



ARTÍCULO ORIGINAL

## Adición de la fibra de polietileno tereftalato en pavimento rígido en la provincia de Angaraes – Huancavelica

Addition of the polyethylene fiber terephthalate in rigid pavement in the province of Angaraes – Huancavelica

• Franklin Surichaqui<sup>1</sup> • Heydi Quispe<sup>2</sup> • Rafael Taipe<sup>3</sup> • Héctor Quispe<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

Correo electrónico: [franklin.surichaqui@unh.edu.pe](mailto:franklin.surichaqui@unh.edu.pe)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2176-5304>

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

Correo electrónico: [heydi.quispe@unh.edu.pe](mailto:heydi.quispe@unh.edu.pe)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3781-6236>

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

<sup>4</sup>Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

**Recibido:** 05 Abril del 2021 / **Revisado:** 03 Mayo 2021 / **Aprobado:** 07 Junio 2021 / **Publicado:** 05 Julio del 2021

### RESUMEN

La presente investigación consiste en el estudio de la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) en pavimentos rígidos con resistencias de 350 kg/cm<sup>2</sup> empleados en la provincia de Angaraes de la Región de Huancavelica, así como la influencia de las cuantías de fibras en la resistencia a la compresión y a la tracción; y el análisis estadístico de los resultados obtenidos. Los ensayos con métodos y procedimientos de la Norma American Society for Testing and Materials (ASTM), muestran que la cuantía de fibras más apta es la de 2.00 kg/m<sup>3</sup> y se observa un incremento en un 7.15% en el módulo de rotura. Por otro lado, se comprobó estadísticamente que el incremento en la resistencia a la compresión de hormigones (pavimentos rígidos) reforzados con fibra es significativa, por lo que la adición de fibras afecta la resistencia a la compresión del hormigón; realizado la comparación de los espesores calculados, se puede afirmar que la introducción de una cuantía media de 2,0 kg/m<sup>3</sup> de fibras de PET reduce la resistencia a compresión en 10,67 %, con respecto al hormigón sin fibras.

**Palabras claves:** Fibra de PET; Adición; Cuantías de fibras; Resistencia a la tracción.

### ABSTRACT

The present research consists of the study of the addition of polyethylene terephthalate (PET) fibers in rigid pavements with strengths of 350 kg/cm<sup>2</sup> used in the province of Angaraes in the Huancavelica Region, as well as the influence of the amounts of fibers in the compressive and tensile strength; and the statistical analysis of the results obtained. The tests with methods and procedures of the American Society for Testing and Materials Standard (ASTM), show that the most suitable amount of fibers is 2.00 kg/m<sup>3</sup> and an increase of 7.15% in the modulus of rupture is observed. On the other hand, it was statistically proven that the increase in the compressive strength of concrete (rigid pavements) reinforced with fiber is significant, so that the addition of fibers affects the compressive strength of concrete; after comparing the calculated thicknesses, it can be affirmed that the introduction of an average amount of 2.0 kg/m<sup>3</sup> of PET fibers reduces the compressive strength by 10.67%, with respect to concrete without fibers.

**Keywords:** PET fiber; Addition; Fiber amounts; Tensile strength.

### 1. INTRODUCCIÓN

El pavimento rígido es una estructura compuesta por una losa de concreto, la cual se apoya sobre una capa de material granular seleccionado y compactado llamado sub-base, lo importante es que la losa de concreto tenga un apoyo suficientemente uniforme y estable.

El pavimento rígido tiene como característica principal absorber en un gran porcentaje los esfuerzos compresión y medianamente los esfuerzos de flexión, producidas por las cargas de tráfico, transmitiendo así, solo un pequeño

porcentaje de este esfuerzo hacia el suelo (Quezada, 2018).

La incorporación de fibras metálicas, polietilenos en el concreto, ha demostrado ser un medio útil para mejorar su capacidad de controlar la propagación de fisuras aumentar su resistencia a la tracción y su capacidad de deformación (Albornoz, 2014). En los últimos años, la utilización de concreto reforzados con fibras (HRF) ha ido creciendo en la construcción de pavimentos rígidos, pisos industriales, contención de túneles, etc. La incorporación de fibras de Polietileno Tereftalato (PET) a la concreta mejora las propiedades mecánicas del mismo, aumentando su ductilidad, lo cual mejora la calidad de la obra aumentando su vida útil controlando la figuración. Desafortunadamente, a pesar del uso cada vez más creciente del concreto con fibras no existe, a nivel normativo, una instrucción que permita establecer un marco de referencia para la adición apropiada de fibras en el concreto para poder evitar contratiempos durante la preparación, manejo y colado. Las fibras ofrecen muchos beneficios al concreto. A pocos años de utilización de las fibras en el país, un gran número de constructores, diseñadores, ingenieros y arquitectos ya están incorporando en sus especificaciones este tipo de refuerzo debido a que siguen existiendo fisuras en los pavimentos rígidos de las distintas regiones de nuestro país.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación comprende una serie de ensayos y estudios sobre los materiales que componen al concreto y sobre los factores que hacen que el concreto pueda mejorar su resistencia a la compresión y principalmente a la flexión de dicha materia, principalmente se empleó la fibra de polietileno tereftalato (PET) en pavimento rígido de la Provincia de Angaraes – Huancavelica, asimismo se emplearon la observación directa, ensayo de compresión y flexión (rotura de probetas)

Se desarrollaron diseños de mezclas para el concreto con una incorporación de fibras de polietileno tereftalato (PET) de 1.50 kg/m<sup>3</sup>, 2.00 kg/m<sup>3</sup> y 2.50 kg/m<sup>3</sup>, para una muestra de concreto f'c=350 kg/cm<sup>2</sup> con cemento Andino portland tipo I, previo a ello determinaremos la cantidad de agua para el diseño final. El procedimiento consistió en realizar ensayos de slump (asentamiento requerido) hasta obtener la cantidad de agua necesaria para lograr un asentamiento de 1" a 3" según el comité 211 del ACI para losas y pavimentos rígidos, con la cantidad de agua que logre este asentamiento se realizará el diseño de mezcla, para cada uno de

los pesos de fibra indicados (Cánova, 2021). Teniendo el diseño de mezcla del concreto sin fibra, además de haber obtenido la consistencia requerida, con un asentamiento de 1" a 3", y que alcanza 51 la resistencia a la compresión f<sub>c</sub>= 350 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días para el concreto con cemento Andino portland tipo I, se procedió a dosificar incorporando la fibra de polietileno tereftalato (PET) en 1.50 kg/m<sup>3</sup>, 2.00 kg/m<sup>3</sup> y 2.50 kg/m<sup>3</sup>, de acuerdo a los resultados que deseamos obtener. Finalmente se emplearon las Normas técnicas ASTM, ACI y Formatos de Laboratorio de Tecnología de Concreto de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones – Huancavelica.

En laboratorio se usaron materiales para el ensayo, balanza de 0.1 g de sensibilidad, Horno que mantenga una temperatura constante de 110 ± 5 °C, Recipientes volumétricos (taras) resistentes al calor y de volumen suficiente para contener la muestra, Espátulas de tamaños convenientes para el ensayo, molde cónico, pisón metálico, barra metal y espátula de tamaño conveniente, cepillo, brocha para limpiar los tamices, tamizador para cribar de una manera adecuada y rápida.

Finalmente, se procedió a desarrollar una serie de ensayos a compresión y flexión, las cuales serán ejecutadas en concreto con fibras y sin fibras de polietileno tereftalato. Traen consigo ventajas técnicas y económicas en comparación a los pavimentos rígidos convencionales (García, 2021)

## 3. RESULTADOS

### 1.1 Ensayo de contenido de humedad

La norma ASTM C566 – 84 y la NTP 339.185 indican el procedimiento para determinar el contenido de humedad del agregado fino.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{W \text{ de muestra húmeda} - w \text{ de muestra seca}}{w \text{ de muestra seca}} \times 100$$

#### a. Ensayo de contenido de humedad fino

**Tabla 1.**

*Contenido de humedad del agregado fino*

N° de prueba		1	2	3
N° de tarro Und		J-1	J-2	J-3
Peso del tarro	g	29.00	30.00	29.00
Tarro + muestra húmeda	g	232.00	216.75	230.50
Tarro + muestra Seco	g	220.00	206.02	219.00

Peso del agua contenida	g	12.00	10.73	11.50
Peso de la muestra seca	g	191.00	176.02	190.00
% de humedad	g	6.283	6.096	6.053

Humedad Promedio (%)	6.144
----------------------	-------

**b. Ensayo de contenido de humedad grueso**

**Tabla 2.**

*Contenido de humedad del agregado grueso*

N° de prueba		1	2	3
N° de tarro	Und.	J-1	J-2	J-3
Peso del tarro	g	31.00	30.00	29.00
Tarro + muestra húmeda	g	174.00	176.00	170.00
Tarro + muestra Seco	g	169.00	171.00	165.00
Peso del agua contenida	g	5.00	5.00	5.00
Peso de la muestra seca	g	138.00	141.00	136.00
% de humedad	g	3.623	3.546	3.676
Humedad Promedio (%)		3.615		

**1.2 Determinación del porcentaje de absorción de los agregados**

$$\% \text{ absorción} = \frac{W \text{ saturado superfic. seco} - w \text{ secado al horno}}{w \text{ secado al horno}} \times 100$$

**a. Porcentaje de absorción de agregado fino**

**Tabla 3.**

*Porcentaje de Absorción de agregado fino*

N° de prueba		1	2	3
N° de tarro	Und.	J-1	J-2	J-3
Peso del tarro	g	29.00	30.00	29.00
Tarro + Psss	g	90.00	90.00	90.00
Tarro + muestra Seca	g	87.57	87.55	87.57
Peso del Agregado SSS	g	61.00	60.00	61.00
Peso de la muestra seca	g	58.57	57.55	58.57
% de adsorción	g	4.149	4.257	4.149
Absorción Promedio (%)		4.185		

**b. Porcentaje de absorción de agregado grueso**

**Tabla 4.**

*Porcentaje de absorción de agregado grueso*

N° de prueba		1	2	3
N° de tarro	Und.	J-1	J-2	J-3
Peso del tarro	g	30.00	30.00	31.00
Tarro + muestra húmeda	g	155.00	166.10	160.60
Tarro + muestra Seco	g	152.52	163.48	158.20
Peso del agua contenida	g	125.00	136.10	129.60
Peso de la muestra seca	g	122.52	133.48	127.20
% de humedad	g	2.024	1.963	1.887
Absorción Promedio (%)		1.958		

### 1.3 Ensayo de análisis granulométrico de agregados.

Los resultados que se ha obtenido, según los cálculos es como sigue:

$$\% \text{ retenido} = \frac{W (\text{de material retenido por tamiz})}{w (\text{total de la muestra})} \times 100$$

$$MF = \frac{(\sum \text{Retenido acumulado hasta el tamiz N}^\circ 100)}{100}$$

#### a. Análisis granulométrico del agregado fino

**Tabla 5.**

*Análisis granulométrico de agregado fino*

Tamiz	Peso retenido (Kg.)	% retenido	% ret acumulado	% que pasa
2"	0	0	0	0
1 ½"	0	0	0	0
¾ "	0	0	0	0
3/8 "	0	0	0	0
# 4	0	0	0	100.00
# 8	0.10435	5.218	5.218	94.783
# 16	0.52026	26.013	31.231	68.770
# 30	0.6062	30.310	61.541	38.460
# 50	0.47759	23.880	85.420	14.580
# 100	0.20716	10.358	95.778	4.222
# 200	0.04718	2.359	98.137	1.863
Fondo	0.037	1.863	100.00	0
Σ=	2	100		

#### b. Análisis granulométrico del agregado grueso

**Tabla 6.**

*Análisis granulométrico de agregado grueso*

Tamiz	Peso retenido (Kg.)	% retenido	% ret acumulado	% que pasa
2"	0	0	0	0
1 ½"	0.050	2.522	2.522	97.478
¾ "	0.930	46.513	49.035	50.965
3/8 "	0.583	29.180	78.215	21.785
# 4	0.436	21.785	100.00	0
# 8	0	0	100.00	0
# 16	0	0	100.00	0
# 30	0	0	100.00	0
# 50	0	0	100.00	0
# 100	0	0	100.00	0
Σ=	2.00	100		

#### c. Tamaño máximo y tamaño máximo nominal:

De acuerdo a la NTP 400.037 el tamaño máximo del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso. De acuerdo a la NTP 400.037

se entiende por tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido (Araujo, 2019).

Tamaño Máximo Nominal = 1 ½"

#### 1.4 Peso unitario seco suelto de los agregados

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos (Gutiérrez de López, 2003). Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado

en ASTM C 29 y NTP 400.017. Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa. Por ejemplo, para un agregado grueso pesos unitarios altos significan que quedan muy pocos huecos por llenar con arena y cemento.

$$PUSS = \frac{W \text{ (peso de material)}}{Vr \text{ (volumen de recipiente)}}; \frac{Kg}{m^3}$$

##### a. Peso unitario seco suelto del agregado fino

**Tabla 7.**

*Análisis granulométrico de agregado fino*

N° de prueba	Und.	1	2	3
Volumen del molde	m <sup>3</sup>	0.00554	0.00554	0.00554
Peso del molde	g	9995.00	9995.00	9995.00
Peso del agregado + peso molde	g	19175.00	19175.00	19175.00
Peso del agregado	g	9180.00	9180.00	9180.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m <sup>3</sup>	1657.040	1657.040	1657.040
Peso unitario suelto seco (%)		1657.040		

##### b. Peso unitario seco suelto del agregado grueso

**Tabla 8.**

*Análisis granulométrico de agregado fino*

N° de prueba	Und.	1	2	3
Volumen del molde	m <sup>3</sup>	0.00554	0.00554	0.00554
Peso del molde	g	9995.00	9995.00	9995.00
Peso del agregado + peso molde	g	18700.00	18721.00	18715.00
Peso del agregado	g	8705.00	8726.00	8720.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m <sup>3</sup>	1571.300	1575.090	1574.007
Peso unitario suelto seco (%)		1573.466		

#### 1.5 Peso unitario seco compactado de agregados

$$PUSS = \frac{W \text{ (peso de material)}}{Vr \text{ (volumen de recipiente)}}; \frac{Kg}{m^3}$$

##### a. Peso unitario seco compactado del agregado fino

**Tabla 9.**

*Análisis granulométrico de agregado fino*

N° de prueba	Und.	1	2	3
Volumen del molde	m <sup>3</sup>	0.00554	0.00554	0.00554
Peso del molde	g	9995.00	9995.00	9995.00
Peso del agregado + peso molde	g	19590.00	19589.50	19590.15
Peso del agregado	g	9595.00	9594.50	9595.15
Peso unitario compactado seco	Kg/m <sup>3</sup>	1731.949	1731.859	1731.977
Peso unitario compactado seco (%)		1731.928		

##### b. Peso unitario seco suelto del agregado grueso

**Tabla 10.**

*Análisis granulométrico de agregado grueso*

N° de prueba	Und.	1	2	3
Volumen del molde	M <sup>3</sup>	0.00554	0.00554	0.00554
Peso del molde	g	9995.00	9995.00	9995.00
Peso del agregado + peso molde	g	19805.00	19806.00	19820.00
Peso del agregado	g	9810.00	9811.00	9825.00

Peso unitario compactado seco	Kg/m <sup>3</sup>	17700.758	1770.939	1773.466
Peso unitario compactado seco (%)		1771.721		

### 1.6 Peso específico de los agregados

El peso específico se refiere a la densidad de las partículas individuales y no a la masa del agregado como un todo (Gutiérrez de López, 2003). Pudiendo definirse al peso específico como la relación, a una temperatura estable, de la masa de un volumen unitario del material, a la masa del mismo volumen de agua

destilada, libre de gas. El peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo corresponde a agregados absorbentes y débiles (Campos, 2017).

#### a. Peso específico del agregado fino

**Tabla 11.**  
*Análisis granulométrico de agregado fino*

N° de prueba		1	2	3
N° de tarro	Und.	L-8	L-9	L-10
Peso del tarro	g	63.00	63.00	63.00
Tarro + muestra seca	g	163.00	163.00	163.00
Peso de la muestra Seco	g	100.00	100.00	100.00
Volumen inicial de la probeta Msss	mL	200.00	200.00	200.00
Volumen final de la probeta	mL	242.00	241.00	241.00
Volumen de la muestra	mL	42.00	41.00	41.00
Peso específico seco	g	2380.952	2439.024	2439.024
Peso específico promedio		2419.667		

#### b. Peso específico del agregado grueso

**Tabla 12.**  
*Análisis granulométrico de agregado fino*

N° de prueba		1	2	3
N° de tarro	Und.	L-8	L-9	L-10
Peso del tarro	g	63.00	63.00	63.00
Tarro + muestra seca	g	168.00	168.00	168.00
Peso de la muestra Seco	g	105.00	105.00	105.00
Volumen inicial de la probeta Msss	mL	200.00	200.00	200.00
Volumen final de la probeta	mL	242.00	243.00	243.00
Volumen de la muestra	mL	42.00	43.00	43.00
Peso específico seco	g	2500	2441.00	2441.00
Peso específico promedio		2461.240		

### 1.7 Ensayos para la elaboración del concreto

Para el diseño del concreto después de haber concluido los ensayos para determinar todas las características físicas de los materiales, se procede al diseño de mezcla. Independientemente que las características finales del concreto que se indican en las especificaciones técnicas o

dejadas al criterio del profesional responsable del diseño de mezcla, las cantidades de materiales por metro cúbico de concreto pueden ser determinadas, cuando se emplea el método del comité 211 del ACI (Solier, 2020).

#### a. Desarrollo de diseño de mezcla para una resistencia de F'C = 350 kg/cm<sup>3</sup>, para pavimentos rígidos

Teniendo los ensayos de características físicas de los agregados

se procede a desarrollar el diseño de mezcla para  $f'c = 350 \text{ kg/m}^3$ .

**Tabla 13.**  
*Resumen del ensayo y características del agregado*

<b>CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO</b>		
<b>Agregado fino</b>	<b>Und.</b>	<b>Resultado</b>
Humedad natural del agregado fino	%	6.144
Porcentaje de absorción agregado fino	%	4.185
Módulo de finura		2.792
Determinación del peso unitario suelto seco de agregado fino	Kg/m <sup>3</sup>	1657.040
Determinación del peso unitario compactado seco de agregado fino	Kg/m <sup>3</sup>	1731.928
Peso específico del agregado fino	Kg/m <sup>3</sup>	2419.667
<b>Agregado grueso</b>	<b>Und.</b>	
Humedad natural del agregado grueso	%	3615.00
Porcentaje de absorción agregado fino	%	1.958
Módulo de finura		7.298
Determinación del peso unitario suelto seco de agregado fino	Kg/m <sup>3</sup>	1573.466
Determinación del peso unitario compactado seco de agregado fino	Kg/m <sup>3</sup>	1771.721
Peso específico del agregado fino	Kg/m <sup>3</sup>	2461.240

### 1.8 Diseño de mezcla del concreto con 1.5 kg/m<sup>3</sup> de fibra de polietileno tereftalato con cemento andino portland tipo I.

Las dosificaciones se realizaron con materiales en obra, extraídos directamente de la cantera de Ocopa.

A continuación, se presenta los valores calculados para la dosificación de mezcla con fibras de polietileno tereftalato, para lo cual primero tomamos como referencia la cantidad de materiales obtenidos para producir un metro cubico de concreto sin fibra.

#### a. Presentación del peso en obra de los materiales

**Tabla 14.**  
*Peso en obra de materiales para 1.5 kg de fibra PET*

<b>Material</b>	<b>Peso en obra de materiales por m<sup>3</sup></b>	
	<b>Peso</b>	<b>Und.</b>
Cemento	419.192	Kg
Agua	136.76	L
Ag. Grueso	1323.23	Kg
Ag. fino	437.39	Kg
Aire	1.00	%
Fibra PET	1.50	kg

**Tabla 15.**  
*Dosificación en obra para 1.5kg de fibra de PET*

<b>Dosificación</b>	<b>Dosificación en obra</b>				
	<b>Cemento</b>	<b>A. Grueso</b>	<b>A. Fino</b>	<b>Agua D.</b>	<b>Fibra PET</b>
<b>En peso</b>	<b>1</b>	<b>3.16</b>	<b>1.04</b>	<b>0.33</b>	<b>0.0036</b>

**b. Presentación de dosificación para una probeta cilíndrica y prismática.**

**Tabla 16.**

*Dosificación para una probeta cilíndrica con 1.5 kg de fibra en obra*

<b>Para Probetas Cilíndricas (1.5)</b>		
Dosificación para 0.0053015 m <sup>3</sup> en obra		
Cemento	<b>2.22</b>	Kg
A. Grueso	7.02	Kg
A. Fino	2.32	Kg
Agua Diseño	0.73	L
Fibra PET	0.0080	Kg

**Tabla 17.**

*Dosificación para una probeta prismática con 1.5 kg de fibra en obra*

<b>Para Probetas Cilíndricas (1.5)</b>		
Dosificación para 0.01125 m <sup>3</sup> en obra		
Cemento	<b>4.72</b>	Kg
A. Grueso	14.89	Kg
A. Fino	4.92	Kg
Agua Diseño	1.54	L
Fibra PET	0.0169	Kg

**1.9 Diseño de mezcla del concreto con 2.0 kg/m<sup>3</sup> de fibra de polietileno tereftalato con cemento andino portland tipo I.**

Las dosificaciones se realizaron con materiales en obra, extraídos directamente de la cantera de Ocopa.

A continuación, se presenta los valores calculados para la dosificación de mezcla con fibras de polietileno tereftalato, para lo cual primero tomamos como referencia la cantidad de materiales obtenidos para producir un metro cubico de concreto sin fibra.

**a. Presentación del peso en obra de los materiales**

**Tabla 18.**

*Peso en obra de materiales para 2.0 kg de fibra PET*

<b>Peso en obra de materiales por m<sup>3</sup></b>		
<b>Material</b>	<b>Peso</b>	<b>Und.</b>
Cemento	419.192	Kg
Agua	136.76	L
Ag. Grueso	1323.23	Kg
Ag. fino	437.39	Kg
Aire	1.00	%
Fibra PET	2.00	kg

**Tabla 19.**

*Dosificación en obra para 2.0 kg de fibra de PET*

<b>Dosificación en obra</b>					
<b>Dosificación</b>	<b>Cemento</b>	<b>A. Grueso</b>	<b>A. Fino</b>	<b>Agua D.</b>	<b>Fibra PET</b>
<b>En peso</b>	<b>1</b>	<b>3.16</b>	<b>1.04</b>	<b>0.33</b>	<b>0.0048</b>

**b. Presentación de dosificación para una probeta cilíndrica y prismática.**

**Tabla 20.**

*Dosificación para una probeta cilíndrica con 2.0 kg de fibra en obra*

<b>Para Probetas Cilíndricas (2.0)</b>		
Dosificación para 0.0053015 m <sup>3</sup> en obra		
Cemento	<b>2.22</b>	Kg
A. Grueso	7.02	Kg
A. Fino	2.32	Kg
Agua Diseño	0.73	L



Fibra PET	0.0106	Kg
-----------	--------	----

**Tabla 21.**

*Dosificación para una probeta prismática con 1.5 kg de fibra en obra*

<b>Para Probetas Prismática (2.0)</b>		
Dosificación para 0.01125 m <sup>3</sup> en obra		
Cemento	<b>4.72</b>	Kg
A. Grueso	14.89	Kg
A. Fino	4.92	Kg
Agua Diseño	1.54	L
Fibra PET	0.0225	Kg

**1.10 Diseño de mezcla del concreto con 2.5 kg/m<sup>3</sup> de fibra de polietileno tereftalato con cemento andino portland tipo I.**

Diseño de mezcla del concreto con 2.5 kg/m<sup>3</sup> de fibra de polietileno tereftalato  
Las dosificaciones se realizaron con materiales en obra, extraídos directamente de la cantera de Ocopa.

A continuación, se presenta los valores calculados para la dosificación de mezcla con fibras de polietileno tereftalato, para lo cual primero tomamos como referencia la cantidad de materiales obtenidos para producir un metro cubico de concreto sin fibra.

**a. Presentación del peso en obra de los materiales**

**Tabla 22.** Peso en obra de materiales para 2.0 kg de fibra PET

<b>Peso en obra de materiales por m<sup>3</sup></b>		
<b>Material</b>	<b>Peso</b>	<b>Und.</b>
Cemento	419.192	Kg
Agua	136.76	L
Ag. Grueso	1323.23	Kg
Ag. fino	437.39	Kg
Aire	1.00	%
Fibra PET	2.50	kg

**Tabla 23.** Dosificación en obra para 2.0 kg de fibra de PET

<b>Dosificación en obra</b>					
<b>Dosificación</b>	<b>Cemento</b>	<b>A. Grueso</b>	<b>A. Fino</b>	<b>Agua D.</b>	<b>Fibra PET</b>
<b>En peso</b>	<b>1</b>	<b>3.16</b>	<b>1.04</b>	<b>0.33</b>	<b>0.0060</b>

**b. Presentación de dosificación para una probeta cilíndrica y prismática.**

**Tabla 24.** Dosificación para una probeta cilíndrica con 2.5 kg de fibra en obra

<b>Para Probetas Cilíndricas (2.5)</b>		
Dosificación para 0.0053015 m <sup>3</sup> en obra		
Cemento	<b>2.22</b>	Kg
A. Grueso	7.02	Kg
A. Fino	2.32	Kg
Agua Diseño	0.73	L
Fibra PET	0.0133	Kg

**Tabla 25.** Dosificación para una probeta prismática con 2.5 kg de fibra en obra

<b>Para Probetas Prismática (2.5)</b>		
Dosificación para 0.01125 m <sup>3</sup> en obra		
Cemento	<b>4.72</b>	Kg
A. Grueso	14.89	Kg
A. Fino	4.92	Kg
Agua Diseño	1.54	L

**1.11 Análisis comparativo referente a la resistencia a la compresión del concreto en probetas cilíndricas**

A continuación, se compararán y analizarán los resultados obtenidos de los ensayos y las relacionen que guardan entre ellos. Como se sabe en el presente estudio se ha empleado el cemento Andino Portland Tipo I, en la fibra de Polietileno Tereftalato en pesos de fibra (kg) por metro cubico de concreto de 1.5 kg/m<sup>3</sup>, 2 kg/m<sup>3</sup> y 2.5 kg/m<sup>3</sup>, con agregados provenientes de la cantera de Ocopa.

La práctica y las investigaciones que se hicieron a lo largo de este estudio nos permitirán analizar los resultados y ver en qué medida se benefician las propiedades de consistencia y de resistencia del concreto con la incorporación de fibras de plastic (fibras de PET), puesto que es el fin de este tema de investigación.

A continuación, se muestran los cuadros y el gráfico que representan el estudio de los resultados de los ensayos de resistencia practicados al concreto con y sin fibra de PET, a las edades de 7, 14 y 28 días.

**Tabla 26.**  
*Resumen de Ensayos de resistencia a la compresión del concreto*

Característica del diseño	Cantidad Fibra de PET (Kg/m <sup>3</sup> )	Relación a/c Efectiva	Prom. Resistencia Comp. (Kg/cm <sup>2</sup> ) (días)		
Concreto sin fibra PET	0	0.33	217.00	305.00	356.00
Concreto Con fibra de PET	1.50	0.33	255.00	213.00	291.00
Concreto Con fibra de PET	2.00	0.33	242.00	255.00	318.00
Concreto Con fibra de PET	2.50	0.33	257.00	262.00	313.00

De los resultados que se pueden apreciar debo indicar que el concreto elaborado con el 10 % de fibra de polietileno tereftalato tiene un mejor comportamiento por cuanto se nota un incremento en la resistencia a la compresión diferenciado en los concretos preparados con dicha fibra de polietileno tereftalato para el diseño respecto al concreto normal sin fibra.

Polietileno Tereftalato en pesos de fibra (kg) por metro cubico de concreto de 1.5 kg/m<sup>3</sup>, 2 kg/m<sup>3</sup> y 2.5 kg/m<sup>3</sup>, con agregados provenientes de la cantera de Ocopa.

**1.12 Análisis comparativo referente a la resistencia a flexión del concreto en probetas prismáticas**

A continuación, se compararán y analizarán los resultados obtenidos de los ensayos y las relacionen que guardan entre ellos. Como se sabe en el presente estudio se ha empleado el cemento Andino Portland Tipo I, en la fibra de

La práctica y las investigaciones que se hicieron a lo largo de este estudio nos permitirán analizar los resultados y ver en qué medida se benefician las propiedades de consistencia y de resistencia del concreto con la incorporación de fibras de plástico (fibras de PET), puesto que es el fin de este tema de investigación.

A continuación, se muestran los cuadros y el gráfico que representan el estudio de los resultados de los ensayos de resistencia practicados al concreto con y sin fibra de PET, a las edades de 7, 14 y 28 días.

**Tabla 27.**  
*Resumen de ensayos de resistencia a la flexión del concreto*

Característica del diseño	Fibra de PET (Kg/m <sup>3</sup> )	Relación a/c Efectiva	Prom. Resistencia Comp. (Kg/cm <sup>2</sup> ) (días)		
			7	14	28
Concreto sin fibra PET	0	0.33	31.444	30.839	38.095
Concreto Con fibra de PET	1.50	0.33	35.072	31.141	35.676
Concreto Con fibra de PET	2.00	0.33	26.909	25.094	40.816
Concreto Con fibra de PET	2.50	0.33	27.816	28.42	35.374

#### 4. CONCLUSIÓN

Las fibras de Polietileno Tereftalato incrementan la resistencia a la Flexión en pavimentos rígidos en la provincia de Angaraes – Huancavelica. Además las fibras de polietileno tereftalato si influye favorablemente en las propiedades físicas,

mecánicas y en su durabilidad, pero a excepción a la resistencia a compresión del pavimento rígido en la provincia de Angaraes – Huancavelica, se puede determinar que un concreto reforzado con fibras de PET a una dosificación de 2 kg de fibra respecto a su volumen, resiste más a los esfuerzos por flexión que uno sin fibras de PET.

#### 5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Lopez Asencios, Y. M. (2022). *Adición de fibras recicladas de polipropileno y acero para evaluar las propiedades del concreto hidráulico de un pavimento rígido*, Lima 2022.
- Hernando Tazza, A. I., & Huamaní Quispe, N. J. (2019). *Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno* Av. Áncash El Agustino 2019.
- Achancaray Manotupa, J., & Grajeda Roca, L. E. (2019). *Análisis de la influencia de las fibras de polipropileno en el concreto usado en pavimentos rígidos con agregado de la cantera de Huambutio*, Cusco, 2017.
- Lindao Cedeño, K. P., & Romero Ortega, A. C. (2018). *Incidencia de las fibras de polipropileno y fibras metálicas en un Hormigón para Pavimento rígido  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$*  (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería Civil).
- Condori de la Peña, E. N., & Palomares Hurtado, V. M. (2018). *Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima*, 2018.
- Suarez Ramos, E. M., & Vigo Flores, Y. A. (2020). *Adición de fibra Sikafiber LH 45/35 para mejorar las propiedades del concreto  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , en pavimentos rígidos*, Lima-2020.
- Silupú Tello, H. J., & Saldaña Briones, J. F. (2019). *Efectos de las fibras de polipropileno sobre las propiedades físico mecánico de un concreto convencional para pavimentos rígidos utilizando cemento Qhuna, Trujillo-La Libertad* 2018.
- Blancas Herrera, V. H. (2020). *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*.
- Barros Fierro, V. P., & Ramírez Cueva, H. C. (2012). *“Diseño de hormigones con fibras de polipropileno para resistencias a la compresión de 21 y 28 MPa con agregados de la cantera de Pífo”*.
- Gutiérrez de López, L. (1989). *Teoría y práctica en la elaboración de mezclas de concreto*. Ingeniería Civil.
- Díaz, A. B., Mateus, E. G. G., & Beltrán, C. P. (2013). *Evaluación del comportamiento mecánico de un concreto reforzado con fibras textiles de vidrio sometido a cargas de flexión para su uso en la elaboración de elementos urbanísticos prefabricados*. Tekhnê, 10(1), 5-18.
- García Torres, M. (2013). *Diseño de concreto de alta resistencia  $f_c = 480 \text{ kg/cm}$  usando agregados del río Huallaga para la ciudad de Tarapoto*.