



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE UNA MEZCLA DE CONCRETO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS TIPO POLIPROPILENO MEDIANTE LA NORMA UNE EN-12350-5, TRUJILLO 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Cristofer Segundo Ponte Rojas

Richard Elgar Rodriguez Ferrer

Asesor:

Ing. Alberto Ruben Vásquez Díaz
<https://orcid.org/0000-0001-9018-5763>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	CINTHIA ALVARADO RUIZ	221096
	Nombre y Apellidos	N° de Colegiatura o N° DNI

Jurado 2	GERMAN SAGASTEGUI VÁSQUEZ	126049
	Nombre y Apellidos	N° de Colegiatura o N° DNI

Jurado 3	EDUAR RODRÍGUEZ BELTRÁN	213722
	Nombre y Apellidos	N° de Colegiatura o N° DNI

TABLA DE CONTENIDOS

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
1.1 Realidad Problemática	13
1.2 Formulación de problema	16
1.3 Objetivos	16
CAPÍTULO II: METODOLOGIA	17
CAPÍTULO III: RESULTADOS	39
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	53
REFERENCIAS	61
ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño de la investigación.....	17
Tabla 2. Matriz de clasificación de variables.	19
Tabla 3. Operacionalización de la variable dependiente consistencia del concreto.	20
Tabla 4. Operacionalización de la variable dependiente resistencia a la compresión del concreto.	21
Tabla 5. Operacionalización de la variable independiente residuos plásticos tipo polipropileno.....	22
Tabla 6. Tamaño de muestra de la variable consistencia.	23
Tabla 7. Tamaño de muestra de la variable resistencia a la compresión.....	24
Tabla 8. Pruebas para el análisis de datos.	26
Tabla 9. Características del agregado fino.....	39
Tabla 10. Características del agregado grueso.	39
Tabla 11. Diseño de mezcla del concreto patrón con cemento tipo I.....	40
Tabla 12. Diseño de mezcla del concreto con cemento tipo I + 3% residuos plásticos tipo polipropileno.....	40
Tabla 13. Diseño de mezcla del concreto con cemento tipo I + 5% residuos plásticos tipo polipropileno.....	41
Tabla 14. Diseño de mezcla del concreto con cemento tipo I + 7% residuos plásticos tipo polipropileno.....	41
Tabla 15. Diseño de mezcla del concreto patrón con cemento tipo GU.	42
Tabla 16. Diseño de mezcla del concreto con cemento tipo GU + 3% residuos plásticos tipo polipropileno.....	42
Tabla 17. Diseño de mezcla del concreto con cemento tipo GU + 5% residuos plásticos tipo polipropileno.....	43
Tabla 18. Diseño de mezcla del concreto con cemento tipo GU + 7% residuos plásticos tipo polipropileno.....	43
Tabla 19. Prueba de normalidad para la variable consistencia.....	47
Tabla 20. Análisis de varianza para la variable consistencia.	47
Tabla 21. Prueba de normalidad para la variable resistencia a la compresión a 7 días de curado.	48
Tabla 22. Prueba de normalidad para la variable resistencia a la compresión a 14 días de curado.	48
Tabla 23. Prueba de normalidad para la variable resistencia a la compresión a 28 días de curado.	49
Tabla 24. Análisis de varianza para la variable resistencia a la compresión a 7 días de curado.	49

Tabla 25. Análisis de varianza para la variable resistencia a la compresión a 14 días de curado.	50
Tabla 26. Análisis de varianza para la variable resistencia a la compresión a 28 días de curado.	50
Tabla 27. Análisis post prueba para la variable resistencia a la compresión a 7 días de curado.	51
Tabla 28. Análisis post prueba para la variable resistencia a la compresión a 14 días de curado.	51
Tabla 29. Análisis post prueba para la variable resistencia a la compresión a 28 días de curado.	52
Tabla 30. Ensayos en estado fresco de los concretos elaborados con cemento tipo I.	65
Tabla 31. Ensayos en estado fresco de los concretos elaborados con cemento tipo GU.	65
Tabla 32. Ensayos de consistencia de los concretos, según UNE EN-12350-5, elaborados con cemento tipo I.	65
Tabla 33. Ensayos de consistencia de los concretos, según UNE EN-12350-5, elaborados con cemento tipo GU.	66
Tabla 34. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto patrón con cemento tipo I (7 días de curado).	66
Tabla 35. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto patrón con cemento tipo I (14 días de curado).	66
Tabla 36. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto patrón con cemento tipo I (28 días de curado).	67
Tabla 37. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo I + 3% RP (7 días de curado).	67
Tabla 38. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo I + 3% RP (14 días de curado).	67
Tabla 39. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo I + 3% RP (28 días de curado).	68
Tabla 40. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo I + 5% RP (7 días de curado).	68
Tabla 41. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo I + 5% RP (14 días de curado).	68
Tabla 42. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo I + 5% RP (28 días de curado).	69
Tabla 43. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo I + 7% RP (7 días de curado).	69
Tabla 44. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo I + 7% RP (14 días de curado).	69

Tabla 45. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo I + 7% RP (28 días de curado).	70
Tabla 46. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto patrón con cemento tipo GU (7 días de curado).	70
Tabla 47. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto patrón con cemento tipo GU (14 días de curado).	70
Tabla 48. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto patrón con cemento tipo GU (28 días de curado).	71
Tabla 49. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo GU + 3% RP (7 días de curado).	71
Tabla 50. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo GU + 3% RP (14 días de curado).	71
Tabla 51. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo GU + 3% RP (28 días de curado).	72
Tabla 52. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo GU + 5% RP (7 días de curado).	72
Tabla 53. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo GU + 5% RP (14 días de curado).	72
Tabla 54. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo GU + 5% RP (28 días de curado).	73
Tabla 55. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo GU + 7% RP (7 días de curado).	73
Tabla 56. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo GU + 7% RP (14 días de curado).	73
Tabla 57. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo GU + 7% RP (28 días de curado).	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de la investigación.	27
Figura 2. Consistencia del concreto según la UNE EN-12350-5.	44
Figura 3. Resistencia a la compresión del concreto a 7 días de curado.	44
Figura 4. Resistencia a la compresión del concreto a 14 días de curado.	45
Figura 5. Resistencia a la compresión del concreto a 28 días de curado.	46
Figura 6. Matriz para la evaluación de experto de los instrumentos de recolección de datos.	75
Figura 7. Formato de la guía de observación para la variable consistencia.	76
Figura 8. Formato de la guía de observación para la variable resistencia a la compresión.	77
Figura 9. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto patrón con cemento tipo I a 7 días de curado.	78
Figura 10. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto patrón con cemento tipo I a 14 días de curado.	79
Figura 11. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto patrón con cemento tipo I a 28 días de curado.	80
Figura 12. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo I y adición de 3% de RPPP a 7 días de curado.	81
Figura 13. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo I y adición de 3% de RPPP a 14 días de curado.	82
Figura 14. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo I y adición de 3% de RPPP a 28 días de curado.	83
Figura 15. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo I y adición de 5% de RPPP a 7 días de curado.	84
Figura 16. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo I y adición de 5% de RPPP a 14 días de curado.	85
Figura 17. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo I y adición de 5% de RPPP a 28 días de curado.	86
Figura 18. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo I y adición de 7% de RPPP a 7 días de curado.	87
Figura 19. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo I y adición de 7% de RPPP a 14 días de curado.	88
Figura 20. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo I y adición de 7% de RPPP a 28 días de curado.	89
Figura 21. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto patrón con cemento tipo GU a 7 días de curado.	90
Figura 22. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto patrón con cemento tipo GU a 14 días de curado.	91

Figura 23. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto patrón con cemento tipo GU a 28 días de curado.	92
Figura 24. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo GU y adición de 3% de RPPP a 7 días de curado.	93
Figura 25. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo GU y adición de 3% de RPPP a 14 días de curado.	94
Figura 26. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo GU y adición de 3% de RPPP a 28 días de curado.	95
Figura 27. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo GU y adición de 5% de RPPP a 7 días de curado.	96
Figura 28. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo GU y adición de 5% de RPPP a 14 días de curado	97
Figura 29. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo GU y adición de 5% de RPPP a 28 días de curado.	98
Figura 30. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo GU y adición de 7% de RPPP a 7 días de curado.	99
Figura 31. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo GU y adición de 7% de RPPP a 14 días de curado.	100
Figura 32. Certificado de resistencia a la compresión para el concreto con cemento tipo GU y adición de 7% de RPPP a 28 días de curado.	101
Figura 33. Ensayo de PUCS del agregado fino	102
Figura 34. Ensayo de PUCS del agregado fino.	103
Figura 35. Ensayo de PUCS del agregado fino.	104
Figura 36. Ensayo de PUSS del agregado fino,	105
Figura 37. Ensayo de PUSS del agregado grueso.	106
Figura 38. Ensayo de PUSS del agregado grueso.	107
Figura 39. Ensayo de PUCS del agregado grueso.	108
Figura 40. Ensayo de PUCS del agregado grueso.	109
Figura 41. Tamizado manual de muestra representativa del agregado grueso	110
Figura 42. Muestra colocada en el horno para obtener contenido de humedad.	111
Figura 43. Peso de los residuos plásticos de acuerdo al diseño de mezcla obtenido.	112
Figura 44. Peso de los materiales de acuerdo al diseño de mezcla obtenido.	113
Figura 45. Peso de los materiales de acuerdo al diseño de mezcla obtenido.	114
Figura 46. Elaboración de concreto convencional y de concreto con material plástico (PET) en sus diferentes porcentajes.	115
Figura 47. Elaboración de concreto convencional y de concreto con material plástico (PET) en sus diferentes porcentajes.	116
Figura 48. Elaboración de concreto convencional y de concreto con material plástico (PET) en sus diferentes porcentajes.	117

Figura 49. Temperatura del concreto en estado fresco	118
Figura 50. Prueba de slump para realizar la prueba de asentamiento.....	119
Figura 51. Ensayo PUCC, realizando enrasado del concreto en la olla	120
Figura 52. Ensayo PUCC del concreto, enrasado del concreto listo para pesar.....	121
Figura 53. Ensayo de PUCC del concreto, realizando el pesado en la balanza.....	122
Figura 54. Determinar la consistencia del concreto con la mesa de sacudidas, se rellenó el cono con concreto en dos capas iguales.	123
Figura 55. Nivelando cada capa mediante 10 ligeros golpes con la barra de compactación.	124
Figura 56. Enrasado con la barra de compactación.....	125
Figura 57. Levante el cono verticalmente con cuidado	126
Figura 58. Medida de las dimensiones más grandes de la muestra de manera vertical y horizontal, en paralelo con los laterales de la mesa.....	127
Figura 59. Enrasado con la barra de compactación.....	128
Figura 60. Proceso de varillado para distribuir uniformemente la mezcla.....	129
Figura 61. Desarrollo del proceso de moldeado de testigos.....	130
Figura 62. Acabado final de los testigos de concreto.....	131
Figura 63. Curado de testigos de concreto convencional y con la respectiva adición de plástico triturado.....	132
Figura 64. Desarrollo del ensayo de resistencia a compresión.....	133
Figura 65. Rotura de testigo de concreto convencional.....	134
Figura 66. Falla de rotura de testigo de concreto con adición de Plástico reciclado.....	135
Figura 67. Falla de rotura de testigo de concreto con adición de Plástico reciclado.....	136
Figura 68. Falla de rotura de testigo de concreto con adición de Plástico reciclado.....	137
Figura 69. Se hizo la rotura de probetas a los 7 días, 14 días y 28 días para el concreto convencional y el concreto con material plástico reciclado.....	138

RESUMEN

La presente tesis fue desarrollada en el laboratorio Quality Control Express S.A.C., ubicado en la ciudad de Trujillo, empleando un diseño de investigación cuasi experimental; llegando a determinar la consistencia de una mezcla de concreto convencional con adición de residuos plásticos tipo polipropileno haciendo uso de la norma UNE EN-12350-5. Este estudio se elaboró empleando un muestreo no probabilístico por juicio de experto, así como a la observación como técnica de recolección de datos cuyos instrumentos fueron las guías de observación; por otra parte, el análisis de datos se realizó haciendo uso de la estadística descriptiva y estadística inferencial; considerando necesaria la realización de 8 diseños de mezcla, de los cuales 4 fueron para los concretos con cemento tipo I y 4 para los concretos con cemento tipo GU en porcentajes de 0%, 3%, 5% y 7%, proyectados para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y un asentamiento teórico de 3" a 4"; a los que se les evaluó su desempeño frente a la variable consistencia y resistencia a la compresión; llegando a demostrar que la incorporación de residuos plásticos tipo polipropileno influye positivamente, aunque no de manera significativa, en la consistencia del concreto; y, en cuanto a su resistencia, presenta mejoras estadísticamente significativas.

Palabras clave: concreto, residuos plásticos tipo polipropileno, consistencia, resistencia a la compresión.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

REFERENCIAS

- Armas, C. (2016). Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico. En *Revista Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 3 (2), pp. 79-91. Recuperado de <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/436/425>.
- Barreda, M., Iaiani, C. & Sota, J. (2000). Hormigón reforzado con fibras de polipropileno: tramo experimental de un pavimento de hormigón. En *Revista IV Coloquio Latinoamericano de Fractura y Fatiga*, pp. 1145-1150. Recuperado de <https://1library.co/document/y95n5kjz-hormigon-reforzado-fibras-polipropileno-tramo-experimental-pavimento-hormigon.html>.
- Caraguay, J. (2015). Diseño de mezclas de concreto elaboradas con fibras metálicas, fibras de polipropileno y agregados procedentes de dos canteras; con uso potencial en el pavimento de la vía de enlace a la Subestación Villonaco. Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.
- Cemex (2019). *Resistencia a la compresión en el concreto* En Blog: Artículos de Construcción. Recuperada de <https://www.cemex.com.pe>.
- Construmática (2018). *Consistencia del Hormigón Fresco*. Recuperado de https://www.construmatica.com/construpedia/Consistencia_del_Hormig%C3%B3n_Fresco.
- Hernández, D. & León, D. (2017). Estudio de concreto adicionado con fibras de polipropileno o sintéticas al 2%. Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

- Hernández, L., Gómez, J., Contreras, A. & Padilla, L. (2018). Resistencia a la compresión del concreto. Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.
- Isidro, G. (2017). Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto f_c 210 kg/cm². Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Jaramillo, G. & Zapata, L. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Universidad de Antioquía, Medellín, Colombia.
- Mendoza, C., Aire, C. & Dávila, P. (2011). Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido. En *Revista Concreto y cemento. Investigación y desarrollo*, 2 (2), pp. 35-47. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-30112011000100003&script=sci_abstract.
- NTP 339.034. (2015). CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Perú.
- NTP 339.035. (2009). CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Perú.
- NTP 339.046. (2008). CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto). Perú.
- NTP 339.184. (2013). CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto. Perú.

- NTP 339.185. (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Perú.
- NTP 400.012. (2013). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Perú.
- NTP 400.017. (2011). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. Perú.
- NTP 400.021. (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Perú.
- NTP 400.022. (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Perú.
- Palencia, D. (2020). Evaluación de las propiedades en estado fresco de un concreto autocompactante con adición de polietileno de alta densidad recuperado granulado. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Puentes, C. (2019). Influencia de la incorporación del polipropileno reciclado en la calidad del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$. Universidad Peruana de los Andes, Huancayo, Perú.
- Ramírez, M. (2017). Determinación de la manejabilidad de mezclas de concreto de bajo asentamiento utilizando el método de ensayo del consistómetro vebe. Universidad Rafael Landívar, Guatemala, Guatemala.
- Reciclario (s.f.). *Una guía para separar los residuos*. Recuperado de <http://reciclario.com.ar/indice/plastico-2/polipropileno-o-pp-5/>.

Toro, J. (2017). Influencia de la fibra de polipropileno con 5%, 10% y 15% del volumen del cemento en la resistencia a la compresión y tracción del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Universidad César Vallejo, Chimbote, Perú.

UNE EN-12350-5 (2018). Ensayos de Hormigón Fresco Parte 5: Ensayo de la Mesa de Sacudidas.

Yirda, A. (2021). *Definición de Concreto* En Blog: Concepto Definición. Recuperada de <https://conceptodefinicion.de/concreto/>.