



# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ . LIMA 2020.

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil.**

**Autores:**

Robert Ronald Gutierrez Blas

Juan Calderón Huaman

**Asesor:**

Mg. Ing. Daniel Bernal Diaz

Lima - Perú

2020

## Tabla de contenido

|  |     |
|--|-----|
| DEDICATORIA .....  | 10  |
| AGRADECIMIENTO .....   | 11  |
| ÍNDICE DE TABLAS .....   | 14  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....  | 16  |
| RESUMEN.....   | 17  |
| ABSTRACT .....   | 18  |
| CAPITULO I: INTRODUCCIÓN .....   | 19  |
| 1.1. Realidad problemática .....   | 19  |
| 1.2. Formulación del problema .....  | 24  |
| 1.2.1. Problema general.....   | 24  |
| 1.2.2. Problemas específicos.....  | 24  |
| 1.3. Objetivos.....  | 46  |
| 1.3.1. Objetivo general.....   | 46  |
| 1.3.2. Objetivos específicos.....  | 46  |
| 1.4. Hipótesis.....  | 46  |
| 1.4.1. Hipótesis general.....  | 46  |
| 1.4.2. Hipótesis específica.....   | 47  |
| CAPITULO II. METODOLOGIA .....   | 48  |
| 2.1. Tipo y diseño de investigación.....   | 48  |
| 2.1.1. Tipo de Investigación .....   | 48  |
| 2.1.2. Diseño de Investigación.....  | 48  |
| 2.2. Población y muestra. (materiales, instrumentos y métodos) .....   | 49  |
| 2.2.1. Población. ....   | 49  |
| 2.2.2. Muestra. ....   | 49  |
| 2.3. Unidad de estudio.....  | 55  |
| 2.4. Materiales y técnicas.....  | 55  |
| 2.4.1. Materiales .....  | 55  |
| 2.4.2. Técnicas.....   | 56  |
| 2.5. Procedimientos.....   | 57  |
| 2.5.1. Procedimiento con material convencional y con la adición de material reciclado.....   | 57  |
| CAPITULO III. RESULTADOS .....   | 100 |
| 3.1. Objetivo específico 1. ....   | 100 |
| Determinar la influencia en la resistencia a la compresión, un diseño de mezcla para concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , utilizando las fibras de vidrio y el acero reciclado como refuerzo..... | 100 |
| 3.2. Hipótesis específico 1.....   | 100 |
| Consideraciones del Diseño experimental:.....  | 101 |
| 3.3. Objetivo específico 2.....  | 107 |
| Determinar la influencia en la resistencia a la flexión, un diseño de mezcla para concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , utilizando las fibras de vidrio y el acero reciclado como refuerzo.....    | 107 |
| 3.4. Hipótesis específico 2.....   | 107 |

|   |     |
|---|-----|
| 3.5. Objetivo específico 3.....   | 115 |
| Determinar la influencia de abrasión, un diseño de mezcla para concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , utilizando las fibras de vidrio y el acero reciclado como refuerzo. .... | 115 |
| 3.6. Hipótesis específico 3.....  | 115 |
| CAPÍTULO IV: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES .....   | 120 |
| 4.1. DISCUSIONES .....  | 120 |
| 4.2. CONCLUSIONES.....  | 122 |
| REFERENCIAS.....  | 123 |
| ANEXOS: Certificados de Laboratorio y Fichas Técnicas.....  | 125 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| <i>Tabla 1 Tipos de fibras más comunes y sus propiedades</i> .....                       | 23  |
| <i>Tabla 2 Tensión</i> .....   | 37  |
| <i>Tabla 3 Operacionalización de variables</i> .....                                     | 49  |
| <i>Tabla 4 Número de probetas ensayadas</i> .....  | 50  |
| <i>Tabla 5 Datos de laboratorio</i> .....  | 58  |
| <i>Tabla 6 Resistencia requerida</i> .....   | 58  |
| <i>Tabla 7 Asentamiento</i> .....  | 59  |
| <i>Tabla 8 Contenido de agua</i> .....   | 59  |
| <i>Tabla 9 Contenido de aire atrapado</i> .....  | 59  |
| <i>Tabla 10 Relación agua - cemento y resistencia a la compresión del concreto</i> ..... | 60  |
| <i>Tabla 11 Cuadro para hallar el peso del agregado grueso seco.</i> .....               | 61  |
| <i>Tabla 12 Límites de gradación de Agregado Fino</i> .....                              | 69  |
| <i>Tabla 13 Límites de gradación de Agregado Grueso</i> .....                            | 70  |
| <i>Tabla 14 CH% del Agregado Grueso</i> .....  | 75  |
| <i>Tabla 15 CH% del Agregado Fino</i> .....  | 75  |
| <i>Tabla 16 Datos del</i> .....  | 77  |
| <i>Tabla 17 Resistencia requerida</i> .....  | 77  |
| <i>Tabla 18. Asentamiento</i> .....  | 78  |
| <i>Tabla 19 Contenido de Agua</i> .....  | 78  |
| <i>Tabla 20 Contenido de aire atrapado.</i> .....  | 78  |
| <i>Tabla 21 Relación agua - cemento y resistencia a la compresión del concreto</i> ..... | 79  |
| <i>Tabla 22 Cuadro para hallar el peso del agregado grueso seco</i> .....                | 80  |
| <i>Tabla 23 Resumen de la resistencia alcanzada a 7 días</i> .....                       | 91  |
| <i>Tabla 24 Resumen de la resistencia alcanzada a 14 días</i> .....                      | 92  |
| <i>Tabla 25 Resumen de la resistencia alcanzada a 28 días</i> .....                      | 93  |
| <i>Tabla 26 Resumen de la resistencia para Flexión alcanzada a 28 días</i> .....         | 97  |
| <i>Tabla 27 Valores de los ensayos a compresión</i> .....                                | 102 |
| <i>Tabla 28 Mediciones de la Resistencia a la compresión en cada tratamiento</i> .....   | 103 |
| <i>Tabla 29 Resultados de la prueba de Normalidad</i> .....                              | 105 |
| <i>Tabla 30 Prueba de homogeneidad de varianzas</i> .....                                | 106 |
| <i>Tabla 31 Resultado prueba ANOVA</i> .....   | 106 |
| <i>Tabla 32 Valores de los ensayos a flexión</i> .....                                   | 109 |

|   |            |
|---|------------|
| <i>Tabla 33 Análisis Descriptivo.....</i>                               | <i>110</i> |
| <i>Tabla 34 Resultados de la prueba de Normalidad.....</i>              | <i>111</i> |
| <i>Tabla 35 Prueba de homogeneidad de varianzas.....</i>                | <i>112</i> |
| <i>Tabla 36 Prueba ANOVA.....</i>                                       | <i>113</i> |
| <i>Tabla 37 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.....</i>                           | <i>114</i> |
| <i>Tabla 38 Valores de los ensayos a abrasión.....</i>                  | <i>117</i> |
| <i>Tabla 39 Prueba del análisis de varianza ANOVA DE UN FACTOR.....</i> | <i>117</i> |
| <i>Tabla 40 Porcentaje de abrasión.....</i>                             | <i>118</i> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Figura 1. Curvas típicas carga – abertura de fisura, para matrices con y sin fibras.....</i>  | <i>22</i> |
| <i>Figura 2. Preparación del concreto <math>f_c=210</math> Kg/cm<sup>2</sup> en estado fresco utilizando fibras de vidrio y acero.....</i> | <i>50</i> |
| <i>Figura 3. Preparación del cono de Abrams y medida del asentamiento.....</i>   | <i>51</i> |
| <i>Figura 4. Probetas <math>f_c=210</math> Kg/cm<sup>2</sup> en estado fresco.....</i>   | <i>51</i> |
| <i>Figura 5. Probeta de concreto ensayadas a compresión y flexión.....</i>   | <i>54</i> |
| <i>Figura 5. Características físicas.....</i>  | <i>57</i> |
| <i>Figura 6. Recolección de fibra de vidrio y polvillo de acero.....</i>   | <i>66</i> |
| <i>Figura 7. Quebrado y trituración de la fibra vidrio.....</i>  | <i>66</i> |
| <i>Figura 8. Tamizado (N°4) de la fibra de vidrio .....</i>  | <i>67</i> |
| <i>Figura 9. Selección con imán del polvillo de acero .....</i>  | <i>67</i> |
| <i>Figura 10. Pasante del tamiz N° 4. fibra de vidrio .....</i>  | <i>68</i> |
| <i>Figura 11. Tamizado del polvillo de acero con el Tamiz N° 200.....</i>  | <i>68</i> |
| <i>Figura 12. Análisis granulométrico del laboratorio.....</i>   | <i>70</i> |
| <i>Figura 13. Análisis granulométrico del laboratorio .....</i>  | <i>71</i> |
| <i>Figura 14. Análisis granulométrico del laboratorio Tamizado ASTM D-422 Y ASSHTO T88.....</i>  | <i>71</i> |
| <i>Figura 15. Colocación de los materiales en el horno.....</i>  | <i>76</i> |
| <i>Figura 16. Tandeo de materiales.....</i>  | <i>84</i> |
| <i>Figura 17. Toma de medida del Slump.....</i>  | <i>86</i> |
| <i>Figura 18. Vaciado de probetas prismáticas. ....</i>  | <i>87</i> |
| <i>Figura 19. Proceso de curado .....</i>  | <i>88</i> |
| <i>Figura 20. Ensayo a Compresión.....</i>   | <i>90</i> |
| <i>Figura 21. Tipos de fallas en los testigos ensayados. ....</i>  | <i>90</i> |
| <i>Figura 22. Diagrama del aparato para pruebas a flexión, ASTM C78-02 .....</i>   | <i>94</i> |
| <i>Figura 23. Colocación adecuada del espécimen, según medidas. ....</i>   | <i>95</i> |
| <i>Figura 24. Tipo de rotura.....</i>  | <i>95</i> |

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia combinada entre las fibras de vidrio y el polvillo de acero reciclado, como refuerzo, en las propiedades mecánicas de un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020.

Siendo el tipo de investigación cuasi experimental aplicada, debido a que se tomará la norma ACI 211 y de esta manera se desarrollará un diseño de mezcla convencional incorporando fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados como refuerzo para mejorar las propiedades mecánicas del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, asimismo se establece un control en donde se puede manipular de manera intencional la variable independiente de fibra de vidrio y polvillo de acero, para poder analizar la influencia sobre la variable dependiente en estado de compresión, flexión y abrasión en las probetas (cilíndricas y prismáticas) a ensayar.

Se utilizó como unidad de estudio, probetas para compresión y abrasión de 4" de diámetro y 8" de longitud, para flexión de 150 x 150 milímetros de dimensión y 500 milímetros de longitud.

Por otro lado, la metodología utilizada fue cuantitativa ya que se emplearon instrumentos de recolección de datos que permitieron cuantificar los resultados, como es el caso de la ficha de observación de datos, utilizando la estadística inferencial de los datos obtenidos para poder demostrar las hipótesis; utilizando la estadística inferencial mediante el programa SPSS v25 y de esta manera se pudo demostrar el resultado de las hipótesis, concluyendo que el valor ideal era utilizar el 2.5% de fibra de vidrio y polvillo de acero, para poder cumplir con los objetivos planteados.

**Palabras claves:** Diseño de mezcla, fibra de vidrio y polvillo de acero.

## ABSTRACT

The present investigation aims to determine the combined influence between glass fibers and recycled steel dust, as reinforcement, on the mechanical properties of a mix design for concrete  $f_c = 210$  kg / cm<sup>2</sup>, Lima 2020.

Being the type of applied quasi-experimental research, because the ACI 211 standard will be taken and in this way a conventional mixture design will be developed incorporating recycled glass fibers and steel dust as reinforcement to improve the mechanical properties of concrete  $f_c = 210$  kg / cm<sup>2</sup>, a control is also established where the independent variable of fiberglass and steel dust can be intentionally manipulated, in order to be able to analyze the influence on the dependent variable in the state of compression, flexion and abrasion in the test tubes (cylindrical and prismatic) to be tested.

Compression and abrasion test tubes of 6 "in diameter and 12" in length, for flexion of 150 x 150 millimeters in dimension and 500 millimeters in length, were used as the study unit.

On the other hand, the methodology used was quantitative since data collection instruments were used that made it possible to quantify the results, as is the case with the data observation sheet, using the inferential statistics of the data obtained to be able to demonstrate the hypotheses; Using inferential statistics through the SPSS v25 program, the result of the hypotheses could be demonstrated, concluding that the ideal value was to use 2.5% fiberglass and steel dust, in order to meet the objectives set.

**Key words:** Mix design, fiberglass and steel dust.



## **NOTA DE ACCESO**

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

## REFERENCIAS

BEKAERT. (s.f.). *Fibras de acero Dramix® 3D para refuerzo de hormigón*. Obtenido de

<http://www.bekaert.com/es-MX/productos/construccion/refuerzo-de-hormigon/fibras-de-acero-dramix-3d-para-refuerzo-de-hormigon>

Fernandez Canovas, M. (1981). *Hormigones Reforzados con Fibras de Acero*. Madrid.

MACAFFERI. (2007). *Fibras como Elemento Estructural para el Refuerzo del Hormigón*.

Brasilia.

Pasquel, E. (1998). *Tópicos de la Tecnología de Concreto*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.

Wight, J., & MacGregor, J. (2011). *Reinforced Concrete. Mechanics and design*. New Jersey: Pearson.

Abdullah M. y Jallo E. (2011). “Mechanical Properties of Glass Fiber Reinforced Concrete”. Department of Civil Engineering. University of Mosul.

Designs, A. B. (s.f.). *Hormigón Reforzado con Fibras de Acero*.

Visalvanich, K. a. (1983). Fracture Model for Fiber Reinforced Concrete. *ACI Journal*, 128-138.

SHAMIM A. - Performance of concrete structures retrofitted with fibre reinforced polymers. *Engineering Structures*, #24, 869-879, 2002.

ACI, Fiber Reinforced Concrete, Publicación SP-44, Detroit, (1982).

BELTRÁN L., “Hormigón reforzado con fibras de polipropileno”, Tesis de Grado de la Escuela Politécnica Nacional, pp. 6, 12, 14, 39, 62, Quito, (1986).

CAMANIERO, R., “Dosificación de Mezclas”, p. 48, Quito, (2006).

HANNANT, L., (1994), “Fiber – Reinforced Cements and Concrets”. En: ILLSTON, J.,

“Materiales de Construcción; su naturaleza y problemas”, p. 359, Londres, (2002).

TAYLOR, G., “Materials in Construction”, p. 284, Londres, Segunda Edición, (1994).

Castiblanco C. D. y Carrero L. A. (2015). “Estudio Teórico y Experimental del

Comportamiento del Hormigón con Materiales no Convencionales: Fibras de vidrio y Fibras de carbono, Sometido a Esfuerzos de Compresión”. Universidad Católica de Colombia. Bogotá.

Gowri R. Angeline M. (2013). “Effect of glass wool fibres on mechanical properties of concrete”. Department of Civil Engineering. India.

Muñoz C. J. 2007. Comportamiento mecánico del hormigón reforzado con fibra de vidrio.

Tesis de grado. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería.

Zapata Sierra J. A y Arango Córdoba S. (2013). “Influencia de la Fibra de Vidrio en las Propiedades Mecánicas de Mezclas de Concreto”. Universidad EAFIT, Colombia.