



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición de fibras de bagazo de caña de azúcar y ceniza de carbón
natural para mejorar las propiedades del concreto

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniero Civil

AUTOR:

Laban Guerrero, Emigdio Absalon (Orcid.org/0000-0003-4187-6263)

ASESOR:

M. Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy (Orcid.org/0000-0002-0250-4363)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

ATE VITARTE - PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a mis padres Teodomiro y Sabina por su apoyo incondicional, comprensión y por confiar siempre en mí. También dedico este trabajo de investigación a mis hermanos, y a mi familia en general por ser siempre el apoyo durante el proceso de redacción.

Emigdio Absalon Laban Guerrero

Agradecimiento

Agradezco a Dios por otorgarme la oportunidad de la vida, por unos padres ejemplares y por dar una buena salud a mis familiares.

A mis padres y hermanos por el apoyo económico y moral que me han brindado en todo este trayecto de mi vida profesional y por sus buenos consejos que me ayudan a ser una persona ética y moral.

Finalmente agradezco a la Universidad César Vallejo por haberme aceptado en ella y brindarme la posibilidad de estudiar la carrera que tanto he anhelado, también a los docentes de las diferentes áreas curriculares en especial a nuestro asesor de tesis M. Sc. Clemente Condori Luis Jimmy por el conocimiento y apoyo brindado para la culminación exitosa de esta investigación.

Emigdio Absalon Laban Guerrero

Índice de contenidos

| | |
|---|------|
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Declaratoria de Originalidad del Autor..... | iv |
| Índice de contenidos | v |
| Índice de tablas | vi |
| Índice de figuras | viii |
| Índice de anexos | xii |
| Índice de abreviaturas | xiii |
| Resumen..... | xiv |
| Abstract..... | xv |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Planteamiento del problema | 5 |
| 1.2. Objetivos | 6 |
| 1.3. Justificaciones..... | 6 |
| 1.4. Hipótesis | 7 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 9 |
| 2.1. Antecedentes | 9 |
| 2.2. Teorías relacionadas..... | 15 |
| III. METODOLOGÍA..... | 34 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 34 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 36 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo..... | 37 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 40 |
| 3.5. Procedimientos | 44 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 57 |
| 3.7. Aspectos éticos | 58 |
| IV. RESULTADOS..... | 59 |
| V. DISCUSIÓN | 116 |
| VI. CONCLUSIONES | 119 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 120 |
| REFERENCIAS..... | 121 |
| ANEXOS | 131 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Propiedades de la fibra de bagazo..... | 22 |
| Tabla 2. Caracterización general del carbón..... | 24 |
| Tabla 3. Formas de uso y productos derivados del carbón..... | 25 |
| Tabla 4. Tipos y usos del cemento Portland..... | 26 |
| Tabla 5. Especímenes para ensayos a compresión y tracción..... | 38 |
| Tabla 6. Ensayos para asentamiento | 39 |
| Tabla 7. Ensayos para peso unitario | 39 |
| Tabla 8. Interpretación de los coeficientes de confiabilidad | 42 |
| Tabla 9. Determinación del grado de confiabilidad..... | 43 |
| Tabla 10. Equivalente de arena para el agregado fino..... | 59 |
| Tabla 11. Impurezas orgánicas en el agregado fino..... | 59 |
| Tabla 12. Resultados del análisis granulométrico para el agregado fino | 60 |
| Tabla 13. Resultados del ensayo granulométrico para el agregado grueso..... | 62 |
| Tabla 14. Porcentaje de contenido de humedad de los agregados..... | 64 |
| Tabla 15. Peso unitario suelto para el agregado fino (PUS) | 65 |
| Tabla 16. Peso unitario compactado para el agregado fino (PUC) | 65 |
| Tabla 17. Peso unitario suelto para el agregado grueso (PUS) | 66 |
| Tabla 18. Peso unitario compactado del agregado grueso (PUC) | 66 |
| Tabla 19. Porcentaje de absorción y gravedad específica para el agregado fino | 67 |
| Tabla 20. Porcentaje de absorción y peso específico para el agregado grueso .. | 67 |
| Tabla 21. Propiedades de los agregados | 68 |
| Tabla 22. Pesos por tanda de una bolsa de cemento | 69 |
| Tabla 23. Diseño de mezcla con el 0.5% FBCA + 2.5%CCN..... | 69 |
| Tabla 24. Diseño de mezcla con el 1% FBCA + 5%CCN..... | 70 |
| Tabla 25. Diseño de mezcla con el 2% FBCA + 7%CCN..... | 70 |
| Tabla 26. Asentamiento del concreto patrón más adiciones | 71 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 27. Peso unitario del concreto patrón más adiciones | 72 |
| Tabla 28. Resistencia a compresión de especímenes de concreto a los 7 días .. | 74 |
| Tabla 29. Resistencia a compresión de especímenes de concreto a los 14 días | 76 |
| Tabla 30. Resistencia a compresión de especímenes de concreto a los 28 días | 78 |
| Tabla 31. Resistencia a tracción de especímenes de concreto a los 7 días | 80 |
| Tabla 32. Resistencia a tracción de especímenes de concreto a los 14 días | 82 |
| Tabla 33. Resistencia a tracción de especímenes de concreto a los 28 días | 84 |
| Tabla 34. Resumen de las resistencias a compresión | 86 |
| Tabla 35. Resumen de las resistencias a tracción | 87 |
| Tabla 36. Propiedades de los materiales | 89 |
| Tabla 37. Prueba de normalidad de resistencia a compresión a los 28 días | 97 |
| Tabla 38. Comparaciones múltiples de Tukey para compresión a 28 días | 98 |
| Tabla 39. Prueba Tukey de múltiples rangos para compresión a 28 días | 99 |
| Tabla 40. Medias de los grupos para la resistencia a compresión a 28 días | 100 |
| Tabla 41. Prueba de normalidad de resistencia a tracción a los 28 días | 101 |
| Tabla 42. Comparaciones múltiples de Tukey para tracción a 28 días | 103 |
| Tabla 43. Prueba Tukey de múltiples rangos para tracción a 28 días | 103 |
| Tabla 44. Medias para grupos sobre la resistencia a tracción a 28 días | 104 |
| Tabla 45. Prueba de normalidad para la trabajabilidad del concreto | 105 |
| Tabla 46. Prueba de normalidad para el peso unitario del concreto | 108 |
| Tabla 47. Comparaciones múltiples de Tukey para P.U. del concreto | 110 |
| Tabla 48. Prueba Tukey de múltiples rangos para P.U. del concreto | 110 |
| Tabla 49. Medias para los grupos sobre el P.U. del concreto | 111 |
| Tabla 50. Prueba de normalidad para compresión, tracción, slump y P.U. | 113 |
| Tabla 51. Correlación entre compresión, tracción, slump, P.U. y % de adición . | 114 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Comportamiento de estructuras ante sismos | 2 |
| Figura 2. Errores humanos que hacen que los edificios colapsen | 2 |
| Figura 3. Vaciado de concreto en climas fríos..... | 4 |
| Figura 4. Ubicación del distrito de el Tambo | 8 |
| Figura 5. Templo ceremonial de Saqsaywaman | 15 |
| Figura 6. Calzadas romanas | 16 |
| Figura 7. Acueducto de Segovia | 16 |
| Figura 8. Edificio Burj Al Arab..... | 16 |
| Figura 9. Antigua Grecia | 17 |
| Figura 10. Partes del tallo de caña de azúcar | 20 |
| Figura 11. Producto final de la combustión de la madera en carbón vegetal | 23 |
| Figura 12. Composición del concreto | 25 |
| Figura 13. Agregado fino..... | 27 |
| Figura 14. Agregado grueso..... | 28 |
| Figura 15. Medición de carga de una probeta a compresión..... | 29 |
| Figura 16. Forma de colocación del espécimen en máquina de prueba | 31 |
| Figura 17. Diagrama de ensayo de asentamiento para experimento | 31 |
| Figura 18. Ensayo de asentamiento del concreto | 32 |
| Figura 19. Método hipotético – deductivo..... | 36 |
| Figura 20. Fibra de bagazo de Empresa Azucare Agraria Andahuasi..... | 44 |
| Figura 21. Recolección de madera desechable | 45 |
| Figura 22. Recolección de la CCN | 45 |
| Figura 23. Selección de agregados de la cantera “Matahuasi” | 46 |
| Figura 24. Determinación del equivalente de arena en agregados | 46 |
| Figura 25. Ensayo granulométrico de agregados..... | 47 |
| Figura 26. Determinación de las impurezas orgánicas en el agregado fino | 47 |

| | |
|--|----|
| Figura 27. Procedimiento para el peso unitario suelto de los agregados | 48 |
| Figura 28. Determinación del peso unitario compactado de los agregados | 49 |
| Figura 29. Determinación del peso específico del agregado grueso | 49 |
| Figura 30. Determinación de la absorción de los agregados | 50 |
| Figura 31. Proceso para el tamizado de las fibras de FBCA | 50 |
| Figura 32. Determinación de la densidad de la CCN | 51 |
| Figura 33. Estimación del contenido de humedad impregnado en la ceniza..... | 51 |
| Figura 34. Preparación de materiales para el concreto | 52 |
| Figura 35. Diseño de mezclas patrón y con adiciones | 53 |
| Figura 36. Ensayo del asentamiento del concreto..... | 53 |
| Figura 37. Determinación de la trabajabilidad del concreto..... | 54 |
| Figura 38. Determinación del peso unitario del concreto | 54 |
| Figura 39. Elaboración y curado de especímenes de concreto..... | 55 |
| Figura 40. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes..... | 56 |
| Figura 41. Ensayo de resistencia a la tracción de especímenes..... | 57 |
| Figura 42. Representación de la curva granulométrica para el agregado fino | 61 |
| Figura 43. Visualización de la curva granulométrica del agregado grueso | 63 |
| Figura 44. Curva granulométrica del agregado global..... | 64 |
| Figura 45. Asentamiento del grupo control y grupos experimentales | 71 |
| Figura 46. Pesos unitarios del grupo control y grupos experimentales | 73 |
| Figura 47. Probeta patrón y adición para compresión a los 7 días..... | 75 |
| Figura 48. Evaluación de la resistencia a compresión a los 7 días | 75 |
| Figura 49. Evaluación de la resistencia a la compresión a los 14 días | 77 |
| Figura 50. Resistencia a compresión a los 28 días de grupos experimentales | 78 |
| Figura 51. Evaluación de la resistencia a compresión a los 28 días | 79 |
| Figura 52. Probeta patrón y adición para tracción a los 7 días..... | 80 |
| Figura 53. Evaluación de la resistencia a tracción a los 7 días | 81 |

| | |
|---|-----|
| Figura 54. Evaluación de la resistencia a tracción a los 14 días | 83 |
| Figura 55. Resistencia a tracción a los 28 días de grupos experimentales | 84 |
| Figura 56. Evaluación de la resistencia a tracción a los 28 días | 85 |
| Figura 57. Comparación de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días | 86 |
| Figura 58. Comparación de resistencia a tracción a los 7, 14 y 28 días | 88 |
| Figura 59. Creación de la sección de la columna..... | 89 |
| Figura 60. Herramientas de dibujos mediante líneas continuas..... | 90 |
| Figura 61. Modelo preliminar de la sección de la columna..... | 90 |
| Figura 62. Asignación de refuerzo longitudinal y transversal | 90 |
| Figura 63. Asignación de las propiedades de los materiales | 91 |
| Figura 64. Creación de las secciones para concreto y acero..... | 91 |
| Figura 65. Aplicación de la sección creada al elemento estructural | 92 |
| Figura 66. Asignación del tipo de mallado al elemento | 92 |
| Figura 67. Configuración del refuerzo estructural en la columna | 93 |
| Figura 68. Configuración del estado de carga..... | 93 |
| Figura 69. Configuración de interacciones | 94 |
| Figura 70. Columna cargada axialmente..... | 94 |
| Figura 71. Técnica de mallado en la columna..... | 94 |
| Figura 72. Estado inicial del elemento columna | 95 |
| Figura 73. Deformaciones (a) y desplazamientos (b) del elemento columna..... | 95 |
| Figura 74. Visualización de rendimiento para deformaciones en el elemento..... | 96 |
| Figura 75. Curva fuerza-desplazamiento | 96 |
| Figura 76. Análisis de varianza de medias poblacionales para compresión | 98 |
| Figura 77. Gráfico de la dispersión de residuos comparativo para compresión ... | 99 |
| Figura 78. Diagrama de caja y bigotes comparativo para compresión..... | 100 |
| Figura 79. Prueba ANOVA para resistencia a tracción a los 28 días | 102 |
| Figura 80. Gráfico de la dispersión de residuos comparativo para tracción..... | 103 |

| | |
|--|-----|
| Figura 81. Diagrama de caja y bigotes comparativo para tracción..... | 104 |
| Figura 82. Prueba Kruskal-Wallis para trabajabilidad del concreto | 106 |
| Figura 83. Comparaciones por pareja para la trabajabilidad del concreto | 107 |
| Figura 84. Diagrama de cajas con distribución de variable slump en diseños ... | 107 |
| Figura 85. Prueba ANOVA para el peso unitario del concreto | 109 |
| Figura 86. Gráfico de la dispersión de residuos para P.U. del concreto..... | 110 |
| Figura 87. Diagrama de caja y bigotes comparativo para P.U. del concreto | 111 |
| Figura 88. Rango de valores del coeficiente de correlación | 113 |
| Figura 89. Correlación entre pares de variables..... | 115 |

Resumen

La constante búsqueda de materiales que sean más respetuosos con el medio ambiente, ha llevado al planteamiento de la reutilización de residuos orgánicos producto de los desechos de la industria y la sociedad. Es por ello que, la investigación plantea mejorar las propiedades del concreto adicionando aditivos (fibras de caña de azúcar y ceniza de carbón), para conocer si el uso de estos aditivos favorece o no al concreto, esto con la finalidad de generar diseños de mezclas y resistencia óptimas en la elaboración del concreto.

La metodología utilizada en la presente investigación, fue de método *hipotético - deductivo*, en base a un diseño *experimental*, de tipo *aplicada*, con nivel *correlacional*, en la cual estuvo constituida por una población de 74 especímenes cilíndricos y 24 ensayos físicos, estando conformada por dos mezclas convencionales; Primera - agregando cemento, agregados (fino, grueso) y agua para la muestra patrón; Segunda - muestra patrón más la adición de los aditivos en dosificaciones (0.5 FBCA + 2% CCN, 1% FBCA + 5% CCN y 2% FBCA + 7% CCN), los mismos que fueron sometidos a ensayos de compresión, tracción, asentamiento y peso unitario, en donde se evaluó la resistencia a los 7, 14 y 28 días respecto a la resistencia a compresión y tracción respectivamente. Posteriormente se obtuvieron resultados no alentadores. Puesto que se comprobó que el diseño de mezclas no es factible su uso en las dosificaciones del 1% y 2% de fibras con el 5% y 7% de ceniza, ya se obtuvo resistencias de 237.43 kg/cm² y 71.10 kg/cm², sobre todo se ha demostrado que a la edad de los 28 días adicionando estos porcentajes de aditivos respecto al peso del cemento y agregado fino, presenta un valor bajo porque definitivamente no mejora la resistencia a compresión y tracción, con referencia a la muestra patrón de 364.03 kg/cm². Llegando a la conclusión que el uso de las fibras de caña de azúcar y ceniza de carbón, influyen de manera negativa en la elaboración de una mezcla y en las propiedades tanto mecánicas como físicas del concreto para un $f'c$ 280 kg/cm².

Palabras clave: fibra natural, ceniza de carbón, resistencia a compresión, resistencia a tracción

Abstract

The constant search for materials that are more environmentally friendly has led to the reuse of organic residues from industrial and social waste. For this reason, the research proposes to improve the properties of concrete by adding additives (sugar cane fibers and coal ash), in order to know if the use of these additives favors or not the concrete, with the purpose of generating optimal mix designs and resistance in the elaboration of concrete.

The methodology used in this research was a hypothetical-deductive method, based on an experimental design, applied type, with correlational level, in which was constituted by a population of 74 cylindrical specimens and 24 physical tests, being formed by two conventional mixtures; First - adding cement, aggregates (fine, coarse) and water for the standard sample; Second - standard sample plus the addition of additives in dosages (0.5 FBCA + 2% CCN, 1% FBCA + 5% CCN and 2% FBCA + 7% CCN), which were subjected to compression, tensile, slump and unit weight tests, where the resistance at 7, 14 and 28 days was evaluated with respect to compressive and tensile strength, respectively. Subsequently, the results were not encouraging. Since it was proved that the design of mixtures is not feasible its use in the dosages of 1% and 2% of fibers with 5% and 7% of ash, since resistances of 237.43 kg/cm² and 71.10 kg/cm² were obtained, above all it has been demonstrated that at the age of 28 days adding these percentages of additives with respect to the weight of cement and fine aggregate, it presents a low value because it definitely does not improve the compressive and tensile strength, with reference to the standard sample of 364.03 kg/cm². This leads to the conclusion that the use of sugar cane fibers and coal ash have a negative influence on the preparation of a mix and on the mechanical and physical properties of the concrete for a f'c 280 kg/cm².

Keywords: natural fiber, coal ash, compressive strength, tensile strength



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CLEMENTE CONDORI LUIS JIMMY, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Adición de fibras de bagazo de caña de azúcar y ceniza de carbón natural para mejorar las propiedades del concreto", cuyo autor es LABAN GUERRERO EMIGDIO ABSALON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, 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 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.

LIMA, 03 de Diciembre del 2022

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| CLEMENTE CONDORI LUIS JIMMY DNI: 09957407 ORCID: 0000-0002-0250-4363 | Firmado electrónicamente por: LCLEMENTECO el 06-12-2022 08:22:08 |

Código documento Trilce: TRI - 0471110