Ideal AC  
-●- Mezcla Óptima entre Arenas     
 - - - Mezcla Óptima entre Gravias

*[Signature]*  
 ROBERTO CASTRO AGUIRRE  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.O.P. N° 501

FULLER agregados - HORMIGON CHIPILLICO



**TESIS: "INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA."**

**SOLICITA:** Bch. Denis Alejandro Morales Zapata

En el siguiente cuadro se muestran los diseños de concretos empleados en dicha investigación desde el diseño patrón hasta el diseño con porcentajes reemplazados por el agregado grueso:

CANTIDADES POR DISEÑO $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ – ASSOCIATION CONCRETE INSTITUTE (ACI)								
CEMENTO	AGUA	AIRE INCLUIDO	ARENA	GRAVA	V. EN PASTA	V. AGREGADOS	RELACIÓN $a/(c+ads)$ (SSS)	RELACIÓN $a/(c+adc)$ (corregida)
376 kg	210 Lts	1.5 %	50.00 %	50.00%	0.344 m <sup>3</sup>	0.656 m <sup>3</sup>	0.559	0.559

*Tabla No. 01. Cantidades según tablas Association Concrete Institute. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.*

PORCENTAJE Y CANTIDADES DE AGREGADOS – DISEÑO PATRÓN ( $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ )				
Materiales		% Participación	% de Diseño	Procedencia
Material cementante	Cemento Tipo I	100	<del>100</del>	Pacasmayo
Árido Fino	Arena Zarandeada	100	50	Cantera Puente los Serranos
Árido Grueso	Grava Triturada	100	50	Cantera Sojo Armando Zapata Km 9
Agua		100	100	Potable Sullana

*Tabla No. 02. Porcentajes y cantidades de agregados – Diseño Patrón. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.*



**MASA DE LOS AGREGADOS SEGÚN PORCENTAJE ESTABLECIDO PARA UNA TANDA DE 30 LITROS – DISEÑO PATRÓN**

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS ( Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo ( Kg )	Gravedad Especifica ( Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados ( Lts )	Corregida ( Kg. )	Masa de Dosificación Corregida ( Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo I	<del>X</del>	Kg.	376	11.280	3150	<del>X</del>	<del>X</del>	<del>X</del>	<del>X</del>	<b>11.280</b>	382
Arena zarandeada	3.74	Kg.	857	25.698	2613	0.60	1.32	0.72	0.18	<b>25.515</b>	870
Grava Triturada	7.10	Kg.	862	25.845	2628	0.80	1.30	0.50	0.13	<b>25.718</b>	875
Agua	<del>X</del>	Kg.	210	6.300	1000	<del>X</del>	<del>X</del>	<del>X</del>	<del>X</del>	<b>6.610</b>	213

Tabla No. 03. Pesos de los agregados para una tanda de 30 Lts – Diseño patrón. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.

PORCENTAJE Y CANTIDADES DE AGREGADOS – DISEÑO 3% PET (F'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup> )				
Materiales		% Participación	% de Diseño	Procedencia
Material cementante	Cemento Tipo I	100	<del>X</del>	Pacasmayo
Árido Fino	Arena Zarandeada	100	50	Cantera Puente los Serranos
	Grava Triturada	97	48.50	Cantera Sojo Armando Zapata Km 9
Árido Grueso	PET	3	1.50	Recicladora
	Agua	100	100	Potable Sullana

Tabla No. 04. Porcentajes y cantidades de agregados – Diseño 3% PET. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.





**MASA DE LOS AGREGADOS SEGÚN PORCENTAJE ESTABLECIDO PARA UNA TANDA DE 30 LITROS – DISEÑO 3% PET**

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo I	<del>X</del>	Kg.	376	11.280	3150					11.280	382
Arena zarandeada	3.74	Kg.	857	25.698	2613	1.50	1.32	-0.18	-0.05	25.743	870
Grava Triturada	7.10	Kg.	836	25.070	2628	0.80	1.30	0.50	0.12	24.946	848
Plástico	5.80	Kg.	13	0.393	1333				0.00	0.392	13
Agua	<del>X</del>	Kg.	210	6.300	1000					6.380	213

Tabla No. 5. Pesos de los agregados para una tanda de 30 Lts – Diseño 3% PET. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.

PORCENTAJE Y CANTIDADES DE AGREGADOS – DISEÑO 5% PET (F'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup> )				
Materiales		% Participación	% de Diseño	Procedencia
Material cementante	Cemento Tipo I	100	<del>X</del>	Pacasmayo
Árido Fino	Arena Zarandeada	100	50	Cantera Puente los Serranos
	Grava Triturada	95	47.50	Cantera Sojo Armando Zapata Km 9
Árido Grueso	PET	5	2.50	Recicladora
	Agua	100	100	Potable Sullana

Tabla No. 06. Porcentajes y cantidades de agregados – Diseño 5% PET. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.



**MASA DE LOS AGREGADOS SEGÚN PORCENTAJE ESTABLECIDO PARA UNA TANDA DE 30 LITROS – DISEÑO 5% PET**

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Especifica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo I	<del>X</del>	Kg.	376	11.280	3150					<del>11.280</del>	382
Arena zarandeada	3.74	Kg.	857	25.698	2613	1.50	1.32	-0.18	-0.05	<b>25.743</b>	870
Grava Triturada	7.10	Kg.	818	24.553	2628	0.80	1.30	0.50	0.12	<b>24.432</b>	831
Plástico	5.80	Kg.	22	0.655	1333					<b>0.653</b>	22
Agua	<del>X</del>	Kg.	210	6.300	1000					<del>6.378</del>	213

Tabla No. 05. Pesos de los agregados para una tanda de 30 Lts – Diseño 5% PET. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.

**PORCENTAJE Y CANTIDADES DE AGREGADOS – DISEÑO 7% PET (F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup>)**

Materiales		% Participación	% de Diseño	Procedencia
Material cementante	Cemento Tipo I	100	<del>X</del>	Pacasmayo
Árido Fino	Arena Zarandeada	100	50	Cantera Puento los Serranos
Árido Grueso	Grava Triturada	93	46.50	Cantera Sojo Armando Zapata Km 9
	PET	7	3.50	Recicladora
Agua		100	100	Potable Sullana

Tabla No. 07. Porcentajes y cantidades de agregados – Diseño 7% PET. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.

**MASA DE LOS AGREGADOS SEGÚN PORCENTAJE ESTABLECIDO PARA UNA TANDA DE 30 LITROS – DISEÑO 7% PET**

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Especifica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo I	<del>3.74</del>	Kg.	376	11.280	3150					11.280	382
Arena zarandeada	3.74	Kg.	857	25.698	2613	1.50	1.32	-0.18	-0.05	25.743	870
Grava Triturada	7.10	Kg.	801	24.036	2628	0.80	1.30	0.50	0.12	23.917	813
Plástico	5.80	Kg.	31	0.918	1333					0.914	31
Agua	<del>5.80</del>	Kg.	210	6.300	1000					6.377	213

*Tabla No. 5. Pesos de los agregados para una tanda de 30 Lts – Diseño 7% PET. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.*



"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021

LABORATORIO DE HORMIGONES  
ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE HORMIGÓN PATRON

CALCULO, CORRECCIÓN POR HUMEDADES Y AJUSTES

DOSIFICACIÓN: PATRON PAT-001-001

TIPO: DOSIS 01

MEZCLA: 210 KG/CM2

Fecha de Ensayo: Set-23

Marca de cilindro: PAT-001

Cantidad de cemento en pasta: 376 Kg

Cantidad de agua en pasta: 210 Lts

Aire Incluido: 1.5 %

Arena: 50.0 %

Gravas: 50.0 %

Volumen de pasta: 0.344 m<sup>3</sup>

Volumen de agregados: 0.656 m<sup>3</sup>

Relación a/(c+adc) (SSS): 0.559

Relación a/(c+adc) (Corregida): 0.559

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	100.00	<del>100.00</del>	
			<del>0.00</del>	
Arido Fino	Arena zarandeada	100.00	50.00	Pte Los Serranos
	Grava Triturada Ø 4,75 -19.5 mm.	100.00	50.00	SOJO
Arido Grueso				
Agua		100.00	100	Potable Sullana
Aditivos				

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Especifica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo		Adiciones (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
										Corregida (Kg.)	Mortero (Kg.)		
Cemento Tipo I	<del>3.74</del>	Kg.	376	11.280	3150	<del>0.60</del>	<del>1.32</del>	<del>0.72</del>	<del>0.18</del>	<del>11.280</del>			382
Arena zarandeada	3.74	Kg.	857	25.698	2613	0.60	1.32	0.72	0.18	25.515			870
Grava Triturada Ø 4,75 -19.5 mm.	7.10	Kg.	862	25.845	2628	0.80	1.30	0.50	0.13	25.718	-		875
Agua	<del>7.10</del>	Kg.	210	6.300	1000	<del>0.80</del>	<del>1.30</del>	<del>0.50</del>	<del>0.13</del>	<del>6.610</del>			213

Masa Unitaria	Kg/m <sup>3</sup> 2304	<del>2304</del>
---------------	---------------------------	-----------------

Observaciones:				Hora: 15H10				RESULTADOS				Diseño Unitario			
Pérdida de Revenimiento				TIEMPO	Rev. cm	Resultado		Revenimiento:				1 : m : a/c			
				5 min	8.5	-		Temperatura del hormigón:				1 : An : Ar : G1 : G2 : G3 : a/c			
				15min				% de Aire medido en el Hormigón:				1 : 0 : 2.285 : 2.285 : 0 : 0 : 0.56			
				30 min				Peso volumétrico de la mezcla:				m = 4.569			
								Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo):				k = 0.590			
								Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo):				H = 10.028			
								Factor de corrección de la mezcla:				a = 2.285 (MF = 3.74)			



LABORATORIO DE HORMIGONES  
ENSAYO DE MATERIALES

"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021

DISEÑO DE HORMIGÓN - 3% PET EN BASE AL AGREGADO GRUESO

CALCULO, CORRECCIÓN POR HUMEDADES Y AJUSTES

DOSIFICACIÓN : PATRON PET3%-002-001  
TIPO : DOSIS 01  
MEZCLA : 210 KG/CM2  
Fecha de Ensayo : Set-23  
Marca de cilindro : PET3%-001

Cantidad de cemento en pasta : 376 Kg  
Cantidad de agua en pasta : 210 Lts  
Aire incluido : 1.5 %  
Arena : 50.0 %  
Gravas : 50.0 %  
Volumen de pasta : 0.344 m<sup>3</sup>  
Volumen de agregados : 0.656 m<sup>3</sup>  
Relación a/(c+adc) (SSS) : 0.559  
Relación a/(c+adc) (Corregida) : 0.559

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	100.00	<del>50.00</del>	
			<del>50.00</del>	
Arido Fino	Arena zarandeada	100.00	50.00	Pte Los Serranos
	Grava Triturada Ø 4,75 -19.5 mm.	97.00	48.50	SOJO
Arido Grueso	PET	3.00	1.50	RECICLADORA
Agua		100.00	100	Potable Sullana
Aditivos				

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo		Adiciones (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
										Corregida (Kg.)	Mortero (Kg.)		
Cemento Tipo I	<del>3.74</del>	Kg.	376	11.280	3150	<del>1.50</del>	<del>1.32</del>	<del>-0.18</del>	<del>-0.05</del>	11.280			382
Arena zarandeada	3.74	Kg.	857	25.698	2613	1.50	1.32	-0.18	-0.05	25.743			870
Grava Triturada Ø 4,75 -19.5 mm.	7.10	Kg.	836	25.070	2628	0.80	1.30	0.50	0.12	24.946	-		848
PET	5.80	Kg.	13	0.393	1333				0.00	0.392	-		13
Agua	<del>2.10</del>	Kg.	210	6.300	1000	<del>100.00</del>	<del>100</del>	<del>100</del>	<del>100</del>	6.380			213

Masa Unitaria	Kg/m <sup>3</sup> 2291	<del>2291</del>
---------------	---------------------------	-----------------

Observaciones :				Hora : 15H10				RESULTADOS				Diseño Unitario			
Pérdida de Revenimiento				TIEMPO	Rev. cm	Resultado	Revenimiento : Temperatura del hormigón : % de Aire medido en el Hormigón : Peso volumétrico de la mezcla : Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 29.55 dm <sup>3</sup> Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 29.55 dm <sup>3</sup> Factor de corrección de la mezcla : 33.84				1 : m : a/c 1 : An : Ar : G1 : G2 : G3 : a/c 1 : 0 : 2.268 : 2.2 : 0.068 : 0 : 0.56 m = 4.536 k = 0.590 H = 10.090 a = 2.268 (MF = 3.74)				
				5 min	8.5	-									
				15min											
				30 min											



**CONSULTGEOPAV**  
S.A.C

"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021

LABORATORIO DE HORMIGONES  
ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE HORMIGÓN - 5% PET EN BASE AL AGREGADO GRUESO

CALCULO, CORRECCIÓN POR HUMEDADES Y AJUSTES

DOSIFICACIÓN: PATRON PET5%-003-001

TIPO: DOSIS 01

MEZCLA: 210 KG/CM2

Fecha de Ensayo: Set-23

Marca de cilindro: PET5%-001

Cantidad de cemento en pasta: 376 Kg

Cantidad de agua en pasta: 210 Lts

Aire Incluido: 1.5 %

Arena: 50.0 %

Gravas: 50.0 %

Volumen de pasta: 0.344 m<sup>3</sup>

Volumen de agregados: 0.656 m<sup>3</sup>

Relación a/(c+adic) (SSS): 0.559

Relación a/(c+adic) (Corregida): 0.559

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	100.00	<del>50.00</del>	
			<del>50.00</del>	
Arido Fino	Arena zarandeada	100.00	50.00	Pte Los Serranos
	Grava Triturada Ø 4,75 -19.5 mm.	95.00	47.50	SOJO
Arido Grueso	PET	5.00	2.50	RECICLADORA
Agua		100.00	100	Potable Sullana
Aditivos				

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo		Adiciones (Kg)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
										Corregida (Kg.)	Mortero (Kg.)		
Cemento Tipo I	<del>3.74</del>	Kg.	376	11.280	3150	<del>1.50</del>	<del>1.32</del>	<del>-0.18</del>	<del>-0.05</del>	<del>11.280</del>			382
Arena zarandeada	3.74	Kg.	857	25.698	2613	1.50	1.32	-0.18	-0.05	25.743			870
Grava Triturada Ø 4,75 -19.5 mm.	7.10	Kg.	818	24.553	2628	0.80	1.30	0.50	0.12	24.432	-		831
PET	5.80	Kg.	22	0.655	1333				0.00	0.653	-		22
Agua	<del>2.10</del>	Kg.	210	6.300	1000					6.378			213

Masa Unitaria	Kg/m <sup>3</sup> 2283	<del>2283</del>
---------------	---------------------------	-----------------

Observaciones:				Hora: 15H10				RESULTADOS				Diseño Unitario			
Pérdida de Revenimiento				TIEMPO	Rev. cm	Resultado		Revenimiento:				1 : m : a/c			
				5 min	8.5	-		Temperatura del hormigón:				1 : An : Ar : G1 : G2 : G3 : a/c			
				15min				% de Aire medido en el Hormigón:				1 : 0 : 2.256 : 2.144 : 0.113 : 0 : 0.56			
				30 min				Peso volumétrico de la mezcla:				m = 4.513			
								Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo):				k = 0.591			
								Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo):				H = 10.131			
								Factor de corrección de la mezcla:				a = 2.256 (MF = 3.74)			



**CONSULTGEOPAV**  
S.A.C

"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021

LABORATORIO DE HORMIGONES  
ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE HORMIGÓN - 7% PET EN BASE AL AGREGADO GRUESO

CALCULO, CORRECCIÓN POR HUMEDADES Y AJUSTES

DOSIFICACIÓN : PATRON PET 7%-004-001  
TIPO : DOSIS 01  
MEZCLA : 210 KG/CM2  
Fecha de Ensayo : Set-23  
Marca de cilindro : PET7%-001

Cantidad de cemento en pasta : 376 Kg  
Cantidad de agua en pasta : 210 Lts  
Aire Incluido : 1.5 %  
Arena : 50.0 %  
Gravas : 50.0 %  
Volumen de pasta : 0.344 m<sup>3</sup>  
Volumen de agregados : 0.656 m<sup>3</sup>  
Relación a/(c+ad) (SSS) : 0.559  
Relación a/(c+ad) (Corregida) : 0.559

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	100.00	<del>50.00</del>	
			<del>50.00</del>	
Arido Fino	Arena zarandeada	100.00	50.00	Pte Los Serranos
	Grava Triturada Ø 4,75 -19.5 mm.	93.00	46.50	SOJO
Arido Grueso	PET	7.00	3.50	RECICLADORA
Agua		100.00	100	Potable Sullana
Aditivos				

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo		Adiciones (Kg)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
										Corregida (Kg.)	Mortero (Kg)		
Cemento Tipo I	<del>7.00</del>	Kg.	376	11.280	3150	<del>0.80</del>	<del>1.30</del>	<del>0.50</del>	<del>0.00</del>	11.280			382
Arena zarandeada	3.74	Kg.	857	25.698	2613	1.50	1.32	-0.18	-0.05	25.743			870
Grava Triturada Ø 4,75 -19.5 mm.	7.10	Kg.	801	24.036	2628	0.80	1.30	0.50	0.12	23.917	-		813
PET	5.80	Kg.	31	0.918	1333				0.00	0.914	-		31
Agua	<del>7.00</del>	Kg.	210	6.300	1000					6.377			213

Masa Unitaria	Kg/m <sup>3</sup> 2274	
---------------	---------------------------	--

Observaciones :				Hora : 15H10				RESULTADOS				Diseño Unitario			
Pérdida de Revenimiento				TIEMPO	Rev. cm	Resultado		Revenimiento :				1 : m : alc			
				5 min	8.5	-		Temperatura del hormigón :				1 : An : Ar : G1 : G2 : G3 : alc			
				15min				% de Aire medido en el Hormigón :				1 : 0 : 2.245 : 2.088 : 0.157 : 0 : 0.56			
				30 min				Peso volumétrico de la mezcla :				m = 4.490			
								Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) :				k = 0.591			
								Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) :				H = 10.173			
								Factor de corrección de la mezcla :				a = 2.245 (MF = 3.74)			



**"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"**  
**RUC: 20602407021**

**PATRON**

DIA 7

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 2		TESTIGO 1		TESTIGO 2	
	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN FILTRADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO (cm <sup>3</sup> )
30 min	-	4.800	-	4.800	-	376.944	-	376.944
1 hora	0.000	4.800	0.000	4.800	0.000	376.944	0.00	376.944
2 hora	0.050	4.750	0.000	4.800	3.927	373.018	0.00	376.944
3 hora	0.075	4.725	0.050	4.750	5.890	371.054	3.93	373.018
4 hora	0.125	4.675	0.100	4.700	9.816	367.128	7.85	369.091
5 hora	0.150	4.650	0.125	4.675	11.780	365.165	9.82	367.128
6 hora	0.175	4.625	0.150	4.650	13.743	363.201	11.78	365.165
7 hora	0.200	4.600	0.150	4.650	15.706	361.238	11.78	365.165
8 hora	0.225	4.575	0.175	4.625	17.669	359.275	13.74	363.201
9 hora	0.250	4.550	0.200	4.600	19.633	357.312	15.71	361.238
10 hora	0.275	4.525	0.250	4.550	21.596	355.348	19.63	357.312
11 hora	0.300	4.500	0.300	4.500	23.559	353.385	23.56	353.385
12 hora	0.325	4.475	0.325	4.475	25.522	351.422	25.52	351.422
12 hora	0.350	4.450	0.350	4.450	27.486	349.459	27.49	349.459

DIA 14

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 2		TESTIGO 1		TESTIGO 2	
	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN FILTRADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO (cm <sup>3</sup> )
30 min	-	3.600	-	3.600	-	282.71	-	282.71
1 hora	0.000	3.600	0.000	3.600	0.000	282.71	0.000	282.71
2 hora	0.000	3.600	0.000	3.600	0.000	282.71	0.000	282.71
3 hora	0.025	3.575	0.000	3.600	1.963	280.74	0.000	282.71
4 hora	0.025	3.575	0.050	3.550	1.963	280.74	3.927	278.78
5 hora	0.025	3.575	0.050	3.550	1.963	280.74	3.927	278.78
6 hora	0.050	3.550	0.050	3.550	3.927	278.78	3.927	278.78
7 hora	0.050	3.550	0.100	3.500	3.927	278.78	7.853	274.86
8 hora	0.100	3.500	0.100	3.500	7.853	274.86	7.853	274.86
9 hora	0.100	3.500	0.125	3.475	7.853	274.86	9.816	272.89
10 hora	0.175	3.425	0.175	3.425	7.853	274.86	13.743	268.97
11 hora	0.175	3.425	0.175	3.425	13.743	268.97	13.743	268.97
12 hora	0.175	3.425	0.200	3.400	13.743	268.97	15.706	267.00
12 hora	0.200	3.400	0.225	3.375	15.706	267.00	17.669	265.04

DIA 28

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 2		TESTIGO 1		TESTIGO 2	
	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN FILTRADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO (cm <sup>3</sup> )
30 min	-	4.20	-	4.20	-	329.83	-	329.83
1 hora	0.00	4.20	0.00	4.20	0.00	329.83	0.00	329.83
2 hora	0.00	4.20	0.00	4.20	0.00	329.83	0.00	329.83
3 hora	0.00	4.20	0.00	4.20	0.00	329.83	0.00	329.83
4 hora	0.00	4.20	0.00	4.20	0.00	329.83	0.00	329.83
5 hora	0.025	4.18	0.00	4.20	1.96	327.86	0.00	329.83
6 hora	0.025	4.18	0.00	4.20	1.96	327.86	0.00	329.83
7 hora	0.025	4.18	0.00	4.20	1.96	327.86	0.00	329.83
8 hora	0.025	4.18	0.00	4.20	1.96	327.86	0.00	329.83
9 hora	0.050	4.15	0.025	4.18	3.93	325.90	1.96	327.86
10 hora	0.050	4.15	0.025	4.18	3.93	325.90	1.96	327.86
11 hora	0.050	4.15	0.025	4.18	3.93	325.90	1.96	327.86
12 hora	0.050	4.15	0.025	4.18	3.93	325.90	1.96	327.86



CONCRETO CON 3% DE PET

DIA 7

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 2		TESTIGO 1		TESTIGO 2	
	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	4.10	-	4.10	-	321.97	-	321.97
30 min	0.00	4.10	0.00	4.10	0.00	321.97	0.00	321.97
1 hora	0.00	4.10	0.00	4.10	0.00	321.97	0.00	321.97
2 hora	0.00	4.10	0.00	4.10	0.00	321.97	0.00	321.97
3 hora	0.00	4.10	0.00	4.10	0.00	321.97	0.00	321.97
4 hora	0.05	4.05	0.025	4.075	3.93	318.05	1.96	320.01
5 hora	0.05	4.05	0.025	4.075	3.93	318.05	1.96	320.01
6 hora	0.05	4.05	0.025	4.075	3.93	318.05	1.96	320.01
7 hora	0.05	4.05	0.025	4.075	3.93	318.05	1.96	320.01
8 hora	0.10	4.00	0.05	4.05	7.85	314.12	3.93	318.05
9 hora	0.10	4.00	0.05	4.05	7.85	314.12	3.93	318.05
10 hora	0.10	4.00	0.05	4.05	7.85	314.12	3.93	318.05
11 hora	0.10	4.00	0.05	4.05	7.85	314.12	3.93	318.05
12 hora	0.15	3.95	0.10	4.00	11.78	310.19	7.85	314.12

DIA 14

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 2		TESTIGO 1		TESTIGO 2	
	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	3.50	-	3.50	-	274.86	-	274.86
30 min	0.00	3.50	0.00	3.50	0.00	274.86	0.00	274.86
1 hora	0.00	3.50	0.00	3.50	0.00	274.86	0.00	274.86
2 hora	0.00	3.50	0.00	3.50	0.00	274.86	0.00	274.86
3 hora	0.00	3.50	0.00	3.50	0.00	274.86	0.00	274.86
4 hora	0.00	3.50	0.00	3.50	0.00	274.86	0.00	274.86
5 hora	0.00	3.50	0.00	3.50	0.00	274.86	0.00	274.86
6 hora	0.00	3.50	0.00	3.50	0.00	274.86	0.00	274.86
7 hora	0.00	3.50	0.00	3.50	0.00	274.86	0.00	274.86
8 hora	0.00	3.50	0.00	3.50	0.00	274.86	0.00	274.86
9 hora	0.00	3.50	0.00	3.50	0.00	274.86	0.00	274.86
10 hora	0.00	3.50	0.00	3.50	0.00	274.86	0.00	274.86
11 hora	0.00	3.50	0.00	3.50	0.00	274.86	0.00	274.86
12 hora	0.05	3.45	0.025	3.48	3.93	270.93	1.96	272.89

DIA 28

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 2		TESTIGO 1		TESTIGO 2	
	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACOMULADO (cm3)
	-	3.90	-	3.90	-	306.27	-	306.27
30 min	0.00	3.90	0.00	3.90	0.00	306.27	0.00	306.27
1 hora	0.00	3.90	0.00	3.90	0.00	306.27	0.00	306.27
2 hora	0.00	3.90	0.00	3.90	0.00	306.27	0.00	306.27
3 hora	0.00	3.90	0.00	3.90	0.00	306.27	0.00	306.27
4 hora	0.00	3.90	0.00	3.90	0.00	306.27	0.00	306.27
5 hora	0.00	3.90	0.00	3.90	0.00	306.27	0.00	306.27
6 hora	0.00	3.90	0.00	3.90	0.00	306.27	0.00	306.27
7 hora	0.00	3.90	0.00	3.90	0.00	306.27	0.00	306.27
8 hora	0.00	3.90	0.00	3.90	0.00	306.27	0.00	306.27
9 hora	0.00	3.90	0.00	3.90	0.00	306.27	0.00	306.27
10 hora	0.00	3.90	0.00	3.90	0.00	306.27	0.00	306.27
11 hora	0.00	3.90	0.00	3.90	0.00	306.27	0.00	306.27
12 hora	0.00	3.90	0.00	3.90	0.00	306.27	0.00	306.27

CONCRETO CON 5% DE PET

DIA 7

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 2		TESTIGO 1		TESTIGO 2	
	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACUMULADO (cm3)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACUMULADO (cm3)
	-	2.800	-	2.800	-	219.884	-	219.884
30 min	0.00	2.800	0.00	2.800	0.00	219.884	0.00	219.884
1 hora	0.00	2.800	0.00	2.800	0.00	219.884	0.00	219.884
2 hora	0.00	2.800	0.00	2.800	0.00	219.884	0.00	219.884
3 hora	0.00	2.800	0.00	2.800	0.00	219.884	0.00	219.884
4 hora	0.00	2.800	0.00	2.800	0.00	219.884	0.00	219.884
5 hora	0.00	2.800	0.00	2.800	0.00	219.884	0.00	219.884
6 hora	0.05	2.750	0.025	2.775	3.93	215.958	1.96	217.921
7 hora	0.05	2.750	0.025	2.775	3.93	215.958	1.96	217.921
8 hora	0.05	2.750	0.025	2.775	3.93	215.958	1.96	217.921
9 hora	0.05	2.750	0.025	2.775	3.93	215.958	1.96	217.921
10 hora	0.05	2.750	0.025	2.775	3.93	215.958	1.96	217.921
11 hora	0.05	2.750	0.025	2.775	3.93	215.958	1.96	217.921
12 hora	0.075	2.725	0.050	2.750	5.89	213.994	3.93	215.958

DIA 14

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 2		TESTIGO 1		TESTIGO 2	
	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACUMULADO (cm3)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACUMULADO (cm3)
	-	3.100	-	3.100	-	243.443	-	243.443
30 min	0.00	3.100	0.00	3.100	0.00	243.443	0.00	243.443
1 hora	0.00	3.100	0.00	3.100	0.00	243.443	0.00	243.443
2 hora	0.00	3.100	0.00	3.100	0.00	243.443	0.00	243.443
3 hora	0.00	3.100	0.00	3.100	0.00	243.443	0.00	243.443
4 hora	0.00	3.100	0.00	3.100	0.00	243.443	0.00	243.443
5 hora	0.00	3.100	0.00	3.100	0.00	243.443	0.00	243.443
6 hora	0.00	3.100	0.00	3.100	0.00	243.443	0.00	243.443
7 hora	0.00	3.100	0.00	3.100	0.00	215.960	0.00	243.443
8 hora	0.00	3.100	0.00	3.100	0.00	215.960	0.00	243.443
9 hora	0.00	3.100	0.00	3.100	0.00	215.960	0.00	243.443
10 hora	0.00	3.100	0.00	3.100	0.00	215.960	0.00	243.443
11 hora	0.00	3.100	0.00	3.100	0.00	215.960	0.00	243.443
12 hora	0.025	3.075	0.00	3.100	1.96	241.480	0.00	243.443

DIA 28

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 2		TESTIGO 1		TESTIGO 2	
	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACUMULADO (cm3)	VOLUMEN FILTRADO (cm3)	VOLUMEN ACUMULADO (cm3)
	-	3.000	-	3.000	-	235.590	-	235.590
30 min	0.00	3.000	0.00	3.000	0.00	235.590	0.00	235.590
1 hora	0.00	3.000	0.00	3.000	0.00	235.590	0.00	235.590
2 hora	0.00	3.000	0.00	3.000	0.00	235.590	0.00	235.590
3 hora	0.00	3.000	0.00	3.000	0.00	235.590	0.00	235.590
4 hora	0.00	3.000	0.00	3.000	0.00	235.590	0.00	235.590
5 hora	0.00	3.000	0.00	3.000	0.00	235.590	0.00	235.590
6 hora	0.00	3.000	0.00	3.000	0.00	235.590	0.00	235.590
7 hora	0.00	3.000	0.00	3.000	0.00	215.960	0.00	235.590
8 hora	0.00	3.000	0.00	3.000	0.00	215.960	0.00	235.590
9 hora	0.00	3.000	0.00	3.000	0.00	215.960	0.00	235.590
10 hora	0.00	3.000	0.00	3.000	0.00	215.960	0.00	235.590
11 hora	0.00	3.000	0.00	3.000	0.00	215.960	0.00	235.590
12 hora	0.00	3.000	0.00	3.000	0.00	235.590	0.00	235.590

## CONCRETO CON 7% DE PET

DIA 7

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 2		TESTIGO 1		TESTIGO 2	
	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACOMULADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN FILTRADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACOMULADO (cm <sup>3</sup> )
	-	3.25	-	3.25	-	255.22	-	255.22
30 min	0.00	3.25	0.00	3.25	0.000	255.22	0.000	255.22
1 hora	0.25	3.00	0.50	2.75	19.633	235.59	39.27	215.96
2 hora	0.50	2.75	1.00	2.25	39.265	215.96	78.53	176.69
3 hora	1.00	2.25	1.05	2.20	78.530	176.69	82.46	172.77
4 hora	1.15	2.10	1.25	2.00	90.310	164.91	98.16	157.06
5 hora	1.20	2.05	1.50	1.75	94.236	160.99	117.80	137.43
6 hora	1.30	1.95	1.55	1.70	102.089	153.13	121.72	133.50
7 hora	1.50	1.75	1.75	1.50	117.795	137.43	137.43	117.80
8 hora	1.70	1.55	1.80	1.45	133.501	121.72	141.35	113.87
9 hora	1.80	1.45	1.90	1.35	141.354	113.87	149.21	106.02
10 hora	1.95	1.30	1.95	1.30	153.134	102.09	153.13	102.09
11 hora	2.10	1.15	2.15	1.10	164.913	90.31	168.84	86.38
12 hora	2.15	1.10	2.25	1.00	168.840	86.38	176.69	78.53

DIA 14

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 2		TESTIGO 1		TESTIGO 2	
	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACOMULADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN FILTRADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACOMULADO (cm <sup>3</sup> )
	-	3.6	-	3.6	-	282.71	-	282.71
30 min	0.00	3.6	0.00	3.6	0.00	282.71	0.00	282.71
1 hora	0.10	3.50	0.075	3.53	7.85	274.86	5.89	276.82
2 hora	0.20	3.40	0.150	3.45	15.71	267.00	11.78	270.93
3 hora	0.30	3.30	0.225	3.38	23.56	259.15	17.67	265.04
4 hora	0.40	3.20	0.300	3.30	31.41	251.30	23.56	259.15
5 hora	0.50	3.10	0.375	3.23	39.27	243.44	29.45	253.26
6 hora	0.60	3.00	0.450	3.15	47.12	235.59	35.34	247.37
7 hora	0.70	2.90	0.525	3.08	54.97	227.74	41.23	241.48
8 hora	0.80	2.80	0.600	3.00	62.82	219.88	47.12	235.59
9 hora	0.90	2.70	0.675	2.93	70.68	212.03	53.01	229.70
10 hora	1.00	2.60	0.750	2.85	78.53	204.18	58.90	223.81
11 hora	1.10	2.50	0.825	2.78	86.38	196.33	64.79	217.92
12 hora	1.20	2.40	0.900	2.70	94.24	188.47	70.68	212.03

DIA 28

TIEMPO (T)	TESTIGO 1		TESTIGO 2		TESTIGO 1		TESTIGO 2	
	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	FILTRACION (cm)	LIQUIDO ACUMULADO (cm)	VOLUMEN FILTRADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACOMULADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN FILTRADO (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACOMULADO (cm <sup>3</sup> )
	-	4.10	-	4.10	-	321.97	-	321.97
30 min	0.00	4.10	0.00	4.10	0.00	321.97	0.00	321.97
1 hora	0.075	4.03	0.050	4.05	5.89	316.08	3.93	318.05
2 hora	0.150	3.95	0.100	4.00	11.78	310.19	7.85	314.12
3 hora	0.225	3.88	0.175	3.93	17.67	304.30	13.74	308.23
4 hora	0.300	3.80	0.225	3.88	23.56	298.41	17.67	304.30
5 hora	0.375	3.73	0.300	3.80	29.45	292.52	23.56	298.41
6 hora	0.450	3.65	0.400	3.70	35.34	286.63	31.41	290.56
7 hora	0.525	3.58	0.425	3.68	41.23	280.74	33.38	288.60
8 hora	0.600	3.50	0.500	3.60	47.12	274.86	39.27	282.71
9 hora	0.675	3.43	0.550	3.55	53.01	268.97	43.19	278.78
10 hora	0.750	3.35	0.625	3.48	58.90	263.08	49.08	272.89
11 hora	0.800	3.30	0.675	3.43	62.82	259.15	53.01	268.97
12 hora	0.825	3.28	0.850	3.25	64.79	257.19	66.75	255.22

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS: INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA

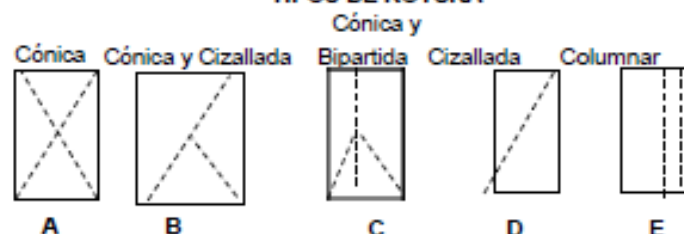
ING. RESP. : R.C.A.  
 TÉCNICO : M.C.G.  
 HECHO POR : E.C.G.  
 FECHA : Octubre del 2023

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

EDAD = **7** Días  
 $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

TIPO CEMENTO I

#### TIPOS DE ROTURA



Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Area testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump ( pulg )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 2 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	PAT-001	PATRON	29-Set	06-Oct	15717	10.00	78.5	200	3.0"	210	95	A	95	70
2	PAT-002	PATRON	29-Set	06-Oct	14966	10.01	78.7	190	3.0"	210	91	A	91	70
3	PAT-003	PATRON	29-Set	06-Oct	15733	10.01	78.7	200	3.0"	210	95	B	95	70

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	CONTROL EXTERNO:
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: <b>Manuel Castro Gallo</b>	Nombre: <b>Roberto Castro Aguirre</b>	Nombre:
Cargo: <b>Técnico de Laboratorio</b>	Cargo: <b>Especialista en Suelos y Pavimentos</b>	Cargo:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

TESIS: INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA

ING. RESP. : R.C.A.  
TÉCNICO : M.C.G.  
HECHO POR : E.C.G.  
FECHA : OCTUBRE del 2023

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO  
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

EDAD = 14 Días  
f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

TIPO CEMENTO I

TIPOS DE ROTURA



Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 2 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	PAT-001	PATRÓN	29-Sep	13-Oct	19956	10.00	78.5	254	3.0"	210	121	A	121	90
2	PAT-002	PATRÓN	29-Sep	13-Oct	19411	10.00	78.5	247	3.0"	210	118	A	118	90
3	PAT-003	PATRÓN	29-Sep	13-Oct	19112	10.00	78.5	243	3.0"	210	116	B	116	90

ELABORADO POR:		REVISADO POR:		CONTROL EXTERNO:	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:	Manuel Castro Gallo	Nombre:	Roberto Castro Aguirre	Nombre:	
Cargo:	Técnico de Laboratorio	Cargo:	Especialista en Suelos y Pavimentos	Cargo:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA

ING. RESP. : R.C.A.  
 TÉCNICO : M.C.G.  
 HECHO POR : E.C.G.  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2023

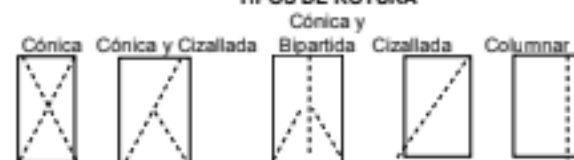
### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

TIPO CEMENTO I

EDAD = 28  
 $f'c = 210$

Días  
 $kg/cm^2$

#### TIPOS DE ROTURA



Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg.)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moledo	Rotura										
1	PAT-001	PATRÓN	29-Sep	27-Oct	21424	10.02	78.9	272	3.0"	210	129	C	127	100
2	PAT-002	PATRÓN	29-Sep	27-Oct	20677	10.01	78.7	263	3.0"	210	125	A		
3	PAT-003	PATRÓN	29-Sep	27-Oct	20969	10.02	78.9	266	3.0"	210	127	B		

ELABORADO POR:		REVISADO POR:		CONTROL EXTERNO:	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:	Manuel Castro Gallo	Nombre:	Roberto Castro Aguino	Nombre:	
Cargo:	Técnico de Laboratorio	Cargo:	Especialista en Suelos y Pavimentos	Cargo:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	



"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

RUC: 20602407021

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS: INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA

ING. RESP. : R.C.A.  
 TÉCNICO : M.C.G.  
 HECHO POR : E.C.G.  
 FECHA : Octubre del 2023

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

EDAD = **7** Dias  
 $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

TIPO CEMENTO I

#### TIPOS DE ROTURA



Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Area testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	PET-3%-001	PET 3%	03-Oct	10-Oct	10974	10.02	78.9	139	3.6"	210	66	A	69	70
2	PET-3%-002	PET 3%	03-Oct	10-Oct	11863	10.01	78.7	151	3.6"	210	72	A		
3	PET-3%-003	PET 3%	03-Oct	10-Oct	11490	10.01	78.7	146	3.6"	210	70	B		

ELABORADO POR:		REVISADO POR:		CONTROL EXTERNO:	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:	Manuel Castro Gallo	Nombre:	Roberto Castro Aguirre	Nombre:	
Cargo:	Técnico de Laboratorio	Cargo:	Especialista en Suelos y Pavimentos	Cargo:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS: INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA

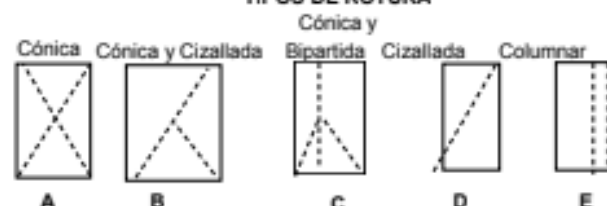
ING. RESP. : R.C.A.  
TÉCNICO : M.C.G.  
HECHO POR : E.C.G.  
FECHA : OCTUBRE del 2023

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

EDAD = 14 Días  
f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

TIPO CEMENTO I

#### TIPOS DE ROTURA



Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	PET-3%-001	PET 3%	03-Oct	17-Oct	12963	10.01	78.7	157	3.6"	210	75	A	76	90
2	PET-3%-002	PET 3%	03-Oct	17-Oct	12677	10.02	78.9	161	3.6"	210	77	A		
3	PET-3%-003	PET 3%	03-Oct	17-Oct	12542	10.03	79.0	150	3.6"	210	76	B		

ELABORADO POR:		REVISADO POR:		CONTROL EXTERNO:	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:	Manuel Castro Gallo	Nombre:	Roberto Castro Aguirre	Nombre:	
Cargo:	Técnico de Laboratorio	Cargo:	Especialista en Suelos y Pavimentos	Cargo:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	



## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA

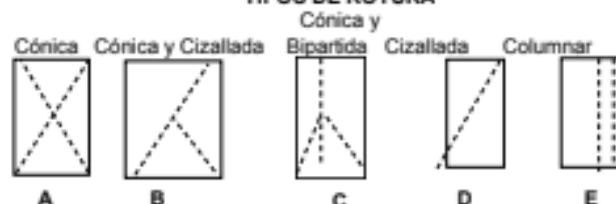
ING. RESP. : R.C.A.  
 TÉCNICO : M.C.G.  
 HECHO POR : E.C.G.  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2023

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

TIPO CEMENTO I

EDAD = **28** Días  
 $f'c =$  **210** kg/cm<sup>2</sup>

TIPOS DE ROTURA



Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	PET-3%-001	PET 3%	03-Oct	31-Oct	18814	10.02	78.9	239	3.6"	210	114	C	113	100
2	PET-3%-002	PET 3%	03-Oct	31-Oct	18420	10.01	78.7	234	3.6"	210	111	A		
3	PET-3%-003	PET 3%	03-Oct	31-Oct	19010	10.02	78.9	241	3.6"	210	115	B		

ELABORADO POR:		REVISADO POR:		CONTROL EXTERNO:	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre: Manuel Castro Gallo		Nombre: Roberto Castro Aguina		Nombre:	
Cargo: Técnico de Laboratorio		Cargo: Especialista en Suelos y Pavimentos		Cargo:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS: INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA

ING. RESP. : R.C.A.  
 TÉCNICO : M.C.G.  
 HECHO POR : E.C.G.  
 FECHA : Octubre del 2023

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

EDAD = **7** Días  
 $f'c = 210$   $kg/cm^2$

TIPO CEMENTO I

#### TIPOS DE ROTURA



Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	PET-5%-001	PET 5%	05-Oct	12-Oct	12913	10.01	78.7	164	3.4"	210	78	A	79	70
2	PET-5%-002	PET 5%	05-Oct	12-Oct	13122	10.01	78.7	167	3.4"	210	79	A		
3	PET-5%-003	PET 5%	05-Oct	12-Oct	13007	10.02	78.9	165	3.4"	210	79	B		

ELABORADO POR:		REVISADO POR:		CONTROL EXTERNO:	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre: Manuel Castro Gallo		Nombre: Roberto Castro Aguirre		Nombre:	
Cargo: Técnico de Laboratorio		Cargo: Especialista en Suelos y Pavimentos		Cargo:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

TESIS: INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA

ING. RESP. : R.C.A.  
TÉCNICO : M.C.G.  
HECHO POR : E.C.G.  
FECHA : Octubre del 2023

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO  
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

EDAD = **14** Días  
f'c = **210** kg/cm<sup>2</sup>

TIPO CEMENTO I

TIPOS DE ROTURA



Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump ( pulg )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moledo	Rotura										
1	PET-5%-001	PET 5%	05-Oct	19-Oct	15942	10.01	78.7	203	3.4"	210	96	A	95	90
2	PET-5%-002	PET 5%	05-Oct	19-Oct	15716	10.01	78.7	200	3.4"	210	95	A		
3	PET-5%-003	PET 5%	05-Oct	19-Oct	15615	10.01	78.7	198	3.4"	210	94	B		

ELABORADO POR:		REVISADO POR:		CONTROL EXTERNO:	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre: Manuel Castro Gallo		Nombre: Roberto Castro Aguirre		Nombre:	
Cargo: Técnico de Laboratorio		Cargo: Especialista en Suelos y Pavimentos		Cargo:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	



**CONSULTGEOPAV**  
S.A.C  
"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

TESIS INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA

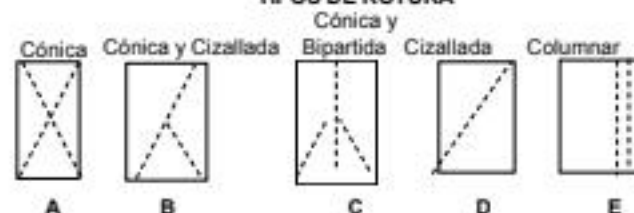
ING. RESP. : R.C.A.  
TÉCNICO : M.C.G.  
HECHO POR : E.C.G.  
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO**  
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

TIPO CEMENTO I

EDAD = 28 Dias  
f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

TIPOS DE ROTURA



Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump ( pulg )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 2 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	PET-5%-001	PET 5%	05-Oct	02-Nov	16800	10.01	78.7	213	3.4"	210	102	A		
2	PET-5%-002	PET 5%	05-Oct	02-Nov	17388	10.03	79.0	220	3.4"	210	105	A	103	100
3	PET-5%-003	PET 5%	05-Oct	02-Nov	17232	10.02	78.9	219	3.4"	210	104	A		

ELABORADO POR:		REVISADO POR:		CONTROL EXTERNO:	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:	Manuel Castro Gallo	Nombre:	Roberto Castro Aguino	Nombre:	
Cargo:	Técnico de Laboratorio	Cargo:	Especialista en Suelos y Pavimentos	Cargo:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS: INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA

ING. RESP. : R.C.A.  
 TÉCNICO : M.C.G.  
 HECHO POR : E.C.G.  
 FECHA : Octubre del 2023

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

EDAD = **7** Días  
 $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

TIPO CEMENTO I

#### TIPOS DE ROTURA



Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump ( pulg )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	PET-7%-001	PET 7%	05-Oct	12-Oct	12657	10.00	78.5	161	3.2"	210	77	B	76	70
2	PET-7%-002	PET 7%	05-Oct	12-Oct	12317	10.00	78.5	157	3.2"	210	75	A		
3	PET-7%-003	PET 7%	05-Oct	12-Oct	12587	10.01	78.7	160	3.2"	210	76	B		

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	CONTROL EXTERNO:
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: Manuel Castro Gallo	Nombre: Roberto Castro Aguirre	Nombre:
Cargo: Técnico de Laboratorio	Cargo: Especialista en Suelos y Pavimentos	Cargo:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

TESIS: INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA

ING. RESP. : R.C.A.  
TÉCNICO : M.C.G.  
HECHO POR : E.C.G.  
FECHA : Octubre del 2023

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO  
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

EDAD = 14 Días  
f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

TIPO CEMENTO I

TIPOS DE ROTURA



Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	PET-7%-001	PET 7%	05-Oct	19-Oct	14336	10.00	78.5	183	3.4"	210	87	A	88	90
2	PET-7%-002	PET 7%	05-Oct	19-Oct	14658	10.01	78.7	186	3.4"	210	89	A		
3	PET-7%-003	PET 7%	05-Oct	19-Oct	14505	10.02	78.9	184	3.4"	210	88	B		

ELABORADO POR:		REVISADO POR:		CONTROL EXTERNO:	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:	Manuel Castro Gallo	Nombre:	Roberto Castro Aguirre	Nombre:	
Cargo:	Técnico de Laboratorio	Cargo:	Especialista en Suelos y Pavimentos	Cargo:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

TESIS INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA

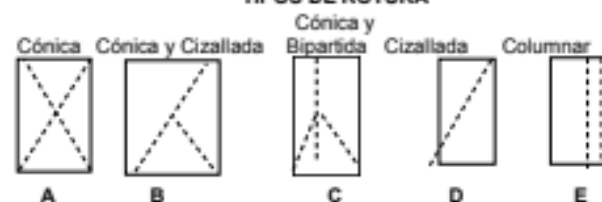
ING. RESP. : R.C.A.  
TÉCNICO : M.C.G.  
HECHO POR : E.C.G.  
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO**  
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

TIPO CEMENTO I

EDAD = **28** Dias  
f'c = **210** kg/cm<sup>2</sup>

TIPOS DE ROTURA



Prueba Nº	Registro Nº	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 2 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	PET-7%-001	PET 7%	05-Oct	02-Nov	15051	10.01	78.7	191	3.2"	210	91	A	90	100
2	PET-7%-002	PET 7%	05-Oct	02-Nov	14751	10.00	78.5	188	3.2"	210	89	A		
3	PET-7%-003	PET 7%	05-Oct	02-Nov	14343	10.02	78.9	182	3.2"	210	87	B		

ELABORADO POR:		REVISADO POR:		CONTROL EXTERNO:	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:	Manuel Castro Gallo	Nombre:	Roberto Castro Aguirre	Nombre:	
Cargo:	Técnico de Laboratorio	Cargo:	Especialista en Suelos y Pavimentos	Cargo:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	



**CONSULTGEOPAV**  
S.A.C  
"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS**

**DATOS DEL PROYECTO**

TESES : INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA  
SOLICITA : DENIS ALEJANDRO ZAPATA MORALES

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ  
NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709**

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Ancho b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
												Mr (Kg/cm2)	%	
1	PAT-001	PATRÓN	3.00	29/09/23	06/10/23	7	15.00	15.10	45.00	29.45	3003	39.5	88	45
2	PAT-002	PATRÓN	3.00	29/09/23	06/10/23	7	15.10	15.20	45.00	30.12	3071	39.6	88	
3	PAT-003	PATRÓN	3.00	29/09/23	06/10/23	7	15.20	15.10	45.00	30.89	3150	40.9	91	

TÉC. LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	SUPERVISIÓN
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:





**CONSULTGEOPAV**  
S.A.C  
"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS**

**DATOS DEL PROYECTO**

TEMA : INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA  
SOLICITA : DENIS ALEJANDRO ZAPATA MORALES

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ  
NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709**

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pu)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Ancho b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
												Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )	%	
1	PAT-001	PATRÓN	3.00	29/09/23	13/10/23	14	15.00	15.10	45.00	32.43	3307	43.5	97	45
2	PAT-002	PATRÓN	3.00	29/09/23	13/10/23	14	15.10	15.20	45.00	33.62	3428	44.2	98	
3	PAT-003	PATRÓN	3.00	29/09/23	13/10/23	14	15.20	15.10	45.00	33.76	3443	44.7	99	

TÉC. LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	SUPERVISIÓN
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS

DATOS DEL PROYECTO

TEMA : INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA  
SOLICITA : DENIS ALEJANDRO ZAPATA MORALES

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ  
NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Ancho b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
												Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )	%	
1	PAT-001	PATRÓN	3.00	29/09/23	27/10/23	28	15.00	15.10	45.00	34.21	3488	45.9	102	45
2	PAT-002	PATRÓN	3.00	29/09/23	27/10/23	28	15.10	15.20	45.00	35.65	3635	46.9	104	
3	PAT-003	PATRÓN	3.00	29/09/23	27/10/23	28	15.20	15.10	45.00	36.31	3703	48.1	107	

TÉC. LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	SUPERVISIÓN
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:



**CONSULTGEOPAV**  
S.A.C  
"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS**

**DATOS DEL PROYECTO**

TESES : INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA  
SOLICITA : DENIS ALEJANDRO ZAPATA MORALES

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ  
NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709**

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Ancho b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia Diseño (MR)
												Mr (Kg/cm2)	%	
1	PET-3%-001	PET 3%	3.60	03/10/23	10/10/23	7	15.00	15.10	45.00	16.18	1650	21.7	48	45
2	PET-3%-002	PET 3%	3.60	03/10/23	10/10/23	7	15.10	15.20	45.00	18.22	1858	24.0	53	
3	PET-3%-003	PET 3%	3.60	03/10/23	10/10/23	7	15.20	15.10	45.00	17.43	1777	23.1	51	

TÉC. LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	SUPERVISIÓN
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:



**CONSULTGEOPAV**  
S.A.C  
"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS**

**DATOS DEL PROYECTO**

TESES : INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA  
SOLICITA : DENIS ALEJANDRO ZAPATA MORALES

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ  
NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709**

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Ancho b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia Diseño (MR)
												Mr (Kg/cm2)	%	
1	PET-3%-001	PET 3%	3.60	03/10/23	17/10/23	14	15.00	15.10	45.00	23.41	2387	31.4	70	45
2	PET-7%-002	PET 3%	3.60	03/10/23	17/10/23	14	15.10	15.20	45.00	22.54	2298	29.6	66	
3	PET-7%-003	PET 3%	3.60	03/10/23	17/10/23	14	15.20	15.10	45.00	24.22	2470	32.1	71	

TEC. LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	SUPERVISIÓN
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:



**CONSULTGEOPAV**  
S.A.C  
"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS

DATOS DEL PROYECTO

TESIS : INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA  
SOLICITA : DENIS ALEJANDRO ZAPATA MORALES

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ  
NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Año h b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
												Mr (Kg/cm2)	%	
1	PET-3%-001	PET 3%	3.60	03/10/23	31/10/23	28	15.00	15.10	45.00	42.41	4325	56.9	126	45
2	PET-7%-002	PET 3%	3.60	03/10/23	31/10/23	28	15.10	15.20	45.00	40.54	4134	53.3	118	
3	PET-7%-003	PET 3%	3.60	03/10/23	31/10/23	28	15.20	15.10	45.00	44.22	4509	58.5	130	

TÉC. LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	SUPERVISIÓN
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:



**CONSULTGEOPAV**  
S.A.C  
"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS**

**DATOS DEL PROYECTO**

TESIS : INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA  
SOLICITA : DENIS ALEJANDRO ZAPATA MORALES

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ  
NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709**

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha robura	Dias	Ancho b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Robura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
												Mr (Kg/cm2)	%	
1	PET-5%-001	PET 5%	3.40	05/10/23	12/10/23	7	15.00	15.10	45.00	14.21	1449	19.1	42	45
2	PET-5%-002	PET 5%	3.40	05/10/23	12/10/23	7	15.10	15.20	45.00	14.93	1522	19.6	44	
3	PET-5%-003	PET 5%	3.40	05/10/23	12/10/23	7	15.20	15.10	45.00	13.88	1415	18.4	41	

TÉC. LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	SUPERVISIÓN
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:



# CONSULTGEOPAV

S.A.C

"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

RUC: 20602407021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS

DATOS DEL PROYECTO

TESIS : INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA  
 SOLICITA : DENIS ALEJANDRO ZAPATA MORALES

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ  
 NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pu)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Año b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
												Mr (Kg/cm2)	%	
1	PET-5%-001	PET 5%	3.40	05/10/23	19/10/23	14	15.00	15.10	45.00	27.33	2787	36.7	81	45
2	PET-5%-002	PET 5%	3.20	05/10/23	19/10/23	14	15.10	15.20	45.00	27.91	2846	36.7	82	
3	PET-5%-003	PET 5%	3.20	05/10/23	19/10/23	14	15.20	15.10	45.00	27.12	2765	35.9	80	

TÉC. LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	SUPERVISIÓN
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS**

**DATOS DEL PROYECTO**

TEMA : INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA  
 SOLICITA : DENIS ALEJANDRO ZAPATA MORALES

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ  
 NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709**

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Ancho b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
												Mr (Kg/cm2)	%	
1	PET-5%-001	PET 5%	3.40	05/10/23	02/11/23	28	15.00	15.10	45.00	36.86	3759	49.5	110	45
2	PET-5%-002	PET 5%	3.40	05/10/23	02/11/23	28	15.10	15.20	45.00	38.78	3954	51.0	113	
3	PET-5%-003	PET 5%	3.40	05/10/23	02/11/23	28	15.20	15.10	45.00	36.97	3770	48.9	109	

TÉC. LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	SUPERVISIÓN
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS

DATOS DEL PROYECTO

TESIS : INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA  
SOLICITA : DENIS ALEJANDRO ZAPATA MORALES

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ  
NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Año b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
												Mr (Kg/cm2)	%	
1	PET-7%-001	PET 7%	3.20	05/10/23	12/10/23	7	15.00	15.10	45.00	16.18	1650	21.7	48	45
2	PET-7%-002	PET 7%	3.20	05/10/23	12/10/23	7	15.10	15.20	45.00	18.22	1858	24.0	53	
3	PET-7%-003	PET 7%	3.20	05/10/23	12/10/23	7	15.20	15.10	45.00	17.43	1777	23.1	51	

TÉC. LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	SUPERVISIÓN
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS

DATOS DEL PROYECTO

TEMA : INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA  
SOLICITA : DENIS ALEJANDRO ZAPATA MORALES

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ  
NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Ancho b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
												Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )	%	
1	PET-7%-001	PET 7%	3.20	05/10/23	19/10/23	14	15.00	15.10	45.00	23.41	2387	31.4	70	45
2	PET-7%-002	PET 7%	3.20	05/10/23	19/10/23	14	15.10	15.20	45.00	22.54	2298	29.6	66	
3	PET-7%-003	PET 7%	3.20	05/10/23	19/10/23	14	15.20	15.10	45.00	24.22	2470	32.1	71	

TÉC. LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	SUPERVISIÓN
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS

DATOS DEL PROYECTO

TEMA : INVESTIGACIÓN DEL PET COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN CANALES VÍA EN LA REGIÓN DE PIURA  
SOLICITA : DENIS ALEJANDRO ZAPATA MORALES

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ  
NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Espesor (pu)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Ancho b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
												Mr (Kg/cm2)	%	
1	PET-7%-001	PET 7%	3.20	05/10/23	02/11/23	28	15.00	15.10	45.00	34.21	3488	45.9	102	45
2	PET-7%-002	PET 7%	3.20	05/10/23	02/11/23	28	15.10	15.20	45.00	35.65	3635	46.9	104	
3	PET-7%-003	PET 7%	3.20	05/10/23	02/11/23	28	15.20	15.10	45.00	36.31	3703	48.1	107	

TEC. LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	SUPERVISIÓN
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:



## ANEXO 6: Panel fotográfico



FOTO 1: ADQUISICION DE MATERIAL DE CANTERA\_AFREGADO GRUESO Y FINO.

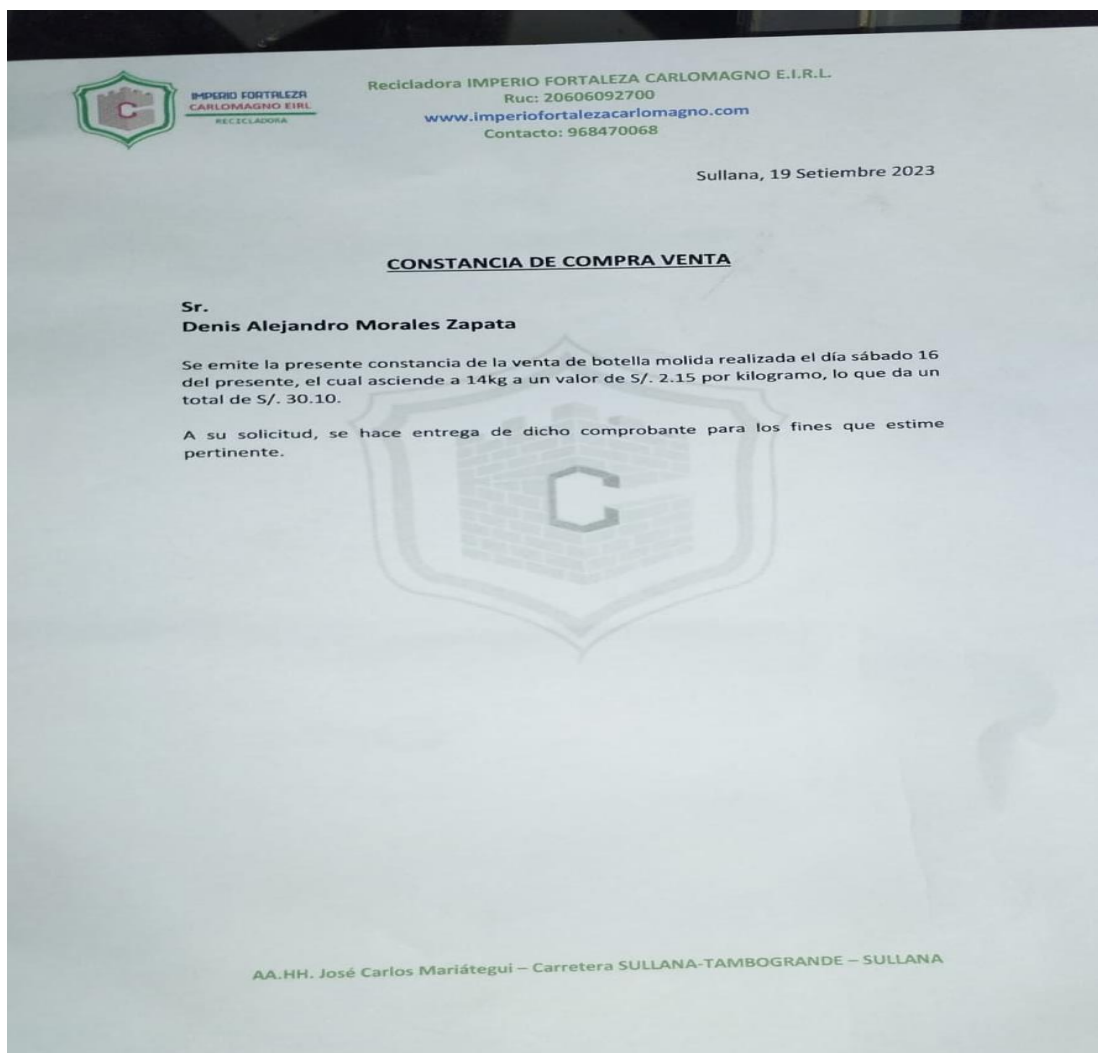
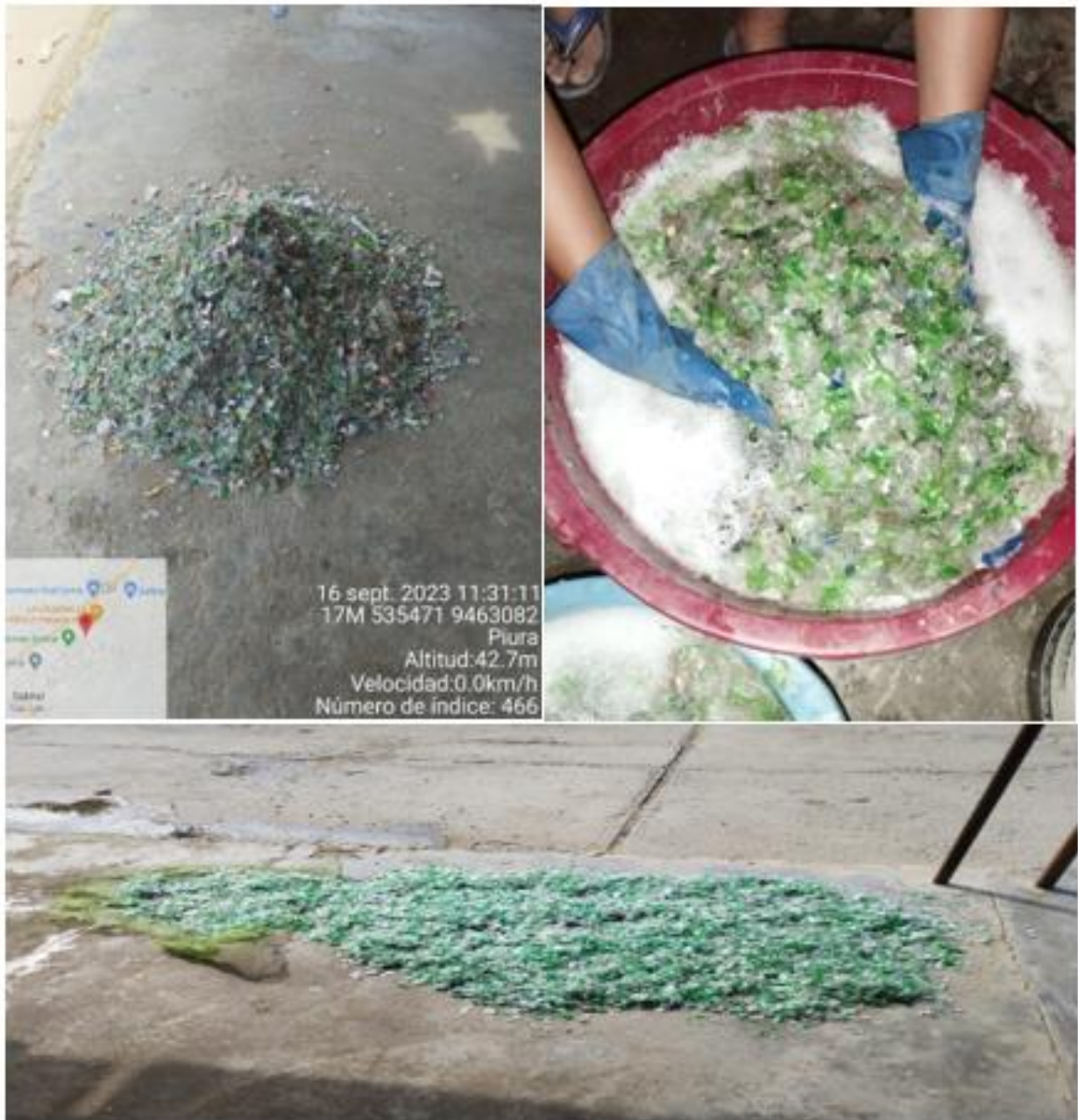


FOTO 2: CONSTANCIA DE COMPRA DE MATERIAL PET TRITURADO



*FOTO 3: PROCESO DE DESINFECCION DEL PET*



FOTO 4: CÁLCULO DE PESO ESPECÍFICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS.



FOTO 5: TAMIZAJE DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS



*FOTO 6: ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS.*



*FOTO 7: CALCULO DE PESOS UNITARIOS DEL PET*





FOTO 8: ENSAYO DE EQUIVALENTE DE FINOS



FOTO 9: PESO DE LAS PROPORCIONES DE AGREGADOS.



*FOTO 10: MEZCLA PARA DISEÑOS*



*FOTO 11: PREPARACIÓN DE MOLDES*



*FOTO 12: REGISTRO DE TEMPERATURA AMBIENTE Y DEL CONCRETO*



*FOTO 13: PRUEBA SLUMP*



FOTO 14: MEZCLA DE AGREGADOS DISEÑO DE CONCRETO CON 3% DE PET



FOTO 15: MEZCLA DE AGREGADOS DISEÑO DE CONCRETO CON 3% DE PET



*FOTO 16: ELABORACION DE VIGAS PARA ENSAYO DE FLEXIÓN*



*FOTO 17: ELABORACION DE VIGAS PARA ENSAYO DE FLEXIÓN*



FOTO 18: ELABORACION DE VIGAS PARA ENSAYO DE FLEXIÓN



FOTO 19: ROTURA DE PROBETAS DEL DISEÑO PATRÓN 7



*FOTO 20: ROTURA DE PROBETAS DEL DISEÑO CON EL 3% DE PET*



*FOTO 21: ROTURA DE PROBETAS DEL DISEÑO CON EL 5% DE PET*



FOTO 22: ROTURA DE PROBETAS DEL DISEÑO PATRON, CON EL 3, 5 Y 7% DE PET



FOTO 23: ENSAYO DE IMPERMEABILIDAD DEL DISEÑO CON EL 3% DE PET - 7 DÍAS



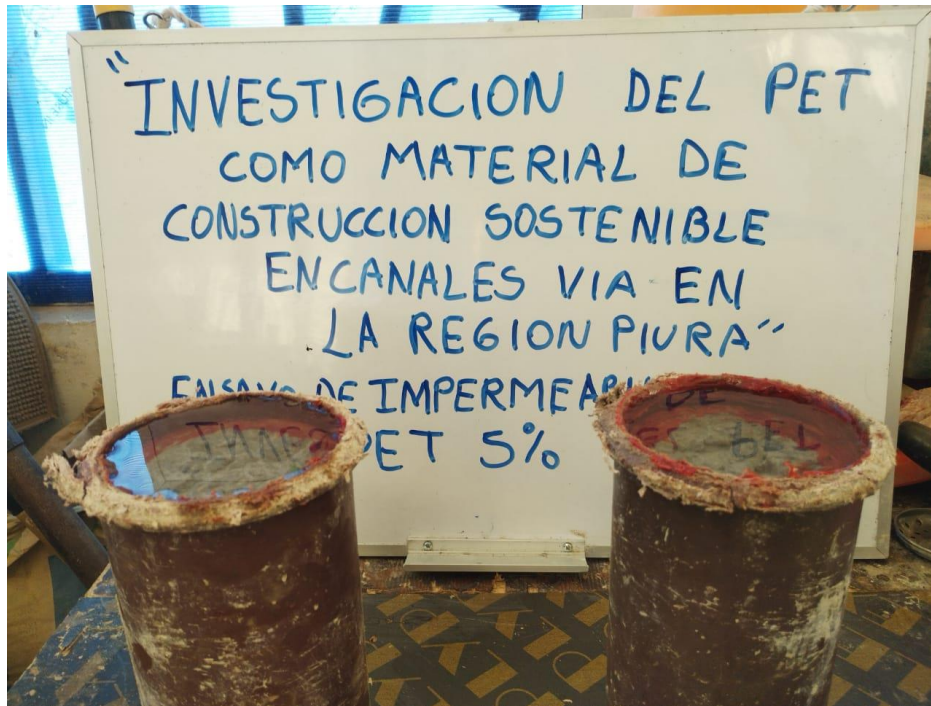


FOTO 24: ENSAYO DE IMPERMEABILIDAD DEL DISEÑO CON EL 5% DE PET - 7 DÍAS.



FOTO 25: ENSAYO DE IMPERMEABILIDAD DEL DISEÑO CON EL 7% DE PET - 7 DÍAS.



*FOTO 26: ENSAYO DE IMPERMEABILIDAD DEL DISEÑO PATRON - 7 DÍAS.*



FOTO 27: ENSAYO DE IMPERMEABILIDAD DEL DISEÑO PATRON - 14 Y 28 DÍAS.



FOTO 28: ENSAYO DE IMPERMEABILIDAD DEL DISEÑO CON EL 3% DE PET – 14 Y 28 DÍAS



Foto 29: ENSAYO DE IMPERMEABILIDAD DEL DISEÑO CON EL 5 Y 7% DE PET – 14 DÍAS



FOTO 30: ENSAYO DE IMPERMEABILIDAD DEL DISEÑO CON EL 5 Y 7% DE PET – 28 DÍAS



FOTO 31: ENSAYO DE FLEXIÓN DISEÑO PATRON, CON 3, 5 Y 7% DE PET



FOTO 32: ENSAYO DE FLEXIÓN DISEÑO PATRON, CON 3, 5 Y 7% DE PET



FOTO 33: ENSAYO DE FLEXIÓN DISEÑO PATRON, CON 3, 5 Y 7% DE PET