



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS PRÁCTICO Y ECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MATERIALES PET EN CONCRETO PARA PAVIMENTOS, CAJAMARCA 2025”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Miguel Angel Soto Tacilla
Fatima Fiorela Chavez Aliaga

Asesor:

Dr. Dante Salas Mercado

<https://orcid.org/0000-0003-0656-1979>

Cajamarca - Perú

2025

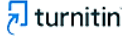
JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	NIXON BRAYAN PECHE MELO
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	DANTE SALAS MERCADO
	Nombre y Apellidos

Informe de Similitud

 Página 2 of 248 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega trn:oid::1:3309305014

13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía

Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales




- 12%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Tabla de contenidos

Índice de tablas.....	7
Índice de Figuras	9
Resumen.....	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
1.1 Realidad problemática.....	13
1.2 Formulación del problema	20
1.3 Objetivos:	21
1.4 Hipótesis.....	21
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	26
CAPÍTULO III: RESULTADOS	51
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	81
REFERENCIAS	90
ANEXOS	98

Índice de tablas

Tabla 1: Distribución de dos factores y un bloque según la investigación	29
Tabla 2: Requerimiento de granulometría para Agregado Fino	30
Tabla 3: Análisis granulométrico del Agregado Fino	30
Tabla 4: Características Adicionales del Agregado Fino	31
Tabla 5: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso	33
Tabla 6: Características Adicionales del Agregado Grueso	33
Tabla 7: Propiedades del Agua Potable de Cajamarca	35
Tabla 8: Cantidad de Material para el Diseño de Mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – Compresión y Flexión	51
Tabla 9: Cantidad de PET (gr) y reducción del 5% del agregado grueso (kg), considerado en los ocho diseños de mezcla de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	52
Tabla 10: Datos generales del diseño de mezcla de concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para el Ensayo de Compresión (ASTM C39 / NTP 339.034)	53
Tabla 11: Datos generales del diseño de mezcla de concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para el Ensayo de Flexión (ASTM C78 / NTP 339.078)	54
Tabla 12: Resultados del ensayo de compresión a los 7 días de curado	55
Tabla 13: Tabla ANOVA del ensayo de Compresión a los 7 días	56
Tabla 14: Tabla de TUKEY del ensayo de Compresión a los 7 días	57
Tabla 15: Resultados del ensayo de compresión a los 14 días de curado	57
Tabla 16: Tabla ANOVA del ensayo de Compresión a los 14 días	59
Tabla 17: Tabla de TUKEY del ensayo de Compresión a los 14 días	59

Tabla 18: Resultados del ensayo de compresión a los 28 días de curado	60
Tabla 19: Tabla ANOVA del ensayo de Compresión a los 28 días	61
Tabla 20: Tabla de TUKEY del ensayo de Compresión a los 28 días	61
Tabla 21: Resultados del ensayo de flexión a los 28 días de curado.....	63
Tabla 22: Tabla ANOVA del ensayo de Flexión a los 28 días	64
Tabla 23: Tabla de TUKEY del ensayo de Flexión a los 28 días.....	65
Tabla 24: Cantidad de Material para el Diseño de Mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - abrasión.....	66
Tabla 25: Cantidad de PET (gr) y reducción del 5% del agregado grueso (kg), considerado en los ocho diseños de mezcla de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	67
Tabla 26: Datos generales del diseño de mezcla de concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en los ocho diseños ejecutados.	67
Tabla 27: Resultados del ensayo de abrasión a los 28 días de curado	68
Tabla 28: Tabla ANOVA del ensayo de Abrasión a los 28 días	69
Tabla 29: Tabla de TUKEY del ensayo de Abrasión a los 28 días	70

Índice de Figuras

Figura 1: Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso	32
Figura 2: Cemento Portland Compuesto Tipo ICo de marca Pacasmayo Extra-Forte.....	34
Figura 3: Identificación y verificación del PET “Tipo Lechoso”	36
Figura 4: Ensayo de Contenido de Humedad para el Agregado Grueso y Fino	37
Figura 5: Ensayo de Análisis Granulométrico al Agregado Fino y Grueso.....	38
Figura 6: Ensayo de Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Grueso.....	39
Figura 7: Ensayo de Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino	40
Figura 8: Ensayo de Densidad Aparente y Vacíos en el Agregado Grueso y Fino - Peso Unitario Suelto.....	40
Figura 9: Ensayo de Densidad Aparente y Vacíos en el Agregado Grueso y Fino - Peso Unitario Compactado.....	41
Figura 10: Medición de la temperatura del concreto fresco, ejecución del ensayo de asentamiento (slump) y engrasado de moldes	43
Figura 11: Vaciado de mezcla de concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, en los moldes de probetas de compresión	43
Figura 12: Rotulación y curado de especímenes de concreto para ensayos de compresión, flexión y abrasión	44
Figura 13: Ejecución del ensayo de compresión con diseño de mezcla de $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$	46
Figura 14: Ejecución del ensayo de flexión con diseño de mezcla de $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$...	47
Figura 15: Ejecución del ensayo de abrasión con diseño de mezcla de $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$..	49
Figura 16: Datos requeridos para realizar la tabla ANOVA del ensayo de compresión a los 7	

días.....	56
Figura 17: Datos requeridos para realizar la tabla ANOVA del ensayo de compresión a los 14 días.....	58
Figura 18: Datos requeridos para realizar la tabla ANOVA del ensayo de compresión a los 28 días.....	60
Figura 19: Resultados de la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 de los ocho diseños de estudio.....	62
Figura 20: Datos requeridos para realizar la tabla ANOVA del ensayo de flexión a los 28 días.....	64
Figura 21: Resultados del ensayo de flexión a los 28 días de los ocho diseños de estudio .65	
Figura 22: Datos requeridos para realizar la tabla ANOVA del ensayo de abrasión a los 28 días.....	69
Figura 23: Resultados del ensayo de abrasión a los 28 días de los ocho diseños de estudio	71
Figura 24: Análisis de Costos de la partida de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ tradicional, enfocado a pavimentos rígidos	72
Figura 25: Análisis de Costos de la partida de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando el 2% de PET Reciclado, enfocado a pavimentos rígidos	73
Figura 26: Análisis de Costos de la partida de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando el 4% de PET Reciclado, enfocado a pavimentos rígidos	73
Figura 27: Análisis de Costos de la partida de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando el 6% de PET Reciclado, enfocado a pavimentos rígidos	74
Figura 28: Análisis de Costos de la partida de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ reduciendo el 5% de agregado grueso, enfocado a pavimentos rígidos.....	75
Figura 29: Análisis de Costos de la partida de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ reduciendo el	

5% de agregado grueso y adicionando el 2% de PET Reciclado, enfocado a pavimentos rígidos76

Figura 30: Análisis de Costos de la partida de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ reduciendo el 5% de agregado grueso y adicionando el 4% de PET Reciclado, enfocado a pavimentos rígidos77

Figura 31: Análisis de Costos de la partida de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ reduciendo el 5% de agregado grueso y adicionando el 6% de PET Reciclado, enfocado a pavimentos rígidos78

Figura 32: Comparación de Costos de los Ocho Diseños de Mezcla de Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ aplicado en Pavimentos Rígidos79

Resumen

Actualmente el impacto ambiental influye más con la sociedad, provocando así, que los desechos plásticos, especialmente el PET, sea un motivo de búsqueda de soluciones sustentables que favorezcan a la sociedad, en la presente tesis nos enfocaremos en el sector constructivo. Este estudio evalúa el impacto de incluir PET reciclado en porcentajes del 0%, 2%, 4% y 6%, incluyendo también la disminución del 5% del agregado grueso, todo esto evaluado a características mecánicas del concreto para pavimentos rígidos. Se evaluarán mediante 3 tipos de ensayos: Compresión, Flexión y Abrasión, los cuales siguieron un diseño experimental con dosificaciones reguladas. Los hallazgos revelaron que las combinaciones del 2% y 4% de PET exhiben incrementos en resistencia a la compresión (hasta 298.88 kg/cm²) y flexión (hasta 51.77 kg/cm²), sobrepasando al concreto tradicional; además, la combinación con 2% registró la menor pérdida con respecto al ensayo de abrasión. Con esto se deduce que, en las proporciones ideales, el PET funciona como un refuerzo físico que potencia la cohesión interna y la resistencia del concreto, aparte de promover construcciones sustentables.

PALABRAS CLAVES: PET Reciclado, Concreto, RCD, Propiedades mecánicas, costos

NOTA

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto** por determinación de los propios autores, en concordancia con el Texto Integrado del Reglamento RENATI (artículo 12), la Directiva N°048-2020-CONCYTEC-P que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto (ALICIA) administrado por el pliego Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC y la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

REFERENCIAS

- Abdi, M., Abbasi, A., & Fazlavi, M. (2024). *Una revisión exhaustiva del efecto de diversos porcentajes y formas de fibra de PET en las propiedades mecánicas del hormigón*. 7, 15–29. Obtenido de: https://www.jcepm.com/article_196718.html
- Aguilar, J. C. (2022). *Influencia Del Agregado Reciclado En La Resistencia A La Compresión Y El Porcentaje De Absorción De Adoquines Peatonales Lima 2020*. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/11537/31048>
- Ahmad, F., Jamal, A., Mazher, K. M., Umer, W., & Iqbal, M. (2021). Evaluación del desempeño del hormigón plástico modificado con plástico de desechos electrónicos como reemplazo parcial del agregado grueso. *Materials*, 15(1). Obtenido de: <https://doi.org/10.3390/ma15010175>
- Arias, E. (2024). *Economía Circular En Minería Mediante Concreto Proyectado Aplicando Tereftalato De Polietileno Reciclado*. Obtenido de: <https://www.revistamineria.com.pe/tecnico-cientifico/economia-circular-en-mineria-mediante-concreto-proyectado-aplicando-tereftalato-de-polietileno-reciclado>
- Askar, M. K., Al-Kamaki, Y. S. S., & Hassan, A. (2023). Utilización de tereftalato de polietileno (PET) en hormigón: una revisión. In *Polymers* (Vol. 15, Issue 15). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). Obtenido de: <https://doi.org/10.3390/polym15153320>
- Benites, M. A., & Garcia, C. J. (2024). *Evaluación de las propiedades mecánicas de un concreto para uso estructural incorporando tereftalato de polietileno reciclado, Piura 2024*. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/148710>
- Borja, M. (2021). *Metodología de la Investigación Científica*. Obtenido de: https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil
- Campana, J., & Flores, R. (2020). *Comportamiento de los plásticos reciclados PET en la*

- resistencia a compresión y flexión del concreto $f'c$ 210*, Lima, 2019. Obtenido de:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56681>
- Castro, M. (2024). *Mejoramiento de la Resistencia a la Compresión del Concreto $f'c$ = 210 kg/cm², incorporando PET en la ciudad de Piura*, 2024. Obtenido de:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/156499>
- Chirinos, H. (2015). *Presupuestos y análisis de costos en ingeniería civil*. Obtenido de:
<https://es.scribd.com/document/850057327/Villacorta-Chirinos-Luis-Humberto>
- Construyendo Seguro. (2024). *Mezcla de concreto: todo lo que debes saber*. Obtenido de:
<https://www.construyendoseguro.com/mezcla-de-concreto-todo-lo-que-debes-saber/>
- Cordova, S. (2020). *Utilización de plástico reciclado (PET), en elementos prefabricados de concreto de $f'c=210$ kg/cm²*, Lima 2019. Obtenido de:
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/59813>
- Creswell, J. W. (2015). *Investigación educativa: planificación, realización y evaluación de investigaciones cuantitativas y cualitativas*. Obtenido de:
<https://thuvienso.hoasen.edu.vn/handle/123456789/12789>
- Curinambe, K., & Pinto, F. A. (2024). *Análisis de incorporación de plástico PET reciclado en la resistencia de un concreto $f'c$ = 210 kg/cm²*, Moyobamba, 2024. Obtenido de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/158916>
- Damodar, J. (2020). *Flexural Strength – A Measure To Control Quality Of Rigid Concrete Pavements*. Obtenido de:
https://www.academia.edu/102509917/Flexural_Strength_A_Measure_to_Control_Quality_of_Rigid_Concrete_Pavements
- D'Angelo, J. (2019, September 26). *Agrietamiento del pavimento: ¿Qué propiedades del aglutinante controlan?* Obtenido de: <https://www.asphaltmagazine.com/pavement-cracking-2019/>
- Duraiswamy, S., Neelamegam, P., VishnuPriyan, M., & Alaneme, G. U. (2024). Impacto

de la fibra plástica residual y de los residuos de demolición de la construcción tratados en la durabilidad y sostenibilidad del hormigón. *Scientific Reports*, 14(1).
Obtenido de: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-78107-w>

Encajima, C. (2023). *Análisis de las propiedades físico-mecánicas del concreto con adición de fibra de alambre reciclado para pavimentos rígidos*, 2022. Obtenido de: <https://orcid.org/0000-0003-4154-9510>

Escarcena, J. (2023). *Propiedades Mecánicas Del Pavimento Rígido Empleando Fibras De Acero, Ayacucho* 2022. Obtenido de: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5489>

Fernandez, C., Hernandez, R., & Baptista, P. (2014). *METODOLOGIA EN LA INVESTIGACION*. Obtenido de: <https://www.casadellibro.com/libro-metodologia-en-la-investigacion/9789701057537/1099576>

Gámez, D. C., Vargas, A. J., Serrania, D. A., González, J. G., & Saldaña, H. (2025). Hormigón sostenible con áridos reciclados de residuos plásticos: comportamiento físico-mecánico. *Applied Sciences*, 15(7). Obtenido de: <https://doi.org/10.3390/app15073468>

Guerrero, E. A., & Trujillo, Y. L. (2020). *Influencia Del Agregado De Concreto Reciclado En Reemplazo Del Agregado Grueso A La Compresión Y Costo Del Concreto - Huaraz*, 2020. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57734>

Hernandez, R., & Mendoza, C. P. (2023). *Metodología de la Investigación. Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa Mixta* (2nd ed.). Obtenido de: https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion-las-rutas-cuantitativa-cualitativa-mixta_93340

Huamán, A. K. Y., Murga, C. E., Massa, L. A., & Olivera, A. (2023). Ciclo de vida del pavimento orientado a su agrietamiento y mantenimiento. *Llamkasun*, 4(1), 33–39. Obtenido de: <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v4i1.117>

Huaquisto, S., & Quenta, D. (2023). ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL USO DE RESIDUOS DE BOTELLAS DE PLÁSTICO EN EL HORMIGÓN

CONVENCIONAL. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 40, 49–58.

Obtenido de: <https://doi.org/10.20937/RICA.54696>

Juki, M. I., Awang, M., Annas, M. M. K., Boon, K. H., Othman, N., Binti, A., Roslan, M. A., & Khalid, F. S. (2013). Relación entre la resistencia a la compresión, a la tracción por hendidura y a la flexión del hormigón que contiene botellas de tereftalato de polietileno (PET) granuladas como agregado fino. *Advanced Materials Research*, 795, 356–359. Obtenido de: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.795.356>

Kiyaneets, A. (2018). *Hormigón con fibra de tereftalato de polietileno reciclado*. 84. Obtenido de: <https://doaj.org/article/a3c5f0fe181b4deca2049bc0c05272e0>

Lam, T. Q. K., Luong, T. B. Y., Cao, P. T., Duong, H. Q., & Tran, H. D. (2024). Effect of Recycled Broken Glass and Stone Aggregate Contents on the Compressive Strength of Concrete. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 456 LNCE. Obtenido de: https://doi.org/10.1007/978-981-99-9458-8_3

Liu, Y.-W., Lin, Y.-Y., & Cho, S.-W. (2020). Abrasion Behavior of Steel-Fiber-Reinforced Concrete in Hydraulic Structures. *Applied Sciences*, 10(16). Obtenido de: <https://doi.org/10.3390/app10165562>

Lopez, J. J. (2018). *Evaluación del deterioro y análisis de agrietamiento por fatiga tipo piel de cocodrilo del pavimento en Av. Malecon Checa 2018*.

Lozada, J. (2014). *Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria*.

Magbool, H. M. (2025). Sostenibilidad del uso de fibra plástica reciclada en hormigón verde: una revisión sistemática. *Case Studies in Construction Materials*, 22. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2025.e04432>

Mehta, P. K. (2014). *Hormigón: microestructura, propiedades y materiales* (4th ed.).

Obtenido de:

https://catalog.loc.gov/vwebv/search?searchCode=LCCN&searchArg=2013041254&searchType=1&permalink=y&_cf_chl_tk=HP62IX7Rw0Vi488xgc1q6iMhTX9u23vaI_BOrkFUyeg-1731717433-1.0.1.1-

[F6vmTQzdjtHXNK_kFJ37WTIdL0ydwBXIscwYq_Y0dyE](#)

Mirindi, D., Sinkhonde, D., & Mirindi, F. (2024). *Un estudio avanzado de fibras recicladas de PP, HDPE y PET con la aplicación del aprendizaje automático para mejorar la resistencia a la compresión del hormigón.*

Montenegro, K. (2019). *Estudio del tipo de fallas y los efectos que ocasionan en el pavimento flexible de la Av. Zona Tacna, Puente Piedra, Lima - 2019.*

Neville, A. M. (2011). *Concrete Technology* (2nd ed.).

OECD. (2018). *Manual de Frascati 2015. Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental.* Obtenido de: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/manual-de-frascati-2015_9789264310681-es

Osorio, J. (2024). *Resistencia Mecánica Del Concreto Y Resistencia A La Compresión.* Obtenido de: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion/>

Pachas, N. J., & Sanchez, E. A. (2022). *Deterioro de la infraestructura vial y su afectación en la seguridad vial en la Zona C del distrito de Lurín 2022.*

Pantoja, L., & Hernández, J. (2019). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos a través de aditivos líquidos.*

Paredes, J., Castillo, W., Salinas, G., Erazo, H., & Guerrero, V. H. (2023a). Optimización de las propiedades de compresión y flexión de revestimientos de mampostería con PET-1 reciclado. *Polymers*, 15(5). Obtenido de: <https://doi.org/10.3390/polym15051122>

Paredes, J., Castillo, W., Salinas, G., Erazo, H., & Guerrero, V. H. (2023b). Optimization of Compression and Flexural Properties of Masonry Veneers with Recycled PET-1. *Polymers*, 15(5). Obtenido de: <https://doi.org/10.3390/polym15051122>

Pérez, F. (2023, December 11). *Conoce qué es el pavimento, su clasificación y*

características. <https://cementostorices.com/blog/construccion/que-es-el-pavimento-tipos-y-caracteristicas/>

Pinedo, J. R. (2019). *Estudio de resistencia a la compresión del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$, con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018.* Obtenido de: <http://hdl.handle.net/11458/3458>

Qaidi, S., Al-Kamaki, Y., Hakeem, I., Dulaimi, A. F., Özkılıç, Y., Sabri, M., & Sergeev, V. (2023). Investigación de las propiedades físico-mecánicas y durabilidad del hormigón de alta resistencia con PET reciclado como sustituto parcial de los áridos finos. *Frontiers in Materials*, 10. Obtenido de: <https://doi.org/10.3389/fmats.2023.1101146>

Quisocala, J. J., & Jacho, E. M. (2021). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto 280kg/cm^2 con adición de fibras PET recicladas en Juliaca -Puno.* Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66061>

Quispe, J. M. (2020). *Adición de vidrio reciclado en un concreto $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$, para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, Lima, Perú-2020.*

Revista Costos. (2023, November 20). *Aditivos para Pavimentos.* Obtenido de: <https://revista-ps.costosperu.com/aditivos-para-pavimentos/>

Salamanca, Á. E. (2018). *Cambio climático y sector forestal: ¿Mitigación o adaptación?* Obtenido de: <https://www.researchgate.net/publication/327155120>

Sathvik, S., Rohithkumar, P., Shakor, P., Shahaji, Tantri, A., Kumar, V. R. P., & Singh, A. K. (2024). Mejorar la sostenibilidad urbana: un estudio sobre hormigón ligero y permeable que incorpora plástico reciclado. *Discover Sustainability*, 5(1). Obtenido de: <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00644-1>

Saucedo, J. A., Atoche, J. J., & Muñoz, S. P. (2021). *Uso de los agregados PET en la elaboración del concreto: revisión de la literatura.* Obtenido de: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/6942/6996>

Shukur, M. H., Ibrahim, K. A., Al-Darzi, S. Y., & Salih, O. A. (2023). Propiedades

mecánicas del hormigón utilizando diferentes tipos de plástico reciclado como sustituto de agregados. *Cogent Engineering*, 10(1). Obtenido de: <https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2243735>

Shurpali, A. A., Edwards, J. R., Kernes, R. G., Lange, D. A., & Barkan, C. P. L. (2014). Investigation of Material Improvements to Mitigate the Effects of the Abrasion Mechanism of Concrete Crosstie Rail Seat Deterioration. *Journal of Transportation Engineering*, 140(2). Obtenido de: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000616](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000616)

Silva, O. (2020, December 1). *Durabilidad y desempeño con fibras de acero para pavimentos de concreto*. Obtenido de: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/durabilidad-fibras-de-acero-para-pavimentos-de-concreto/>

SNETOR. (2025). *Pet Reciclado*. Obtenido de: <https://www.snetor.com/es/produit/pet-reciclado/>

Tibedu, D. (2024). *Viabilidad técnica de los residuos plásticos PET como sustituto de áridos finos en mezclas de hormigón* [Universidad de Addis Abeba]. Obtenido de: <https://www.studocu.com/row/document/addis-ababa-university/research-methods/research-on-technical-feasibility-of-pet-plastic-wastes-as-a-partial-replacement-for-fine-aggregates-in-concrete-mix/79056489>

Uche, C. K. A., Abubakar, S. A., Nnamchi, S. N., & Ukagwu, K. J. (2023). Agregados de tereftalato de polietileno en hormigón ligero estructural: un metaanálisis y una revisión. *Discover Materials*, 3(1), 24. Obtenido de: <https://doi.org/10.1007/s43939-023-00060-8>

Wankai. (2024, August 8). *La ciencia detrás de la apariencia del PET: la transición del blanco lechoso al transparente*. Obtenido de: <https://es.wkaiglobal.com/blogs/the-science-behind-pet-appearance-transitioning-from-milky-white-to-transparent>

Yılmaz, Y., & Nayır, S. (2024). Predicción basada en aprendizaje automático de la resistencia a la compresión y a la flexión del hormigón elaborado a partir de residuos

plásticos reciclados. *Structures*, 69. Obtenido de:
<https://doi.org/10.1016/j.istruc.2024.107363>