

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=
280 KG/CM2 ELABORADO CON CONCRETO
RECICLADO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autores: Bach. Jose Javier, Ruiz Delgado
Bach. Richard Carlos, Baquedano Cabrejos

Asesor: Dra. Ing. Zadith Nancy Garrido Campaña

Línea de Investigación: LI_IC_01 Estructuras

JAÉN – PERÚ

Mayo - 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'_{C=}$
**280 KG/CM² ELABORADO CON CONCRETO
RECICLADO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023****

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autores: Bach. Jose Javier, Ruiz Delgado
Bach. Richard Carlos, Baquedano Cabrejos

Asesor: Dra. Ing. Zadith Nancy Garrido Campaña

Línea de Investigación: LI_IC_01 Estructuras

JAÉN – PERÚ

Mayo - 2024

TÍTULO DEL TRABAJO

Resistencia a compresión del concreto f_c=280kg/cm² elaborado con concreto reciclado en la ciudad de

AUTOR

Jose Javier Ruiz Delgado & Richard Carlos Baquedano Cabrejos

RECuento DE PALABRAS

11171 Words

RECuento DE CARACTERES

52386 Characters

RECuento DE PÁGINAS

65 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.3MB

FECHA DE ENTREGA

May 22, 2024 8:30 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 22, 2024 8:31 AM GMT-5


● 16% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 31 de mayo del año 2024, siendo las 10:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. José Luis Piedra Tíneo

Secretario: Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca

Vocal: Dr. Fernando Demetrio LLatas Villanueva, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

(X) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c = 280$ KG/CM² ELABORADO CON CONCRETO RECICLADO EN LA CIUDAD DE JAÉN – 2023,

presentado por los bachilleres **Richard Carlos Baquedano Cabrejos y Jose Javier Ruiz Delgado,**

de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (14) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 11:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

ÍNDICE

| | Página |
|---|--------|
| ÍNDICE | II |
| RESUMEN | VIII |
| ABSTRACT | IX |
| I. INTRODUCCIÓN | 10 |
| 1.1. Descripción de la realidad problemática..... | 10 |
| 1.2. Justificación | 11 |
| 1.3. Hipótesis | 12 |
| 1.4. Objetivos..... | 12 |
| 1.4.1. Objetivos generales | 12 |
| 1.4.2. Objetivos específicos..... | 12 |
| 1.5. Antecedentes..... | 13 |
| 1.5.1. Internacionales..... | 13 |
| 1.5.2. Nacionales | 14 |
| 1.5.3. Regional..... | 16 |
| 1.5.4. Locales..... | 17 |
| II. MATERIAL Y MÉTODOS..... | 19 |
| 2.1. Ubicación Geográfica | 19 |
| 2.2. Población, muestra y muestreo | 19 |
| 2.2.1. Población | 19 |
| 2.2.2. Muestra | 20 |
| 2.2.3. Muestreo | 20 |
| 2.3. Métodos | 20 |
| 2.3.1. Método..... | 20 |
| 2.3.2. Análisis estadístico | 21 |
| 2.3.2.1. Resistencia del concreto a una edad de 7 días | 21 |
| 2.3.2.2. Resistencia del concreto a una edad de 14 días | 23 |
| 2.3.2.3. Resistencia del concreto a una edad de 28 días | 25 |
| 2.4. Procedimientos de recolección de datos | 26 |
| 2.4.1. Materiales | 26 |
| 2.4.2. FASE 1: Obtención de los materiales..... | 26 |
| 2.4.2.1. Tratamiento para el concreto reciclado | 27 |

| | |
|--|----|
| 2.4.3. FASE 2: Recopilación de información..... | 29 |
| III. RESULTADOS | 54 |
| 3.1. Determinar las propiedades físicas químicas y mecánicas de los insumos, para el diseño de mezcla..... | 54 |
| 3.2. Analizar la resistencia a compresión del concreto $f^c = 280 \text{ kg/ cm}^2$ al sustituir concreto reciclado por agregado grueso en los porcentajes de 0%, 10%, 15%, y 22% y para el agregado fino en 0%, 2%, 4%, y 7%..... | 55 |
| 3.2.1. Propiedades del concreto fresco | 55 |
| 3.2.1.1. Asentamiento..... | 55 |
| 3.2.2. Propiedades del concreto endurecido | 57 |
| 3.2.2.1. Resistencia a la compresión..... | 57 |
| 3.3. Comparar el efecto de los distintos porcentajes sustitutorios de concreto reciclado por agregado grueso y fino en el ensayo de resistencia a compresión del concreto $f^c = 280$ kg/cm^2 y descubrir su óptimo porcentaje de concreto reciclado que mejora la resstencia la compresión para el concreto $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ | 65 |
| 3.4. Determinar el costo del nuevo diseño de concreto respecto al convencional | 66 |
| IV. DISCUSIÓN..... | 70 |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 73 |
| 5.1. Conclusiones..... | 73 |
| 5.2. Recomendaciones | 74 |
| VI.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 75 |
| AGRADECIMIENTO..... | 79 |
| DEDICATORIA..... | 80 |
| ANEXOS..... | 81 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Muestras o testigos de concreto elaborados | 20 |
| Tabla 2. Pruebas de homogeneidad de varianzas | 21 |
| Tabla 3. Prueba POST HOC | 22 |
| Tabla 4. Pruebas de homogeneidad de varianzas | 23 |
| Tabla 5. Prueba POST HOC | 24 |
| Tabla 6. Pruebas de homogeneidad de varianzas | 25 |
| Tabla 7. Prueba POST HOC | 25 |
| Tabla 8. Equipos y materiales | 26 |
| Tabla 9. Características físicas y mecánicas de los agregados naturales | 54 |
| Tabla 10. Características físicas y mecánicas de los agregados reciclados | 54 |
| Tabla 11. Resultados de los ensayos químicos del concreto reciclado..... | 55 |
| Tabla 12. Asentamientos promedio del concreto..... | 56 |
| Tabla 13. Resistencia a compresión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ | 57 |
| Tabla 14. Resistencia a compresión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\%$ AFR | 59 |
| Tabla 15. Resistencia a compresión del concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} +$ $4\% \text{ AFR}$ | 61 |
| Tabla 16. Resistencia a compresión del concreto patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} +$ $7\% \text{ AFR}$ | 63 |
| Tabla 17. Costo de producción del agregado grueso reciclado puesto en obra | 66 |
| Tabla 18. Costo de producción del agregado fino reciclado puesto en obra | 67 |
| Tabla 19. Analisis de precios unitarios para el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ | 68 |
| Tabla 20. Analisis de precios unitarios para el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} +$ $2\% \text{ AFR}$ | 69 |
| Tabla 21. Operacionalización de variables | 80 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Mapa de Ubicación..... | 19 |
| Figura 2. Recolección del concreto reciclado en botadero Fila alta | 27 |
| Figura 3. Limpieza superficial del concreto reciclado..... | 27 |
| Figura 4. Trituración y reducción del tamaño del concreto reciclado | 28 |
| Figura 5. Ensayos químicos del concreto reciclado en laboratorio | 28 |
| Figura 6. Contenido de humedad del agregado grueso..... | 29 |
| Figura 7. Contenido de humedad del agregado fino..... | 30 |
| Figura 8. Análisis granulométrico para el agregado grueso | 30 |
| Figura 9. Análisis granulométrico para el agregado fino..... | 31 |
| Figura 10. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso | 31 |
| Figura 11. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino | 32 |
| Figura 12. Peso unitario suelto para el agregado grueso | 32 |
| Figura 13. Peso unitario varillado para el agregado grueso..... | 33 |
| Figura 14. Peso unitario suelto para el agregado fino..... | 33 |
| Figura 15. Peso unitario varillado para el agregado fino | 34 |
| Figura 16. Ensayo de abrasión de los ángeles del agregado grueso natural | 34 |
| Figura 17. Contenido de humedad para el agregado grueso reciclado | 35 |
| Figura 18. Contenido de humedad para el agregado fino reciclado | 35 |
| Figura 19. Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado | 36 |
| Figura 20. Análisis granulométrico del agregado fino reciclado..... | 36 |
| Figura 21. Peso específico y porcentaje de absorción para el agregado grueso reciclado | 37 |
| Figura 22. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino reciclado..... | 37 |
| Figura 23. Peso unitario suelto del agregado fino reciclado..... | 38 |
| Figura 24. Peso unitario varillado del agregado fino reciclado | 38 |
| Figura 25. Ensayo de abrasión de los ángeles del agregado grueso reciclado..... | 39 |
| Figura 26. Peso de los materiales para la dosificación de concreto..... | 40 |
| Figura 27. Dosificación de concreto patrón $f'c= 280\text{kg/cm}^2$ | 40 |
| Figura 28. Medición del asentamiento para el concreto patrón $f'c= 280\text{kg/cm}^2$ | 41 |
| Figura 29. Elaboración de probetas patrón $f'c= 280\text{kg/cm}^2$ | 41 |
| Figura 30. Dosificación de concreto patrón $f'c= 280\text{kg/cm}^2 +10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$... | 42 |

| | |
|--|----|
| Figura 31. Medición del slump del concreto $f'c= 280\text{kg/cm}^2 +10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$. | 42 |
| Figura 32. Elaboración de probetas de concreto $f'c= 280\text{kg/cm}^2 +10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$ | 43 |
| Figura 33. Dosificación de concreto patrón $f'c= 280\text{kg/cm}^2 +15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$... | 43 |
| Figura 34. Asentamiento del concreto $f'c= 280\text{kg/cm}^2 +15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$ | 44 |
| Figura 35. Elaboración de probetas de concreto $f'c= 280\text{kg/cm}^2 +15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$ | 44 |
| Figura 36. Dosificación de concreto patrón $f'c= 280\text{kg/cm}^2 +22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$.. | 45 |
| Figura 37. Medición del slump del concreto $f'c= 280\text{kg/cm}^2 +22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$. | 45 |
| Figura 38. Elaboración de probetas de concreto $f'c= 280\text{kg/cm}^2 +22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$ | 46 |
| Figura 39. Rotura de probetas de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7 días..... | 47 |
| Figura 40. Rotura de probetas de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$ a los 7 días..... | 48 |
| Figura 41. Rotura de probetas de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$ a los 7 días..... | 48 |
| Figura 42. Rotura de probetas de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$ a los 7 días..... | 49 |
| Figura 43. Rotura de probetas de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14 días..... | 49 |
| Figura 44. Rotura de probetas de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$ a los 14 días..... | 50 |
| Figura 45. Rotura de probetas de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$ a los 14 días..... | 50 |
| Figura 46. Rotura de probetas de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$ a los 14 días..... | 51 |
| Figura 47. Rotura de probetas de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días..... | 51 |
| Figura 48. Rotura de probetas de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$ a los 28 días..... | 52 |
| Figura 49. Rotura de probetas de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$ a los 28 días..... | 52 |
| Figura 50. Rotura de probetas de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$ a los 28 días..... | 53 |
| Figura 51. Asentamientos promedios del concreto | 56 |

| | |
|---|----|
| Figura 52. Resistencia a compresión para el concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ | 58 |
| Figura 53. Resistencia a compresión para el concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 10\%$ AGR + 2% AFR | 60 |
| Figura 54. Resistencia a compresión para el concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 15\%$ AGR + 4% AFR | 62 |
| Figura 55. Resistencia a compresión del concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 22\%$ AGR + 7% AFR | 64 |
| Figura 56. Resistencia a compresión para el concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con las diferentes sustituciones de concreto reciclado..... | 65 |
| Figura 57. Presupuesto de producción de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ | 83 |
| Figura 58. Presupuesto de producción de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 15\%$ AGR + 4% AFR | 84 |

RESUMEN

El principal objetivo consistió en determinar la resistencia a compresión del concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con concreto reciclado en la ciudad de Jaén en 2023. La metodología consistió en elaborar especímenes cilíndricos de concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, con diferentes sustituciones de concreto reciclado (0%, 10%, 15%, 22% para agregado grueso y 0%, 2%, 4%, 7% para agregado fino). Los resultados promedio obtenidos del asentamiento (slump) para las sustituciones de 0% AGR + 0% AFR, 10% AGR + 2% AFR, 15% AGR + 4% AFR y 22% AGR + 7% AFR fueron 3.5, 3.2, 2.8 y 2.2, respectivamente, siendo inversamente proporcional a la sustitución de agregados. La resistencia a compresión a 7 días fueron: 213.2, 259.3, 259.7 y 213.3 Kg/cm^2 . A los 14 días: 245.7, 276.2, 286.5 y 250.6 Kg/cm^2 y a los 28 días: 288.1, 312.7, 316.8 y 277.1 Kg/cm^2 . La proporción óptima de agregados reciclados, que maximiza la resistencia a compresión, es del 15% AGR + 4% AFR, logrando un aumento del 109.9% respecto a la resistencia de diseño. Para el slump, la mejor proporción fue del 22% AGR + 7% AFR, con un asentamiento de 2.2 pulgadas.

Palabras clave: concreto, agregado reciclado, Slump, resistencia a compresión.

ABSTRACT

The main objective was to determine the compressive strength of concrete $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ made with recycled concrete in the city of Jaén in 2023. The methodology consisted of preparing cylindrical specimens of concrete $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, with different recycled concrete substitutions (0%, 10%, 15%, 22% for coarse aggregate and 0%, 2%, 4%, 7% for fine aggregate). The average slump results obtained for the substitutions of 0% AGR + 0% AFR, 10% AGR + 2% AFR, 15% AGR + 4% AFR and 22% AGR + 7% AFR were 3.5, 3.2, 2.8 and 2.2, respectively, being inversely proportional to the aggregate substitution. The compressive strength at 7 days were: 213.2, 259.3, 259.7 and 213.3 Kg/cm^2 . At 14 days: 245.7, 276.2, 286.5 and 250.6 Kg/cm^2 and at 28 days: 288.1, 312.7, 316.8 and 277.1 Kg/cm^2 . The optimum proportion of recycled aggregates, which maximizes the compressive strength, is 15% AGR + 4% AFR, achieving an increase of 109.9% with respect to the design strength. For the slump, the best ratio was 22% AGR + 7% AFR, with a slump of 2.2 in.

Keywords: concrete, recycled aggregate, slump, compressive strength.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel internacional, la industria de la construcción ha crecido en los últimos años provocando significativamente el crecimiento de la economía y desarrollo social global. Los pueblos, sin embargo, tienen una contrapartida ambiental en un proceso diferente. Los edificios que generan residuos de construcción y demolición (RCD) pasan a ser suelos y aguas superficiales fuentes de contaminación por su volumen y Arreglo inadecuado. Solo en Europa, hay aproximadamente 1.300 millones de toneladas de residuos producidos anualmente, de los cuales el 40%, son desechos de construcción y demolición (RCD), la gran mayoría de los cuales no existen disposiciones finales completas, terminando con ríos, lagos, ecosistemas, etc. por otro lado, Solo en China se genera alrededor de 1.500 millones de toneladas de RCD cada año, siendo esto 2,6 veces respecto de los 569 millones de toneladas generadas en EE. UU (Oviedo y Vega, 2021).

Referir a nuestro país a los diversos escombros o desperdicios, que viene dejando el sector construcción, es hacerse idea a que estos desechos son habitualmente desechados en los lugares más accesibles y cercanos para el poblador o constructor, donde se evidencia la carencia de políticas nacionales de reciclaje y/o procesamiento. En 2015, hubo una generación de desechos de RCD de 5 millones de toneladas localizadas en 8,810 puntos en todo el Perú, localizándose las más altas cantidades en las regiones de Lima, Callao e Ica (Flores, 2020).

Solo en Cajamarca, los (RCD) generados en el 2015 son de 31,162.0 m³ localizados en 61 puntos de la región, lo cual ha venido contaminando el medio ambiente de manera continua debido a su disposición final y volumen inadecuado.

A nivel local, mencionar a la ciudad de Jaén es referir a una zona de constante crecimiento poblacional, lo cual ha generado una amplia oferta y demanda en el sector construcción. solo en el ámbito de construcción de pavimentos y edificaciones los residuos generados ascienden a miles de toneladas, cuya disposición final de los RCD se encuentran en lugares inadecuados, que afectan y contaminando suelos y aguas

superficiales. La falta de políticas de reciclaje de RCD en la provincia de Jaén ha venido afectando el ornato público de esta ciudad.

Debido a la eliminación inadecuada de estos residuos que se genera en las distintas ciudades y partes del mundo, esto trae como consecuencia la contaminación de suelos, aguas superficiales y además son un deterioro ambiental y paisajista para las mismas. Ante esto surge la necesidad de darle un nuevo uso a los (RCD), así mismo se pueden fabricar nuevos concretos que pueden ser utilizados en vías de tránsito tanto vehicular como peatonal y edificaciones de distinto tipo, ya que con el agregado reciclado se pueden fabricar concretos nuevos de distintas resistencias.

Finalmente nos plantaremos la pregunta de investigación: ¿Cómo será la resistencia a compresión del concreto $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con concreto reciclado en la ciudad de Jaén – 2023?

1.2. Justificación

El presente estudio se justifica técnicamente, ya que se da para adquirir nuevos conocimientos al elaborar concreto con agregados reciclado, para incrementar esfuerzos del concreto.

El presente estudio se justifica ambientalmente, ya que, gracias al aprovechamiento del agregado reciclado, se aprovecha de manera positiva a la descontaminación parcial del medio ambiente donde habitamos.

Se justifica metodológicamente, ya que aportará un nuevo diseño de mezcla para nuevos concretos en la industria del sector construcción.

Se justifica socialmente porque contribuye positivamente a la sociedad con fines de trabajo, aprovechamiento y utilización de este nuevo material en la que se podría trabajar.

Se justifica científicamente, ya que, a partir de este proyecto a investigar, se dará continuación a nuevas investigaciones con el uso y aprovechamiento del concreto reciclado.

Este presente estudio se justifica económicamente, ya que gracias al concreto reciclado se elabora un nuevo concreto a bajo costo, creando así una economía circular.

1.3. Hipótesis

La resistencia a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con concreto reciclado en la ciudad de Jaén – 2023, incrementará satisfactoriamente.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos generales

- Determinar la resistencia a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con concreto reciclado en la ciudad de Jaén – 2023.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los insumos, para el diseño de mezcla.
- Analizar la resistencia a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir concreto reciclado por agregado grueso en los porcentajes de 0%, 10%, 15%, y 22% y para el agregado fino en 0%, 2%, 4%, y 7%.
- Comparar el efecto de los distintos porcentajes sustitutorios de concreto reciclado por agregado grueso y fino en el ensayo de resistencia a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y descubrir su óptimo porcentaje de concreto reciclado que mejora la resistencia la compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.
- Determinar el costo del nuevo diseño de concreto respecto al convencional

1.5. Antecedentes

1.5.1. Internacionales

De acuerdo con Cruz & Ramírez (2022), en su artículo “Evaluation of samples of the coarse aggregate from concrete wastes to produce new concrete”. Su fue objetivo utilizar agregado proveniente de residuos de construcción de obras civiles para producir agregados que puedan ser reutilizados en nuevos concretos. La metodología experimental, consistió en realizar diseños de mezclas en distintas proporciones de reemplazo de agregado reciclado por agregado grueso natural para luego ensayarlas. Como valores se tuvo que el esfuerzo a compresión para los reemplazos de 30%, 50% y 100% fueron de 116%, 111% y 105% respecto de la muestra patrón. Concluyendo que el CR es indirectamente proporcional a la resistencia a compresión.

De acuerdo con Melo & Apolonio (2022), en su artículo “Physical and mechanical characterization of concrete blocks with the incorporation of sand aggregate from construction waste”. Tuvo por objetivo describir las particularidades físicas y mecánicas del concreto al sustituir el agregado fino por áridos de residuos de construcción. La metodología consistió en sustituir el agregado fino por áridos de residuos de construcción en distintos porcentajes para luego determinar su valor a compresión ensayados en distintos tiempos. Entre sus resultados, se tuvo que las resistencias obtenidas a los 28 días para las sustituciones de 0%, 25%, 50% y 100% fueron 3.85, 2.86, 4.01 y 3.10 Moa, respectivamente. Se concluye que el concreto reciclado cumple de manera satisfactoria hasta para el tercer diseño.

Según Arcilla et al. (2022), en su investigación “Effect of treatment in recycled aggregate on properties in fresh and hardened state of self compacting concrete”. Tuvo por objetivo sustituir el agregado grueso por agregados reciclados para mejorar las propiedades de concretos autocompactantes. La metodología consistió en sustituir el agregado grueso por agregados reciclados en distintos porcentajes y hallar el esfuerzo a compresión del concreto. Entre sus resultados obtenidos a los 56 días para los reemplazos de 0%, 20%, 40% y 100% fueron 47, 42, 41.5 y 38 Mpa, respectivamente. Se concluye que el agregado reciclado no cumple de manera satisfactoria en los porcentajes indicados para la resistencia a compresión.

De acuerdo con Martínez (2021), en su investigación “Evaluation of the use of recycled concrete aggregates for the production of self-compacting concretes and cement mortars”. Tuvo por objetivo determinar las propiedades mecánicas del concreto al sustituir el agregado natural por áridos reciclados en distintos porcentajes. La metodología experimental consistió en reemplazar el agregado natural por áridos reciclados en determinados porcentajes para ser ensayadas. Consecuentemente se tuvo que el esfuerzo a compresión en los porcentajes de 25%, 50% y 100% las resistencias variaron en 120%, 118% y 95% respecto de la muestra patrón. Se concluye que el concreto reciclado cumple de manera satisfactoria en determinados porcentajes.

Según Burgos, et al. (2019), en su artículo “Mechanical and durable performance of concrete that incorporates commercial fine recycled aggregate”. Tuvo por objetivo determinar el desempeño mecánico de los concretos reemplazando agregado natural por agregado reciclado. su metodología de tipo experimental, fue reemplazar agregado reciclado por agregado natural en determinadas proporciones para luego hallar el esfuerzo a compresión. De los datos obtenido se tuvo que el esfuerzo a compresión a los 28 y 90 días, se tuvo que para los reemplazos de 20% y 40% fueron del 97% y 94%; y 98% y 97% respecto de la muestra patrón. Se concluye que dichas proporciones son aptas para concretos de mediana resistencia.

1.5.2. Nacionales

Según Montoya y Aragón (2022), en su tesis "Determinación de la resistencia a la compresión del concreto reciclado para construcciones ecoeficientes en la ciudad de Tacna, 2022". Tuvo por objetivo sustituir el agregado grueso por concreto reciclado para determinar su resistencia a compresión. La metodología consistió en sustituir el agregado grueso por concreto reciclado en distintos porcentajes para posteriormente identificar el esfuerzo a compresión. Entre sus resultados a 28 días para las sustituciones de 0%, 15%, 25%, 50%, 75% y 100% fueron 220.23, 240.70, 236.79, 210.0, 209.76, 183.13 kg/cm², respectivamente. Se concluye que el concreto reciclado cumple de manera satisfactoria hasta determinados porcentajes de sustitución.

De acuerdo con Calsina (2021), en su investigación “Análisis de las características mecánicas del concreto incorporando agregado de concreto reciclado en la ciudad de Juliaca – 2021”. Su fin fue determinar las propiedades mecánicas del concreto al incorporar agregados de CR. La metodología consistió en sustituir el agregado grueso por concreto reciclado en distintos porcentajes e identificar el esfuerzo a compresión. En consecuencia, se tuvo que la resistencia a compresión, se tuvo que para los reemplazos de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% fueron 217.98, 210.65, 203.76, 196.22, 181.91 kg/cm², respectivamente. Se concluye que el concreto reciclado no cumple satisfactoriamente en los porcentajes indicados.

Según Tarazona (2019), en su investigación: “Aprovechamiento del concreto reciclado proveniente de los residuos de demolición de pavimento rígido en la producción de concreto nuevo en la ciudad de Huánuco – 2018”. Tuvo como finalidad determinar las cualidades mecánicas del concreto elaborado con residuos de demolición de pavimento. La metodología consistió en realizar diseños de concreto con distintas dosificaciones para luego determinar sus características. Entre sus resultados a 28 días para las sustituciones de 0%, 20%, 40% y 60% fueron 325.40, 324.16, 279.58 y 262.51 kg/cm². Se concluye que el agregado reciclado no cumple satisfactoriamente en los porcentajes indicados.

Asimismo, Machaca (2019), en su tesis “Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca”. Tuvo por finalidad evaluar las propiedades del CR para usarlo en la producción de nuevos concretos. La metodología consistió en sustituir el agregado natural por reciclado en bajos porcentajes para posteriormente hallar su esfuerzo a compresión. Se tuvo como datos que para las sustituciones de 0%, 5% y 10% fueron 176.68, 188.54 y 175.08 kg/cm², respectivamente. Se concluye que el agregado reciclado cumple satisfactoriamente hasta para el segundo diseño.

De acuerdo con Mori-Apagüño (2019), en su investigación “La resistencia a la compresión e impermeabilidad de concretos con agregados reciclados en comparación de concretos tradicionales”. Tuvo por finalidad determinar su resistencia a compresión del concreto elaborado con agregados reciclados en comparación al concreto tradicional. La metodología consistió en sustituir el agregado natural por reciclado totalmente para

posteriormente evaluar sus valores a compresión. Entre sus resultados a los 28 días de curado para los reemplazos de 0% y 100% fueron 274.27 y 180.57 kg/cm², respectivamente. Se concluye que el agregado reciclado no cumple satisfactoriamente para la resistencia a compresión.

1.5.3. Regional

De acuerdo con Centurión (2022), en su investigación “Determinación de la resistencia del concreto $f'c = 210$ kg/cm² elaborado con agregados reciclados de vías, en la ciudad de Cajamarca, 2021”. Tuvo por objetivo determinar la varianza de resistencia al reemplazar el agregado natural por agregado reciclado. Su metodología consistió en sustituir el agregado natural por agregado reciclado en distintos porcentajes para finalmente identificar la resistencia a compresión. Entre sus resultados, se tuvo que para las sustituciones de 0%, 15%, 20% y 25% fueron 223.5, 231.84, 243.17 y 217.57 kg/cm², respectivamente. Se concluye que el agregado reciclado cumple satisfactoriamente para todos los diseños.

Afirma Cachay (2022), en su investigación “Variación de la resistencia a compresión de un concreto permeable de $f'c = 210$ kg/cm² con aditivo plastificante sikament® 290N al reemplazar en diferentes porcentajes el agregado grueso por agregado de concreto reciclado”. Tuvo como finalidad hallar el esfuerzo a compresión del concreto al reemplazar agregado natural por reciclado y adicionar el aditivo Sikament® 290N. La metodología consistió en sustituir el agregado grueso por concreto reciclado y adicionar el aditivo Sikament® 290N en distintos porcentajes y hallar sus propiedades. Entre sus datos para los 28 días con reemplazos de 0%, 10%, 20% y 30% las resistencias incrementaron en 100%, 101.37%, 115.52% y 111.81%, respectivamente. Se concluye que el concreto reciclado y el aditivo sikament® 290N cumple de manera satisfactoria para todos los diseños.

Afirma Gonzaga (2022), en su tesis “Análisis de la resistencia a la compresión y patología en concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionado con vidrio reciclado, Cajamarca 2022”. Sostuvo como objeto analizar el esfuerzo a compresión del concreto adicionando vidrio reciclado. La técnica consistió en realizar diseños de concreto adicionando vidrio reciclado en distintos porcentajes para posteriormente determinar su resistencia a

compresión del concreto. Se tuvo que la resistencia a la compresión a los 28 días, se tuvo que para las adiciones de 0%, 5%, 10% y 16% fueron 223.40, 234.10, 244.9 y 257.90 kg/cm², respectivamente. Se concluye que el vidrio reciclado incrementa las cualidades del concreto.

Según Aguilar-Coro (2019), en su tesis “Variación de la resistencia a compresión de un concreto compactado $f'c=210$ kg/cm² al usar agregado grueso reciclado”. Tuvo por finalidad comprobar los esfuerzos a compresión de un concreto compactado al suplir el agregado natural por agregado reciclado. La metodología consistió en sustituir el agregado de cantera por reciclado en distintos porcentajes para posteriormente realizar ensayos. Entre sus resultados, tuvo que para las sustituciones de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% las resistencias variaron en 106.04%, 101.47%, 92.36% y 89.02%, respectivamente. Se concluye que el concreto reciclado cumple satisfactoriamente hasta determinados porcentajes.

De acuerdo con Cayotopa-Cabanillas (2019), en su investigación “Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto $f'c=210$ kg/cm², reemplazando el agregado grueso por ladrillo y concretos reciclados, en diferentes porcentajes”. Tuvo como finalidad estudiar el esfuerzo a compresión de ladrillos al sustituir el agregado grueso por concreto reciclado. La metodología consistió en sustituir en agregado grueso natural por concreto reciclado en distintos porcentajes para determinar su resistencia a compresión. Entre sus resultados se tuvo a los 28 días, se tuvo que para las sustituciones de 0%, 10%, 15% y 20% fueron 100%, 105.06%, 103.94% y 102.72%, respectivamente. Se concluye que el concreto reciclado cumple de manera satisfactoria en los porcentajes indicados.

1.5.4. Locales

De acuerdo con Campos y Hoyos (2022), en su tesis “Uso de ceniza de cáscara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión y flexotracción del concreto $f'c=280$ kg/cm²”. Su fin fue usar ceniza de cáscara de arroz para mejorar las propiedades del concreto. La metodología consistió en adicionar ceniza en variadas cantidades para posteriormente identificar la resistencia a compresión. Entre sus resultados obtenidos a los 28 días para las adiciones de 0%, 0.5%, 1%, 3% y 5% fueron 304.75, 373.25, 412.30,

295.45 y 340.10 kg/cm², respectivamente. Concluyó que la ceniza mejora las propiedades del concreto en las adiciones indicadas.

Según Ramírez y Díaz (2022), en su investigación “Inclusión de aditivo Sikament 290N para mejorar la resistencia a la compresión y flexotracción del concreto f'c 280 kg/cm², Jaén”. Tuvo por objetivo adicionar el aditivo Sikament 290N para mejorar sus propiedades del concreto en estado endurecido. La metodología consistió en adicionar el aditivo Sikament 290N en distintos porcentajes y hallar sus valores a compresión. Entre sus valores hallados, tuvo que para los 28 días para las adiciones de 0%, 0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6% y 0.7% fueron 421, 429.20, 451.50, 458.30, 348.65 y 399.20 kg/cm², respectivamente. Se concluye que el aditivo Sikament 290N cumple satisfactoriamente en determinados porcentajes.

De acuerdo con Huamán y Palacios (2021), en su tesis “Determinación de las propiedades del concreto f'c 210 Kg.cm⁻² elaborado con residuos de la demolición de estructuras civiles en Jaén 2021”. Tuvo por objetivo determinar las propiedades del concreto al sustituir el agregado natural por CR. La metodología consistió en sustituir el agregado natural por concreto reciclado en distintos porcentajes para consecuentemente determinar su resistencia. Entre sus resultados obtenidos a los 28 días, para las sustituciones de agregado grueso (0, 20, 25 y 30%) y fino (0, 5, 10 y 15%) fueron 214, 213, 199 y 183 Kg/cm², respectivamente. Se concluye que el concreto reciclado en los porcentajes indicados no cumple de manera satisfactoria.

Según Chasquero y Hurtado (2019), en su investigación “Uso del concreto reciclado proveniente de demoliciones para la producción de afirmado”. Tuvo como finalidad producir afirmado con concreto reciclado y suelo natural. La metodología consistió en combinar el suelo con concreto reciclado en distintos porcentajes para posteriormente determinar el CBR. Entre sus resultados obtenidos para los CBR al 100% de su máxima densidad seca de 50% C°R: 50% S.M., 60% C°R: 40% S.M. y 70% C°R: 30% S.M. fueron 30%, 46% y 61%, respectivamente. Se concluye que la combinación de concreto reciclado y suelo natural cumplen satisfactoriamente para el ensayo de CBR

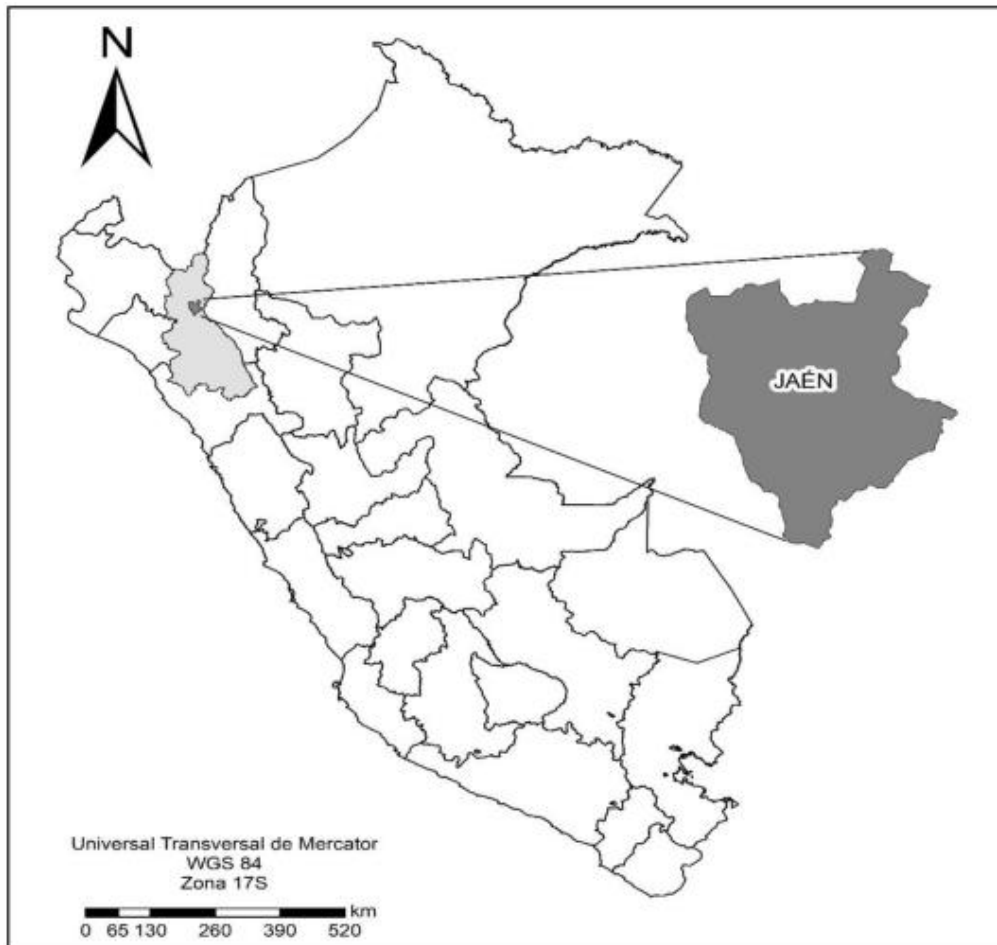
II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación Geográfica

La investigación se llevó a cabo en la ciudad y provincia de Jaén, del departamento de Cajamarca.

Figura 1

Mapa de Ubicación



Nota. Datos tomados de Maldonado y Elera (2022).

2.2. Población, muestra y muestreo

2.2.1. Población

Es un conjunto de elementos, que comparten caracteres similares para ser investigados en una encuesta (Trujillo, 2020).

Es así que el estudio estuvo conformado por 60 muestras cilíndricas de concreto con agregado reciclado.

2.2.2. Muestra

La muestra constó de 60 muestras cilíndricas de hormigón, 0%, 10%, 15% y 22% para árido grueso, 0%, 2%, 4% y 7% para árido grueso Árido fino fabricado a partir de hormigón reciclado, que posteriormente se utilizará en 7, 14 y 28 días.

Tabla 1

Muestras o testigos de concreto elaborados

| Sustitución de concreto reciclado por agregado Grueso y Fino | | | | |
|--|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| Días | 0% AG + 0%AF | 10% AG + 2%AF | 15% AG + 4%AF | 22% AG + 7%AF |
| 7 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 14 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 28 | 5 | 5 | 5 | 5 |

2.2.3. Muestreo

El muestreo a utilizarse fue el no probabilístico, ya que las muestras se elegirán al azar para ser ensayadas a la resistencia a compresión

El muestreo no probabilístico que se usó en la investigación es el aleatorio simple, ya que este ofrece la ventaja de que todas las muestras representativas incluidas en la población que serán sometidas al ensayo de resistencia a la compresión.

2.3. Métodos

2.3.1. Método

Para Sanca (2011), la finalidad de la investigación aplicada adquiere nuevos conocimientos, para ayudar a solucionar problemas. El presente estudio también tuvo una finalidad aplicada, a través del porcentaje óptimo de incorporación de concreto reciclado en el diseño base.

De acuerdo con Hernández et al. (2019), un enfoque cuantitativo se refiere a la acción sobre la variable independiente y permite la observación de resultados sobre la

variable dependiente; como resultado, se infiere que el estudio empleó un enfoque cuantitativo ya que los datos serán recolectados y la hipótesis será verificada.

Según Arias y Covinos (2021), un diseño es experimental, ya que el observador o investigador manipula las variables de estudio, además de describir las causas del fenómeno o del objeto de estudio, un experimento también implica reproducir el fenómeno en un entorno controlado.

2.3.2. Análisis estadístico

Se procedió a utilizar el programa Excel office 2019 para gráficos y tablas comparativas, además para la validación de resultados se procedió a utilizar el SPSS v21, donde se realizaron las pruebas y se verificó la hipótesis planteada.

2.3.2.1. Resistencia del concreto a una edad de 7 días

Tabla 2

Pruebas de homogeneidad de varianzas

| | | Estadístico de Levene | g1 | g2 | p |
|--|---|-----------------------|----|--------|-------|
| Resistencia a compresión del concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2$ | Se basa en la media | 0.312 | 3 | 16 | 0.816 |
| | Se basa en la mediana | 0.096 | 3 | 16 | 0.961 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0.096 | 3 | 10.802 | 0.961 |
| | Se basa en la media recortada | 0.279 | 3 | 16 | 0.840 |

Nota. Para los datos se hizo uso del programa IBM spss statistics 27

De acuerdo a los resultados de la Tabla 2, se observa que los valores de homogeneidad de varianzas no cumplen con el criterio de $p > 0.05$, lo que indica que no hay uniformidad de varianzas entre los tratamientos, es decir, los valores difieren en al menos uno de ellos.

Tabla 3*Prueba POST HOC*

| Comparaciones múltiples | | | | | | |
|--|--------------------|--------------|-----------------------|----------|--------------------------------------|------------------------|
| Variable Resistencia a compresión del concreto patrón f'c=280kg/cm2 | | | | | | |
| (I) | (J) | (I-J) | Error estándar | P | Intervalo de confianza al 95% | |
| Porcentajes | Porcentajes | | | | Límite inferior | Límite superior |
| | 10,00 + 2, 00 | -46,06000* | 6.01983 | 0.000 | -64.825 | -27.295 |
| 00,00 | 15,00 + 4, 00 | -46,52000* | 6.01983 | 0.000 | -65.285 | -27.755 |
| | 22,00 + 7, 00 | -0.14 | 6.01983 | 1.000 | -18.905 | 18.6247 |
| | 00,00 | 46,06000* | 6.01983 | 0.000 | 27.2953 | 64.8247 |
| 10,00 | 15,00+ 4, 00 | -0.46 | 6.01983 | 1.000 | -19.225 | 18.3047 |
| | 22,00+ 7, 00 | 45,92000* | 6.01983 | 0.000 | 27.1553 | 64.6847 |
| | 00,00 | 46,52000* | 6.01983 | 0.000 | 27.7553 | 65.2847 |
| 15,00 | 10,00+ 2, 00 | 0.46 | 6.01983 | 1.000 | -18.305 | 19.2247 |
| | 22,00+ 7, 00 | 46,38000* | 6.01983 | 0.000 | 27.6153 | 65.1447 |
| | 00,00 | 0.14 | 6.01983 | 1.000 | -18.625 | 18.9047 |
| 22,00 | 10,00+ 2, 00 | -45,92000* | 6.01983 | 0.000 | -64.685 | -27.155 |
| | 15,00+ 4, 00 | -46,38000* | 6.01983 | 0.000 | -65.145 | -27.615 |

Nota. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05; usando el programa IBM spss statistics 27

En la Tabla 3, se presentan los valores comparativos del nivel de significancia de las medias para cada tratamiento. Se observa que en algunos casos, el valor de p es menor que 0.05, lo que sugiere diferencias significativas entre las medias. siendo solo para los diseños de 10%AGR + 2%AFR y 15%AGR + 4%AFR que la resistencia presento aumentos.

2.3.2.2. Resistencia del concreto a una edad de 14 días

Tabla 4

Pruebas de homogeneidad de varianzas

| | | Estadístico de | | | |
|--|---|----------------|-----|--------|-------|
| | | Levene | gl1 | gl2 | p |
| | Se basa en la media | 0.476 | 3 | 16 | 0.703 |
| Resistencia a compresión del concreto patrón f'c=280kg/cm2 | Se basa en la mediana | 0.367 | 3 | 16 | 0.778 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0.367 | 3 | 10.066 | 0.778 |
| | Se basa en la media recortada | 0.433 | 3 | 16 | 0.732 |
| | | | | | |

Nota. Para los datos se hizo uso del programa IBM spss statistics 27

De acuerdo a los resultados de la Tabla 4, se observa que los valores de homogeneidad de varianzas no cumplen con el criterio de $p > 0.05$, lo que indica que no hay uniformidad de varianzas entre los tratamientos, es decir, los valores difieren en al menos uno de ellos.

Tabla 5*Prueba POST HOC*

| Comparaciones múltiples | | | | | | |
|--|--------------------|--------------|-----------------------|----------|--------------------------------------|------------------------|
| Resistencia a compresión del concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2$ | | | | | | |
| (I) | (J) | (I-J) | Error estándar | p | Intervalo de confianza al 95% | |
| porcentajes | porcentajes | | r | | Límite inferior | Límite superior |
| 00,00 | 10,00 + 2, 00 | -30,46000* | 7.06225 | 0.005 | -52.474 | -8.4459 |
| | 15,00 + 4, 00 | -40,82000* | 7.06225 | 0.000 | -62.834 | -18.806 |
| | 22,00 + 7, 00 | -4.9 | 7.06225 | 0.921 | -26.914 | 17.1141 |
| 10,00 | 00,00 | 30,46000* | 7.06225 | 0.005 | 8.4459 | 52.4741 |
| | 15,00+ 4, 00 | -10.36 | 7.06225 | 0.556 | -32.374 | 11.6541 |
| | 22,00+ 7, 00 | 25,56000* | 7.06225 | 0.02 | 3.5459 | 47.5741 |
| 15,00 | 00,00 | 40,82000* | 7.06225 | 0.000 | 18.8059 | 62.8341 |
| | 10,00+ 2, 00 | 10.36 | 7.06225 | 0.556 | -11.654 | 32.3741 |
| | 22,00+ 7, 00 | 35,92000* | 7.06225 | 0.001 | 13.9059 | 57.9341 |
| 22,00 | 00,00 | 4.9 | 7.06225 | 0.921 | -17.114 | 26.9141 |
| | 10,00+ 2, 00 | -25,56000* | 7.06225 | 0.02 | -47.574 | -3.5459 |
| | 15,00+ 4, 00 | -35,92000* | 7.06225 | 0.001 | -57.934 | -13.906 |

Nota. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05; usando el programa IBM spss statistics 27

En la Tabla 5, se presentan los valores comparativos del nivel de significancia de las medias para cada tratamiento. Se observa que en algunos casos, el valor de p es menor que 0.05, lo que sugiere diferencias significativas entre las medias, siendo solo para los diseños de 10%AGR + 2%AFR y 15%AGR + 4%AFR que la resistencia presento aumentos.

2.3.2.3. Resistencia del concreto a una edad de 28 días

Tabla 6

Pruebas de homogeneidad de varianzas

| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | p |
|--|---|-----------------------|-----|--------|-------|
| Resistencia a compresión del concreto patrón f'c=280kg/cm2 | Se basa en la media | 1.205 | 3 | 16 | 0.340 |
| | Se basa en la mediana | 0.693 | 3 | 16 | 0.570 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0.693 | 3 | 13.504 | 0.572 |
| | Se basa en la media recortada | 1.224 | 3 | 16 | 0.333 |

Nota. Para los datos se hizo uso del programa IBM spss statistics 27

Los resultados de la Tabla 6 muestran que no hay homogeneidad de varianzas entre los tratamientos, ya que los valores de p son menores que 0.05., es decir en alguno de los tratamientos los valores son diferentes.

Tabla 7

Prueba POST HOC

| Comparaciones múltiples | | | | | | |
|--|-----------------|------------|----------------|-------|-------------------------------|-----------------|
| Variable: Resistencia a compresión del concreto patrón f'c=280kg/cm2 | | | | | | |
| (I) porcentajes | (J) porcentajes | (I-J) | Error estándar | p | Intervalo de confianza al 95% | |
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| 00,00 | 10,00 + 2, 00 | -24,58000* | 5.77679 | 0.006 | -42.587 | -6.5729 |
| | 15,00 + 4,00 | -28,66000* | 5.77679 | 0.002 | -46.667 | -10.6529 |
| | 22,00 + 7,00 | 11.08 | 5.77679 | 0.333 | -6.9271 | 29.0871 |
| 10,00 | 00,00 | 24,58000* | 5.77679 | 0.006 | 6.5729 | 42.5871 |
| | 15,00+ 4, 00 | -4.08 | 5.77679 | 0.918 | -22.087 | 13.9271 |
| | 22,00+ 7, 00 | 35,66000* | 5.77679 | 0.000 | 17.6529 | 53.6671 |
| 15,00 | 00,00 | 28,66000* | 5.77679 | 0.002 | 10.6529 | 46.6671 |
| | 10,00+ 2, 00 | 4.08 | 5.77679 | 0.918 | -13.927 | 22.0871 |
| | 22,00+ 7, 00 | 39,74000* | 5.77679 | 0.000 | 21.7329 | 57.7471 |
| 22,00 | 00,00 | -11.08 | 5.77679 | 0.333 | -29.087 | 6.9271 |
| | 10,00+ 2, 00 | -35,66000* | 5.77679 | 0.000 | -53.667 | -17.6529 |
| | 15,00+ 4, 00 | -39,74000* | 5.77679 | 0.000 | -57.747 | -21.7329 |

Nota. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05; usando el programa IBM spss statistics 27

En la Tabla 7, se presentan los valores comparativos del nivel de significancia de las medias para cada tratamiento. Algunos casos muestran un valor de p menor que 0.05, lo que sugiere diferencias significativas entre las medias. siendo solo para los diseños de 10% AGR + 2% AFR y 15% AGR + 4% AFR que la resistencia presento aumentos.

2.4. Procedimientos de recolección de datos

2.4.1. Materiales

Con la finalidad de llevar a cabo los ensayos de estudio, fue necesario contar con diversos equipos y materiales, los cuales se mencionan a continuación:

Tabla 8

Equipos y materiales

| Ensayo | Normas | Equipo y Materiales |
|---|--------------------------|--|
| Análisis Granulométrico | NTP 400.012 MTC E 204 | Balanza 1000gr, mallas granulométricas, agitador mecánico, horno, recipientes. |
| Contenido de Humedad | NTP 339.185 MTC E 215 | Taras, balanza 500gr y horno. |
| Peso unitario suelto y varillado | NTP 400.017 MTC E 203 | Balanza 1000gr, varilla compactadora, recipiente de medida, cucharón. |
| Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso | NTP 400.021 MTC E 206 | Balanza 10kg, cesta con malla de alambre, recipiente para muestra, depósito de agua, tamices y estufa. |
| Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino | NTP 400.022 MTC E 205 | Balanza 500gr, picnómetro, frasco, molde, barra de compactación y estufa |
| Asentamiento | NTP 339.035 MTC E 705 | Cono de Abrams, varilla y wincha de mano. |
| Resistencia a la compresión | NTP 339.034 MTC E 704 | Vernier y máquina de rotura de probetas |

2.4.2. FASE 1: Obtención de los materiales

Los agregados se extrajeron de la cantera Olano – Jaén y se utilizó cemento Portland tipo I junto con concreto reciclado del botadero de Fila Alta.

2.4.2.1. Tratamiento para el concreto reciclado

Figura 2

Recolección del concreto reciclado en botadero Fila alta



Nota. Recolección del concreto reciclado en botadero Fila alta

En la presente figura se visualiza la recolección del concreto reciclado en el botadero Fila alta.

Figura 3

Limpieza superficial del concreto reciclado



Nota. Limpieza superficial del concreto reciclado

En la presente figura se visualiza el lavado que recibió el concreto reciclado

Figura 4

Trituración y reducción del tamaño del concreto reciclado

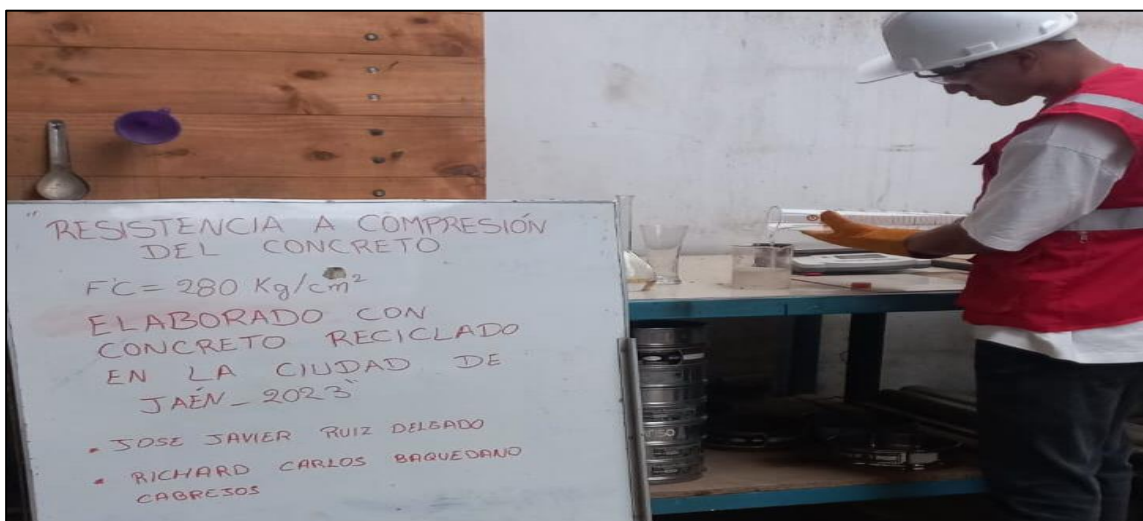


Nota. Trituración y reducción del tamaño del concreto reciclado

En la figura se logra visualizar el tratamiento que recibió el concreto reciclado, lo cual consistió en triturar para poder utilizarlo como agregado grueso y fino.

Figura 5

Ensayos químicos del concreto reciclado en laboratorio



Nota. Ensayos químicos del concreto reciclado en laboratorio

En la figura se logra visualizar el tratamiento que recibió el concreto reciclado para los ensayos químicos como sales solubles.

2.4.3. FASE 2: Recopilación de información

a) Ensayos para los agregados naturales

Figura 6

Contenido de humedad del agregado grueso



Nota. Contenido de humedad del agregado grueso

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo de contenido de humedad del agregado grueso.

Figura 7

Contenido de humedad del agregado fino



Nota. Contenido de humedad del agregado fino

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo de contenido de humedad del agregado fino.

Figura 8

Análisis granulométrico del agregado grueso



Nota. Análisis granulométrico del agregado grueso

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso.

Figura 9

Análisis granulométrico del agregado fino



Nota. Análisis granulométrico del agregado fino

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo de análisis granulométrico del agregado fino.

Figura 10

Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso

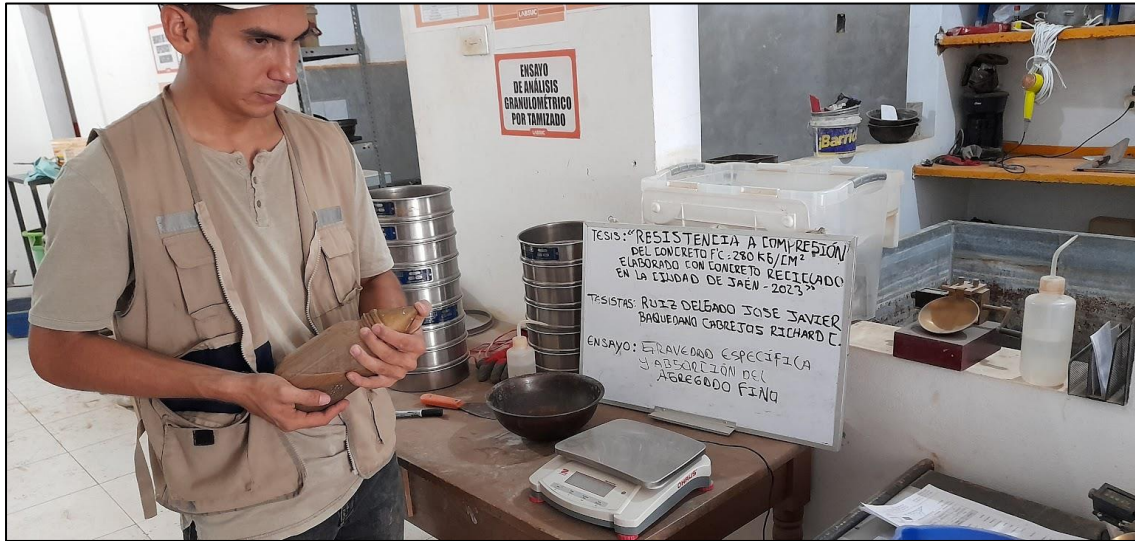


Nota. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo de Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso.

Figura 11

Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino



Nota. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo de Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.

Figura 12

Peso unitario suelto del agregado grueso



Nota. Peso unitario suelto del agregado grueso

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo Peso unitario suelto del agregado grueso.

Figura 13

Peso unitario varillado del agregado grueso



Nota. Peso unitario varillado del agregado grueso

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo Peso unitario varillado del agregado grueso.

Figura 14

Peso unitario suelto del agregado fino

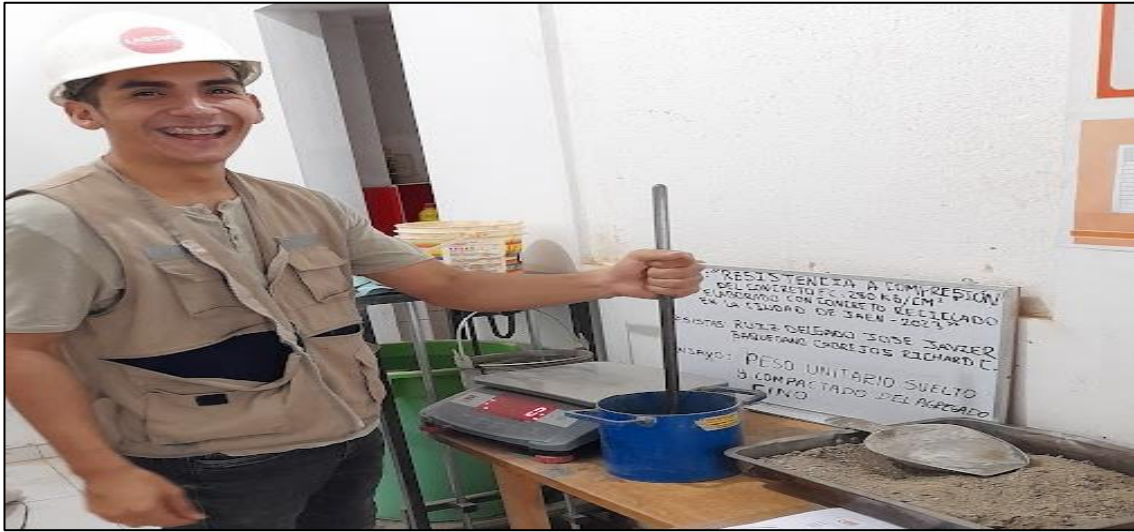


Nota. Peso unitario suelto del agregado fino

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo Peso unitario suelto del agregado fino.

Figura 15

Peso unitario varillado del agregado fino

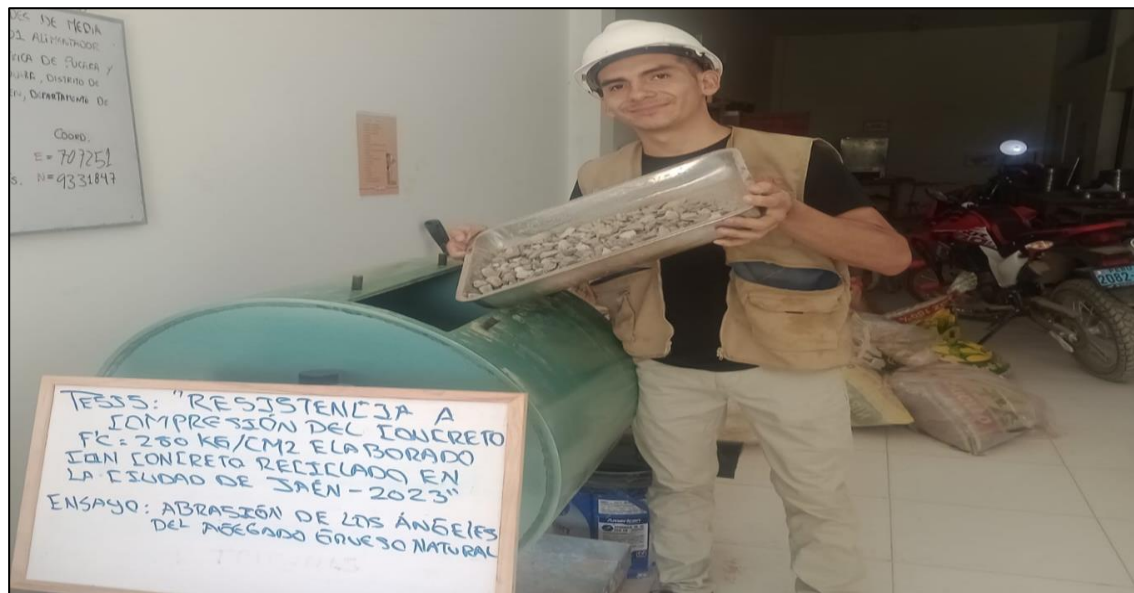


Nota. Peso unitario varillado del agregado fino

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo Peso unitario varillado del agregado fino.

Figura 16

Ensayo de abrasión de los ángeles del agregado grueso natural



Nota. Ensayo de abrasión de los ángeles del agregado grueso natural

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo de Abrasión de los Ángeles del agregado grueso natural.

b) Ensayos para los agregados reciclados

Figura 17

Contenido de humedad del agregado grueso reciclado



Nota. Contenido de humedad del agregado grueso reciclado

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo de contenido de humedad del agregado grueso reciclado.

Figura 18

Contenido de humedad del agregado fino reciclado



Nota. Contenido de humedad del agregado fino reciclado

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo de contenido de humedad del agregado grueso reciclado.

Figura 19

Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado



Nota. Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso reciclado.

Figura 20

Análisis granulométrico del agregado fino reciclado



Nota. Análisis granulométrico del agregado fino reciclado

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo de análisis granulométrico del agregado fino reciclado.

Figura 21

Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso reciclado

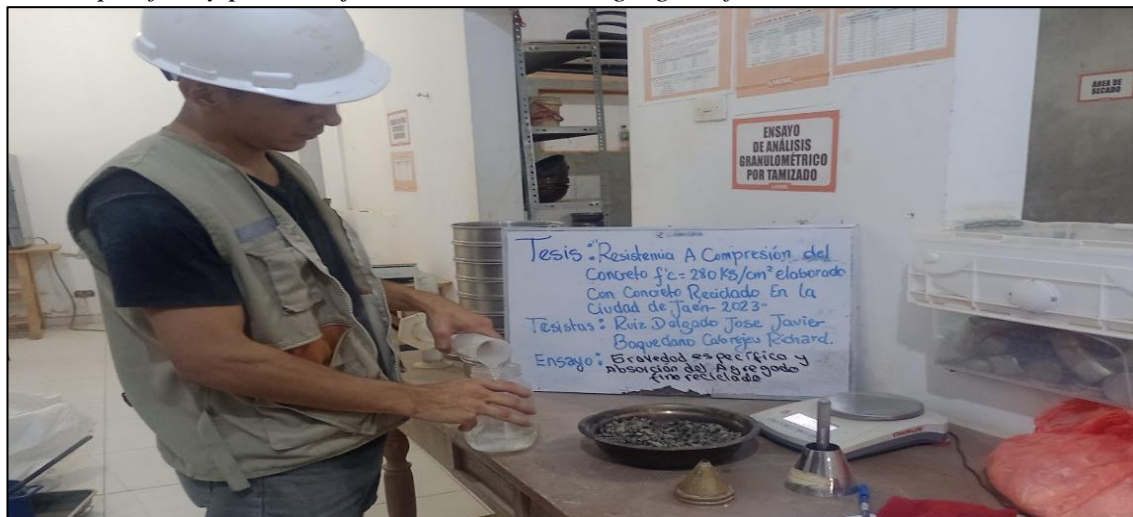


Nota. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso reciclado

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo de Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso.

Figura 22

Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino reciclado

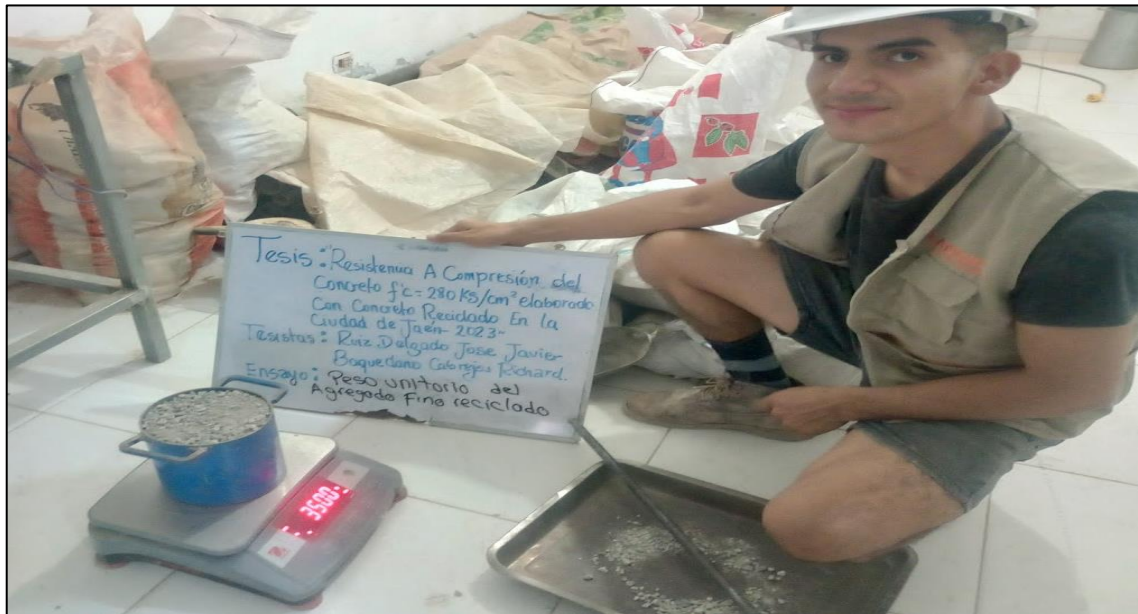


Nota. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino reciclado

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo de Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino reciclado.

Figura 23

Peso unitario suelto del agregado fino reciclado



Nota. Peso unitario suelto del agregado fino reciclado

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo Peso unitario suelto para el agregado fino reciclado.

Figura 24

Peso unitario varillado del agregado fino reciclado

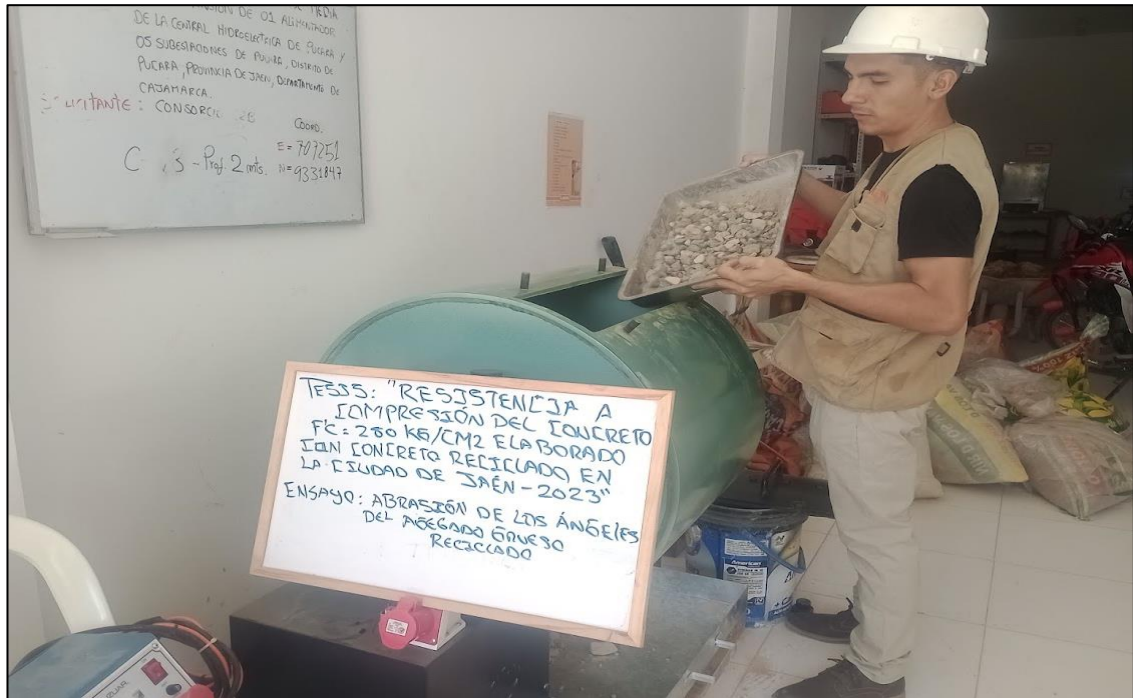


Nota. Peso unitario varillado del agregado fino reciclado

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo Peso unitario varillado para el agregado fino reciclado.

Figura 25

Ensayo de abrasión de los ángeles del agregado grueso reciclado



Nota. Ensayo de abrasión de los ángeles del agregado grueso reciclado

En la figura se logra visualizar la ejecución del ensayo de Abrasión de los Ángeles del agregado grueso reciclado.

c) Ensayos para el concreto fresco

Figura 26

Peso de los materiales para la dosificación de concreto



Nota. Peso de los materiales para la dosificación de concreto

En la figura se logra visualizar el peso realizado de los materiales para la dosificación de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 27

Dosificación de concreto patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

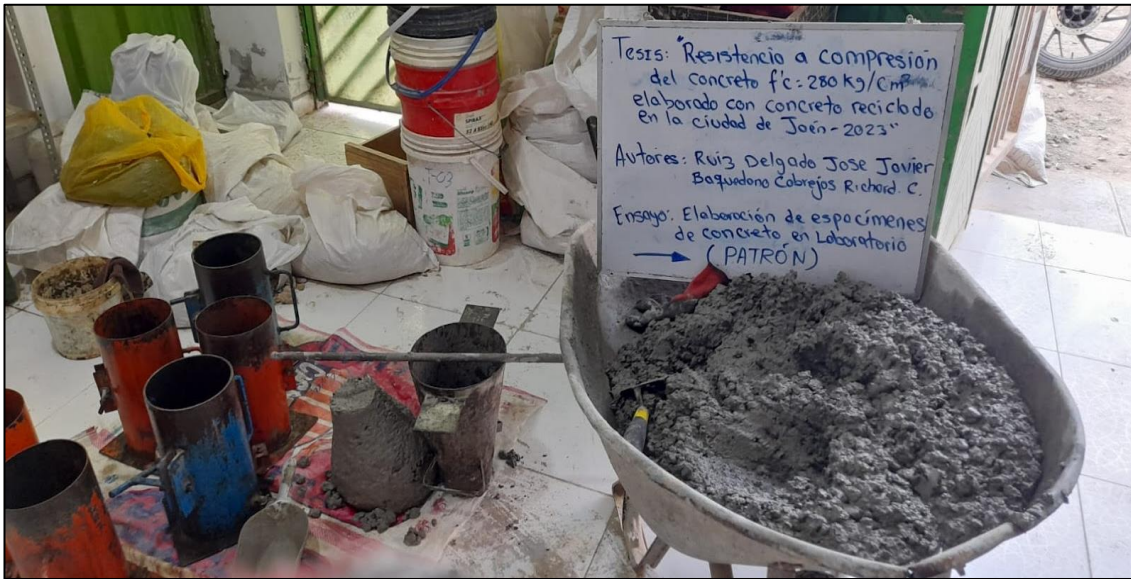


Nota. Dosificación de concreto patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

En la figura se logra visualizar la dosificación de concreto patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 28

Medición del asentamiento para el concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2$



Nota. Medición del asentamiento para el concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2$

En la figura se logra visualizar la medición del asentamiento, se tuvo un slump de 3.6”.

Figura 29

Elaboración de probetas patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2$



Nota. Elaboración de probetas patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2$

En la figura se logra visualizar la fabricación de los especímenes de concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

Figura 30

Dosificación de concreto patrón $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$



Nota. Dosificación de concreto patrón $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$

En la figura se visualiza la dosificación de concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$

Figura 31

Medición del slump del concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$



Nota. Medición del slump del concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$

En la figura se logra visualizar la medición del asentamiento, se tuvo un slump de 3.5”.

Figura 32

Elaboración de probetas de concreto $f'c= 280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{AGR} + 2\% \text{AFR}$



Nota. Elaboración de probetas de concreto $f'c= 280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{AGR} + 2\% \text{AFR}$

En la figura se visualiza la fabricación de especímenes de concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{AGR} + 2\% \text{AFR}$

Figura 33

Dosificación de concreto patrón $f'c= 280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{AGR} + 4\% \text{AFR}$



Nota. Dosificación de concreto patrón $f'c= 280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{AGR} + 4\% \text{AFR}$

En la figura se logra visualizar la dosificación de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{AGR} + 4\% \text{AFR}$

Figura 34

Asentamiento del concreto $f'c= 280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$



Nota. Asentamiento del concreto $f'c= 280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$

En la figura se logra visualizar el asentamiento (slump), siendo 2.6”.

Figura 35

Elaboración de probetas de concreto $f'c= 280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$



Nota. Elaboración de probetas de concreto $f'c= 280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$

En la figura se logra visualizar la fabricación de los especímenes de concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$

Figura 36

Dosificación de concreto patrón $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$



Nota. Dosificación de concreto patrón $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$

En la figura se visualiza la dosificación de concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$

Figura 37

Medición del slump del concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$



Nota. Medición del slump del concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$

En la figura se logra visualizar la medición del asentamiento (slump), siendo de 2".

Figura 38

Elaboración de probetas de concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 22\% \text{AGR} + 7\% \text{AFR}$



Nota. Elaboración de probetas de concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 22\% \text{AGR} + 7\% \text{AFR}$

En la figura se visualiza la fabricación de especímenes de concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 22\% \text{AGR} + 7\% \text{AFR}$.

b) Ensayos para el concreto Endurecido

Figura 39

Rotura de probetas de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días



Nota. Rotura de probetas de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días

En la figura se logra visualizar el ensayo a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, a 7 días de curado.

Figura 40

Rotura de probetas de concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{AGR} + 2\% \text{AFR}$ a los 7 días



Nota. Rotura de probetas de concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{AGR} + 2\% \text{AFR}$ a los 7 días

En la figura se visualiza el ensayo a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 10\% \text{AGR} + 2\% \text{AFR}$ a los 7 días.

Figura 41

Rotura de probetas de concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{AGR} + 4\% \text{AFR}$ a los 7 días

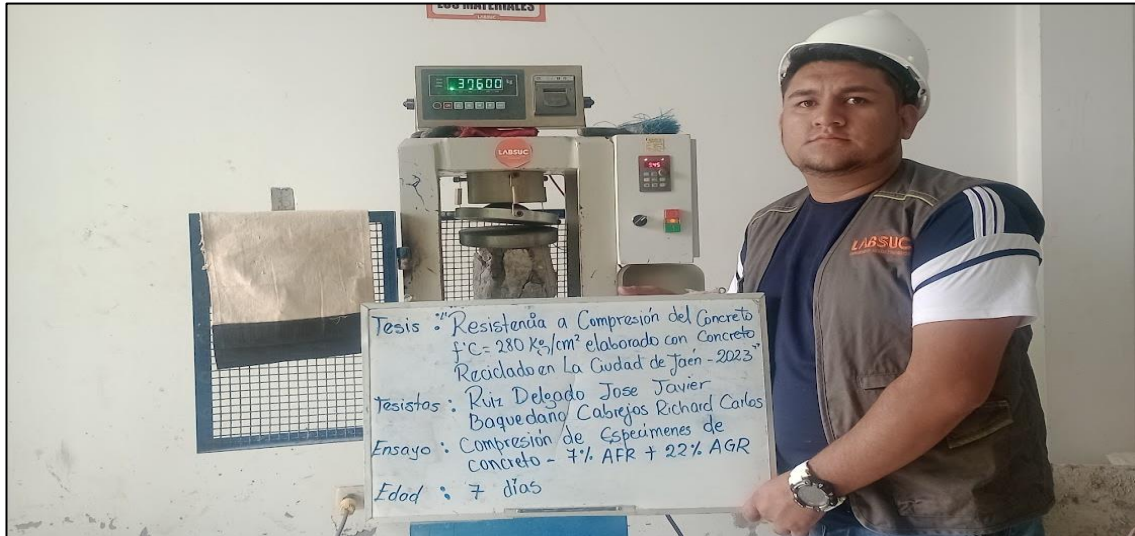


Nota. Rotura de probetas de concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{AGR} + 4\% \text{AFR}$ a los 7 días

En la figura se visualiza el ensayo a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 15\% \text{AGR} + 4\% \text{AFR}$ a los 7 días.

Figura 42

Rotura de probetas de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$ a los 7 días



Nota. Rotura de probetas de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$ a los 7 días

En la figura se visualiza el ensayo a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$ a los 7 días.

Figura 43

Rotura de probetas de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días



Nota. Rotura de probetas de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días

En la figura se logra visualizar el ensayo a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, a 14 días de curado.

Figura 44

Rotura de probetas de concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$ a los 14 días



Nota. Rotura de probetas de concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$ a los 14 días

En la figura se visualiza el ensayo a compresión del concreto $f'c = 280\text{ kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$ a los 14 días.

Figura 45

Rotura de probetas de concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$ a los 14 días

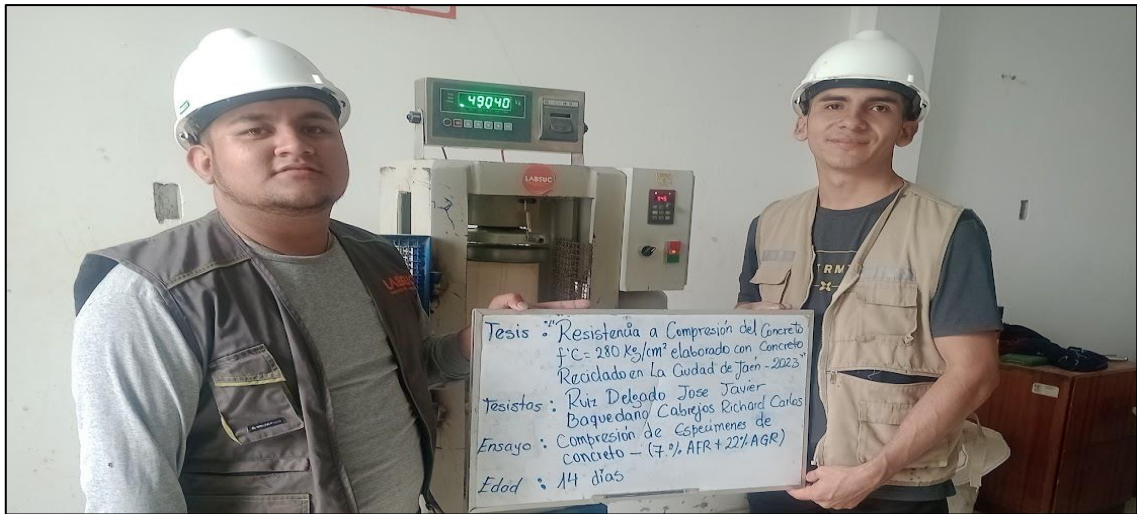


Nota. Rotura de probetas de concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$ a los 14 días

En la figura se visualiza el ensayo a compresión del concreto $f'c = 280\text{ kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$ a los 14 días.

Figura 46

Rotura de probetas de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$ a los 14 días

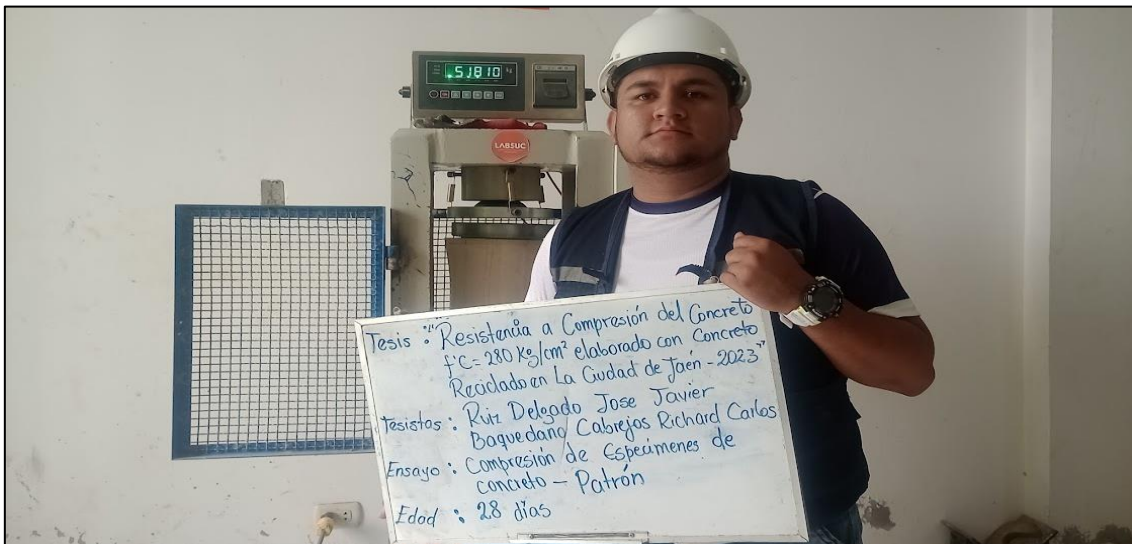


Nota. Rotura de probetas de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$ a los 14 días

En la figura se visualiza el ensayo a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$ a los 14 días.

Figura 47

Rotura de probetas de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días

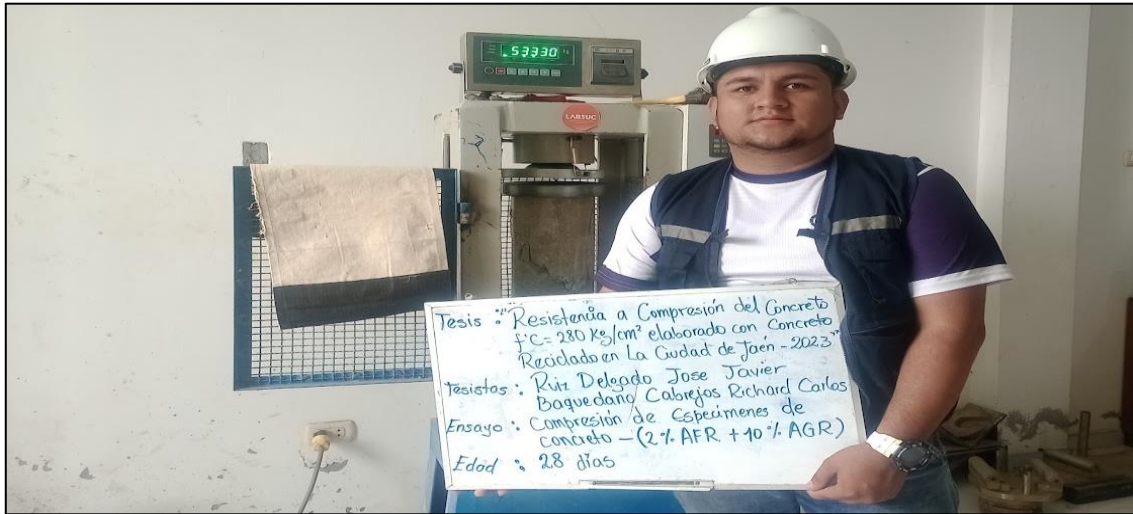


Nota. Rotura de probetas de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días

En la figura se logra visualizar el ensayo a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, a 28 días de curado.

Figura 48

Rotura de probetas de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$ a los 28 días

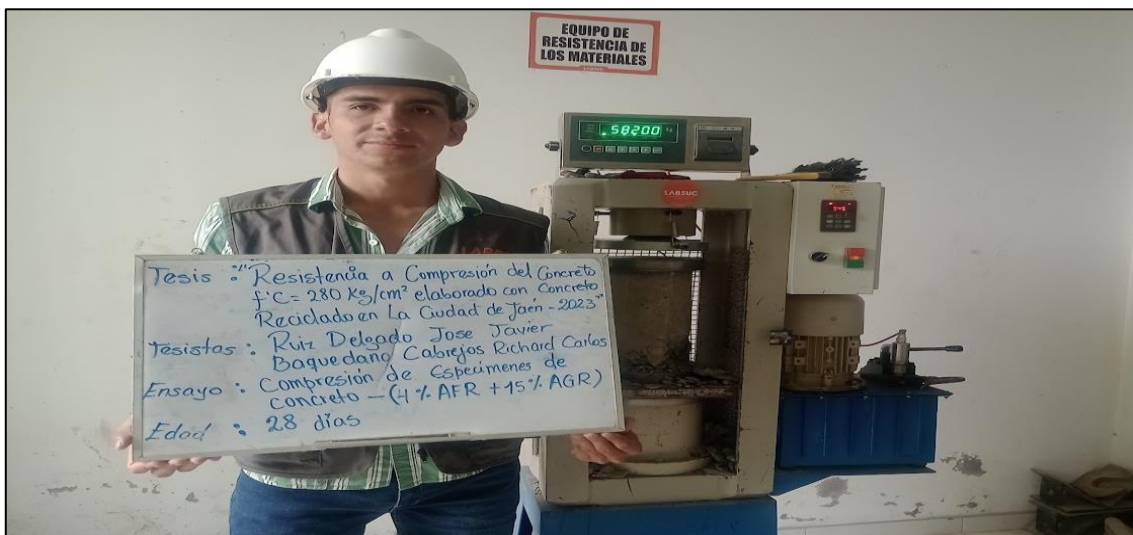


Nota. Rotura de probetas de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$ a los 28 días

En la figura se logra visualizar el ensayo a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$ a los 28 días

Figura 49

Rotura de probetas de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$ a los 28 días



Nota. Rotura de probetas de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$ a los 28 días

En la figura se logra visualizar el ensayo a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$ a los 28 días.

Figura 50

Rotura de probetas de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$ a los 28 días



Nota. Rotura de probetas de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$ a los 28 días

En la figura se logra visualizar el ensayo a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 22\% \text{ AGR} + 7\% \text{ AFR}$ a los 28 días.

III. RESULTADOS

3.1. Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los insumos, para el diseño de mezcla

Tabla 9

Características físicas y mecánicas de los agregados naturales

| Características | Agregado fino | Agregado grueso |
|--|-------------------------|-------------------------|
| Perfil | - | Angular y Sub angular |
| Tamaño máximo nominal | - | 3/4" |
| Peso específico de masa | 2.54 gr/cm ³ | 2.66 gr/cm ³ |
| Peso unitario suelto seco | 1547 kg/m ³ | 1452 kg/m ³ |
| Peso unitario seco compactado | 1732 kg/m ³ | 1600 kg/m ³ |
| Humedad natural | 1.74% | 0.49% |
| Absorción | 2.57% | 0.88% |
| Módulo de finura | 2.29 | 6.47 |
| Material fino que pasa el Tamiz N° 200 | 2.90% | 0.93% |
| Abrasión Los Ángeles | | 30.06% |

Tabla 10

Características físicas y mecánicas de los agregados reciclados

| Características | Agregado fino reciclado | Agregado grueso reciclado |
|--|-------------------------|---------------------------|
| Perfil | - | Angular y Sub angular |
| Tamaño máximo nominal | - | 3/4" |
| Peso específico de masa | 2.47 gr/cm ³ | 2.64 gr/cm ³ |
| Peso unitario suelto seco | 1753 kg/m ³ | 1395 kg/m ³ |
| Peso unitario seco compactado | 1869 kg/m ³ | 1571 kg/m ³ |
| Humedad natural | 1.68% | 0.46% |
| Absorción | 2.88% | 1.32% |
| Módulo de finura | 2.95 | 6.45 |
| Material fino que pasa el Tamiz N° 200 | 2.41% | 0.80% |
| Abrasión Los Ángeles | | 33.48% |

Tabla 11*Resultados de los ensayos químicos del concreto reciclado*

| Sales Solubles Totales | | 0.0165% ppm |
|------------------------|-----------------------------|---------------|
| | | 165.00% |
| Cloruros | Expresado como ÍON (ppm) | CI - 55% |
| | Expresado como ÍON (ppm) | SO4 - 230% |
| | | 0.01% |
| | SO4 | 2.00% |

El cemento utilizado fue Pacasmayo tipo I con un peso específico de 3.15 gr/cm³

Para el diseño de la mezcla de concreto con una resistencia nominal $f'_c=280\text{kg/cm}^2$, se establecieron proporciones volumétricas específicas de los materiales.

1 : 1.61 : 1.81 : 20.4 lt/bolsa

Cemento: AF: AG :Agua

3.2. Analizar la resistencia a compresión del concreto $f'_c = 280 \text{ kg/ cm}^2$ al sustituir concreto reciclado por agregado grueso en los porcentajes de 0%, 10%, 15%, y 22% y para el agregado fino en 0%, 2%, 4%, y 7%.

3.2.1. Propiedades del concreto fresco

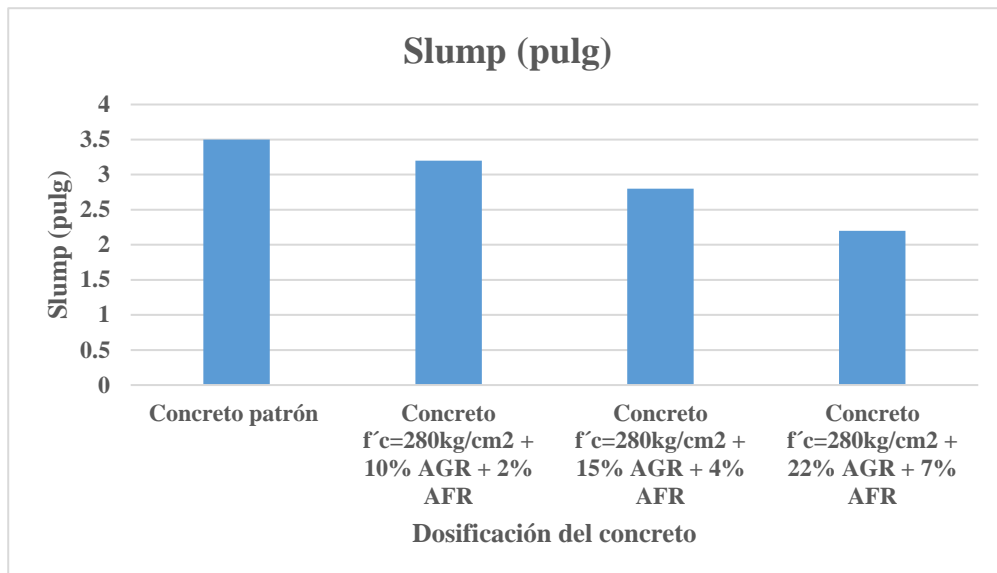
3.2.1.1. Asentamiento

El presente ensayo se realizó considerando la norma técnica NTP 339.035, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 12*Asentamientos promedio del concreto*

| Dosificaciones de Concreto | Tanda | Asentamiento (pulg) | Asentamiento promedio |
|--|-------|---------------------|-----------------------|
| Concreto patrón $f'c=280$ kg/cm ² | 1 | 3.4 | 3.5 |
| | 2 | 3.6 | |
| Concreto $f'c=280$ kg/cm ² + 10% AGR + 2% AFR | 1 | 3.5 | 3.2 |
| | 2 | 2.8 | |
| Concreto $f'c=280$ kg/cm ² + 15% AGR + 4% AFR | 1 | 2.6 | 2.8 |
| | 2 | 2.9 | |
| Concreto $f'c=280$ kg/cm ² + 22% AGR + 7% AFR | 1 | 2 | 2.2 |
| | 2 | 2.4 | |

De la tabla 11, Se indica los resultados promedio de Slump para las distintas dosificaciones de concreto, teniendo que las sustituciones de agregados naturales por reciclados son inversamente proporcionales al Slump en algunos de sus diseños.

Figura 51*Asentamientos promedios del concreto*

De la figura 49, para el concreto $f'c=280$ kg/cm² se tuvo un Slump promedio de 3.3”, al sustituir agregados naturales por reciclado en los porcentajes de 10% AGR + 2%

AFR, 15% AGR + 4% AFR y 22% AGR + 7% AFR el slump promedio fueron 3.9”, 3.1” y 2.2”, respectivamente.

3.2.2. Propiedades del concreto endurecido

3.2.2.1. Resistencia a la compresión

El ensayo se llevó a cabo conforme a la norma NTP 339.034, evaluando la resistencia a edades de 7, 14 y 28 días para el concreto con resistencia $f'c=280\text{kg/cm}^2$ y para las distintas sustituciones agregados naturales por reciclados, lo cual se verificó la condición de cumplimiento de acuerdo a la normativa vigente, teniendo en cuenta que el porcentaje mínimo de resistencia a los 7, 14 y 28 días debe ser del 70, 80 y 100 % del $f'c$.

Tabla 13

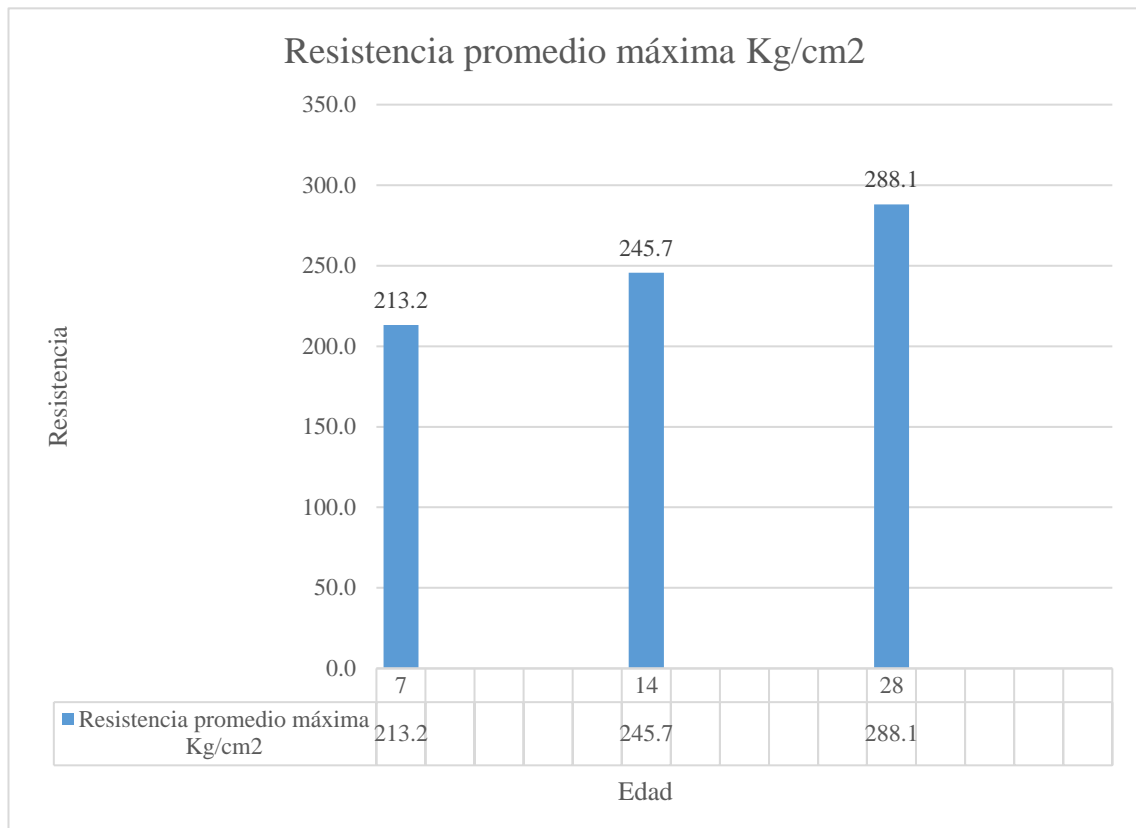
Resistencia a compresión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$

| Edad (días) | Resistencia máxima Kg/cm ² | Resistencia promedio máxima Kg/cm ² | Porcentaje $F'c$ | Condición |
|-------------|---------------------------------------|--|------------------|-----------|
| 7 días | 204.3 | 213.2 | 76.14 | Cumple OK |
| | 202.8 | | | |
| | 222.8 | | | |
| | 212.8 | | | |
| | 223.3 | | | |
| 14 días | 239.8 | 245.7 | 87.76 | Cumple OK |
| | 255.9 | | | |
| | 251.1 | | | |
| | 238.7 | | | |
| | 243.1 | | | |
| 28 días | 293.2 | 288.1 | 102.91 | Cumple OK |
| | 282 | | | |
| | 296.6 | | | |
| | 286 | | | |
| | 282.9 | | | |

De la tabla 12, Se presenta los datos de resistencia a compresión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, ensayadas a los 7, 14 y 28 días.

Figura 52

Resistencia a compresión para el concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$



De la figura 50, se presenta los valores hallados para el concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$, donde se tuvo resistencias promedios máximos de 213.2 kg/cm^2 , 245.7 kg/cm^2 y 288.1 kg/cm^2 para los 7, 14 y 28 días, respectivamente.

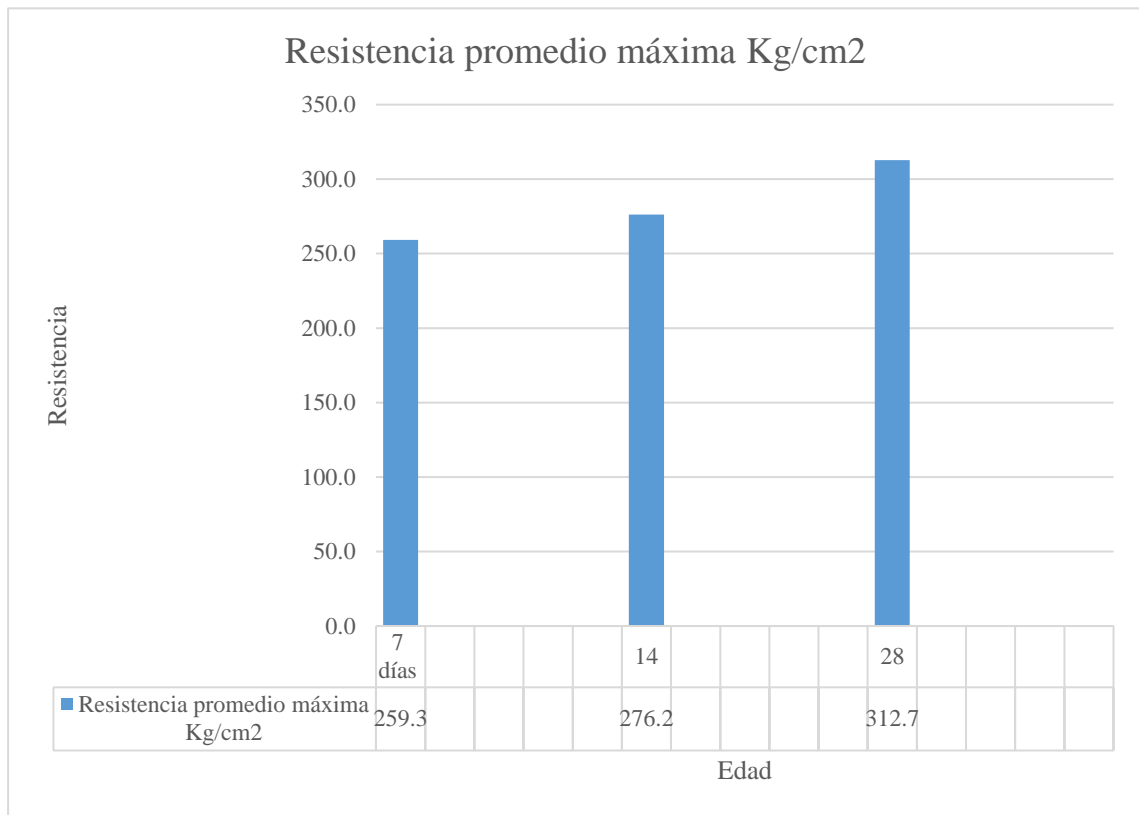
Tabla 14*Resistencia a compresión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$*

| Edad (días) | Resistencia máxima Kg/cm ² | Resistencia promedio máxima Kg/cm ² | Porcentaje F'c | Condición |
|-------------|---------------------------------------|--|----------------|-----------|
| 7 días | 264.2 | 259.3 | 92.59 | Cumple OK |
| | 243.1 | | | |
| | 267.7 | | | |
| | 264.7 | | | |
| | 256.6 | | | |
| 14 días | 278 | 276.2 | 98.64 | Cumple OK |
| | 280.4 | | | |
| | 287 | | | |
| | 262 | | | |
| | 273.5 | | | |
| 28 días | 315.1 | 312.7 | 111.69 | Cumple OK |
| | 329.7 | | | |
| | 301.8 | | | |
| | 318.7 | | | |
| | 298.3 | | | |

De la tabla 13, Se presenta los datos de resistencia a la compresión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$, ensayadas a 7, 14 y 28 días.

Figura 53

Resistencia a compresión para el concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$



De la figura 51, se presenta los valores del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 10\% \text{ AGR} + 2\% \text{ AFR}$, lo cual para se tuvo resistencias promedios máximos de 259.3 kg/cm², 276.2 kg/cm² y 312.7 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días. Lo cual representa un incremento al sustituir a los agregados naturales por reciclados de manera parcial, respectivamente.

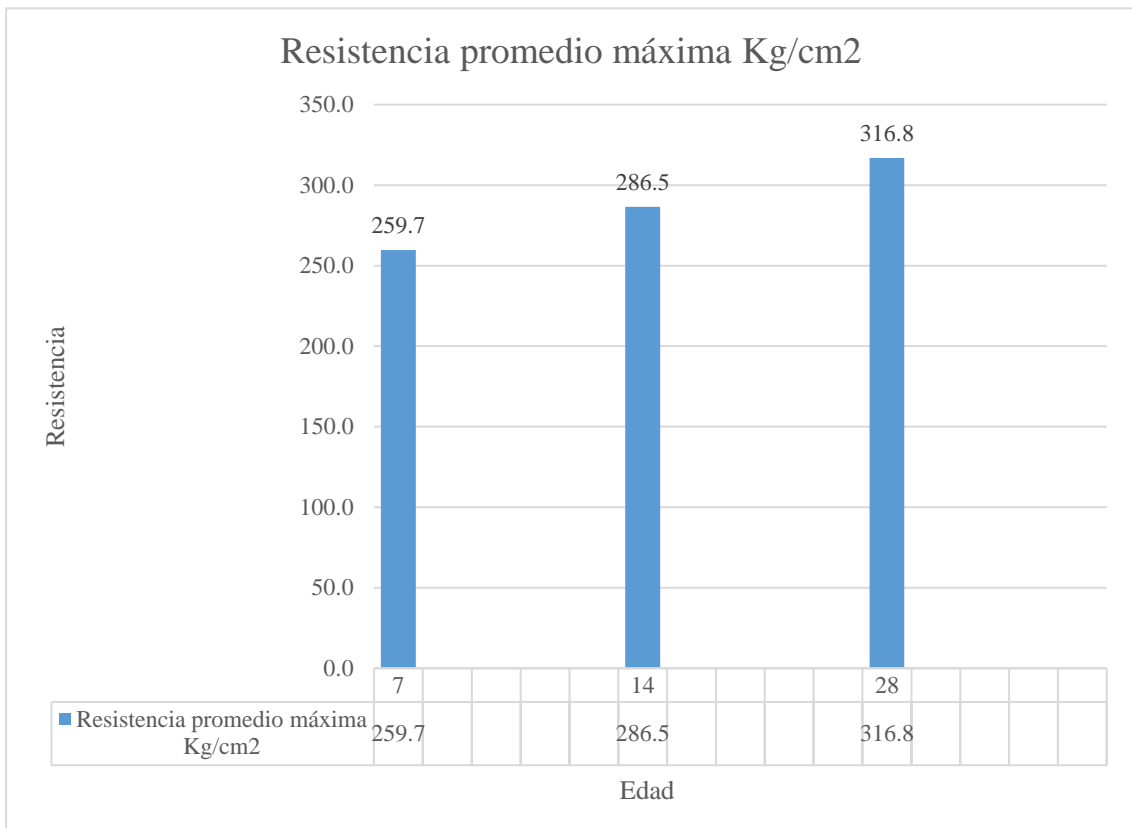
Tabla 15*Resistencia a compresión del concreto patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$*

| Edad (días) | Resistencia máxima Kg/cm ² | Resistencia promedio máxima Kg/cm ² | Porcentaje $F'c$ | Condición |
|-------------|--|---|------------------|-----------|
| 7 días | 253.3 | 259.7 | 92.76 | Cumple |
| | 251 | | | |
| | 277.6 | | | |
| | 262.5 | | | |
| | 254.2 | | | |
| 14 días | 284.8 | 286.5 | 102.34 | Cumple |
| | 274.1 | | | |
| | 294 | | | |
| | 281.1 | | | |
| | 298.7 | | | |
| 28 días | 310 | 316.8 | 113.14 | Cumple |
| | 311.9 | | | |
| | 329.3 | | | |
| | 319.4 | | | |
| | 313.4 | | | |

De la tabla 14, Se presenta los datos de resistencia a compresión para el concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$, ensayadas a 7, 14 y 28 días.

Figura 54

Resistencia a compresión para el concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{AGR} + 4\% \text{AFR}$



De la figura 52, se presenta los valores para el concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 15\% \text{AGR} + 4\% \text{AFR}$, lo cual se tuvo resistencias promedios máximos de 259.7 kg/cm², 286.5 kg/cm² y 316.8 kg/cm² ensayadas a los 7, 14 y 28 días, respectivamente.

Tabla 16

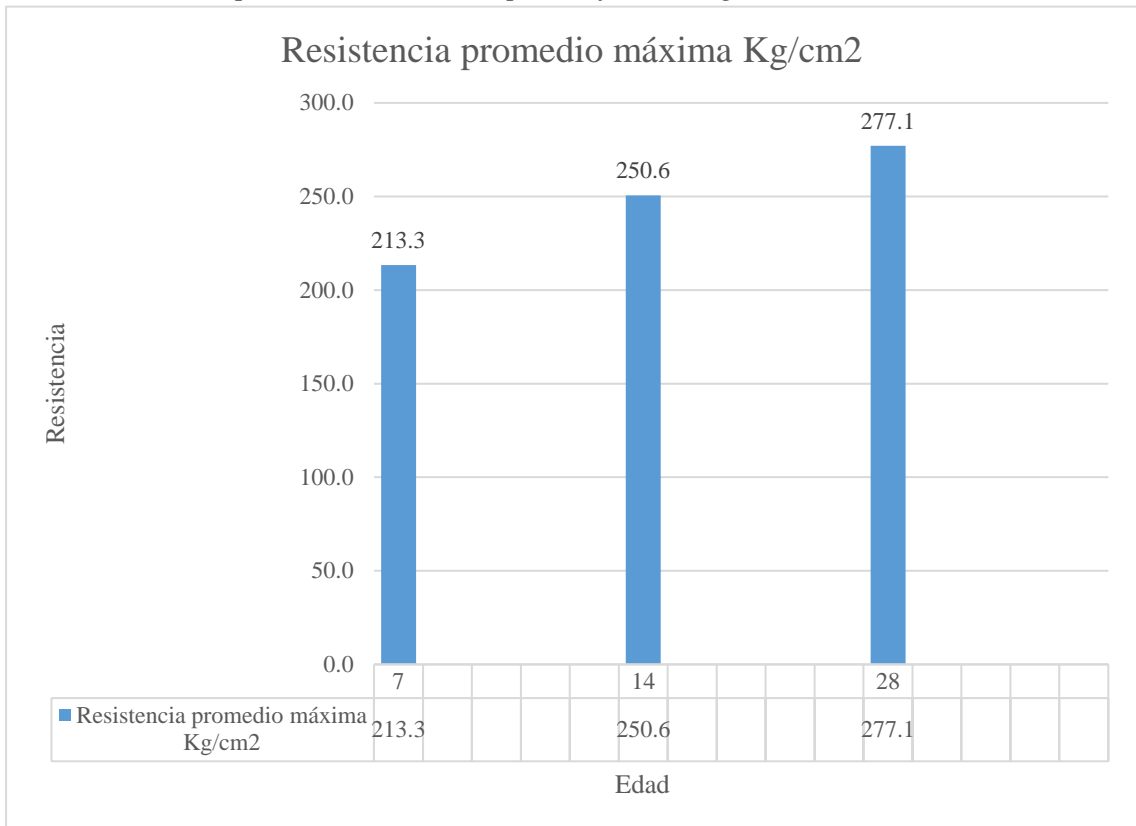
Resistencia a compresión para el concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 22\% \text{AGR} + 7\% \text{AFR}$

| Edad (días) | Resistencia máxima Kg/cm ² | Resistencia promedio máxima Kg/cm ² | Porcentaje F'c | Condición |
|-------------|--|---|-------------------|-----------|
| 7 días | 208.8 | 213.3 | 76.19 | Cumple |
| | 204.4 | | | |
| | 220.6 | | | |
| | 212.8 | | | |
| | 220.1 | | | |
| | 237.6 | | | |
| 14 días | 250.3 | 250.6 | 89.49 | Cumple |
| | 277.5 | | | |
| | 238.9 | | | |
| | 248.5 | | | |
| | 273.4 | | | |
| | 280.3 | | | |
| 28 días | 266.4 | 277.1 | 98.95 | Cumple |
| | 288.4 | | | |
| | 276.8 | | | |
| | | | | |

De la tabla 15, se presenta los datos de resistencia a compresión del concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 22\% \text{AGR} + 7\% \text{AFR}$, ensayadas a 7, 14 y 28 días.

Figura 55

Resistencia a compresión del concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 22\% \text{AGR} + 7\% \text{AFR}$

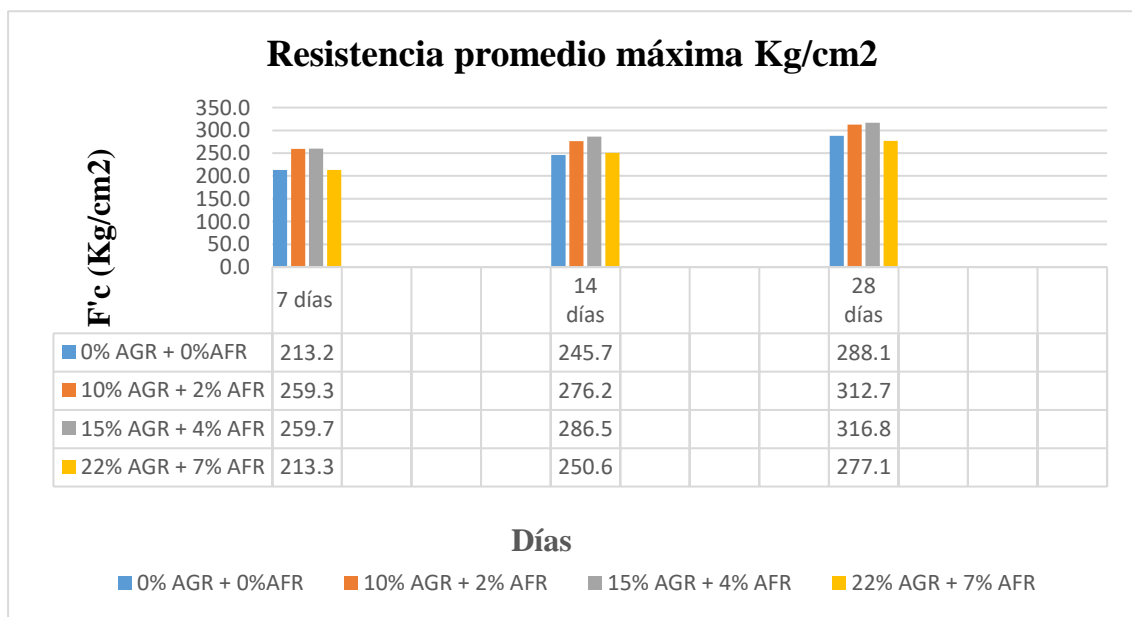


De la figura 53, se presenta los valores del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 22\% \text{AGR} + 7\% \text{AFR}$, lo cual para los 7, 14 y 28 días se tuvo resistencias promedio de 213.3 kg/cm², 250.6 kg/cm² y 277.1 kg/cm². Esto representa un incremento al sustituir a los agregados naturales por reciclados de manera parcial, respectivamente.

3.3. Comparar el efecto de los distintos porcentajes sustitutorios de concreto reciclado por agregado grueso y fino en el ensayo de resistencia a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y descubrir su óptimo porcentaje de concreto reciclado que mejora la resistencia la compresión para el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 56

Resistencia a compresión para el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con las diferentes sustituciones de concreto reciclado



De la figura 54, se presenta los valores para el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con las diferentes sustituciones de concreto reciclado, ensayadas a los 7, 14 y 28 días de curado, lo cual se tiene que para las sustituciones de 10% AGR + 2% AFR y 15% AGR + 4% AFR se tuvo un incremento en un 8.5% y 9.9% en la resistencia respecto del concreto de diseño, sin embargo, para el 22% AGR + 7% AFR de sustitución la resistencia disminuyó en un 3.8% con respecto al concreto patrón.

3.4. Determinar el costo del nuevo diseño de concreto respecto al convencional

Se procedió a realizar el costo del concreto reciclado puesto en obra para posteriormente determinar el costo de producción de concreto para la resistencia $f'c=280$ kg/cm² y para el diseño que mejor cumplió su resistencia siendo elaborado con agregados reciclados sustituidos parcialmente.

Tabla 17

Costo de producción del agregado grueso reciclado puesto en obra

| PUESTO EN OBRA SOLO VALIDO PARA LA ZONA DE JAÉN AGREGADO GRUESO RECICLADO (CONCRETO RECICLADO) | | |
|---|--|--------------------------|
| DESCRIPCION | costo de demolición por 2 sacos (0.3142m ³) | Costo por m ³ |
| Mano de obra | | |
| 01 peón | s/. 20 | 63.7 |
| Herramientas manuales | | |
| | se consideró el 3% de la mano de obra | 1.9 |
| Transporte | | |
| | se consideró según cotización el traslado m ³ | 9 |
| | Total | S/ 74.56 |

De la interpretación de la tabla 16, se tiene que el costo total de producción del agregado grueso reciclado puesto en obra es S/ 74.56

Tabla 18

Costo de producción del agregado fino reciclado puesto en obra

| PUESTO EN OBRA SOLO VALIDO PARA LA ZONA DE JAÉN AGREGADO FINO RECICLADO (CONCRETO RECICLADO) | | |
|---|---|--------------|
| DESCRIPCION | Costo de demolición por 0.7 sacos (0.10997m3) | Costo por m3 |
| Mano de obra | | |
| 01 peón | s/. 5 | 45.5 |
| Herramientas manuales | | |
| | se consideró el 3% de la mano de obra | 1.4 |
| Transporte | | |
| | se consideró según cotización el traslado m3 | 9 |
| | Total | S/ 55.83 |

De la interpretación de la tabla 17, se tiene que el costo total de producción del agregado fino reciclado puesto en obra es S/ 55.83

Tabla 19*Análisis de precios unitarios para el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$*

| Análisis de precios unitarios | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|--|---------------|------------------|-----------------------------------|------------------|-------------------|
| Presupuesto | 1201001 | RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c=280\text{KG/CM}^2$ ELABORADO CON CONCRETO RECICLADO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 | | | | | |
| Subpresupuesto | 001 | RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c=280\text{KG/CM}^2$ ELABORADO CON CONCRETO RECICLADO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 | | | | | |
| Partida | 01.01 | CONCRETO $f'c=280 \text{ KG/CM}^2$ - PATRON | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | 20.0000 | EQ. | 20.0000 | Costo unitario directo por: m3 | 559.92 | |
| Código | Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/ | Parcial S/ |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | | hh | 2.0000 | 0.8000 | 28.47 | 22.78 |
| 0101010004 | OFICIAL | | hh | 2.0000 | 0.8000 | 22.39 | 17.91 |
| 0101010005 | PEON | | hh | 8.0000 | 3.2000 | 20.26 | 64.83 |
| | | | | | | | 105.52 |
| | Materiales | | | | | | |
| 02070100010002 | PIEDRA CHANCADA 1/2" | | m3 | | 0.8210 | 65.00 | 53.37 |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | | m3 | | 0.7680 | 54.00 | 41.47 |
| 0213010008 | CEMENTO EXTRA FUERTE PACASMAYO | | bol | | 11.0600 | 31.40 | 347.28 |
| 0290130023 | AGUA | | m3 | | 0.2160 | 7.00 | 1.51 |
| | | | | | | | 443.63 |
| | Equipos | | | | | | |
| 0301060007 | HERRAMIENTA MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 105.52 | 3.17 |
| 0301290001 | VIBRADOR PARA CONCRETO | | hm | 1.0000 | 0.4000 | 7.00 | 2.80 |
| 03012900030001 | MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP) | | hm | 1.0000 | 0.4000 | 12.00 | 4.80 |
| | | | | | | | 10.77 |

De la interpretación de la tabla 18, se tiene el análisis de precios unitarios para la producción de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, ascendiendo a un total de S/. 559.92

Tabla 20

Análisis de precios unitarios para el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 10\% \text{AGR} + 2\% \text{AFR}$

| Análisis de precios unitarios | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|--|
| Presupuesto | 1201001 | RESISTENCIAA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c=280\text{KG}/\text{CM}^2$ ELABORADO CON CONCRETORRECICLADO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 | | | | | |
| Subpresupuesto | 001 | RESISTENCIAA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c=280\text{KG}/\text{CM}^2$ ELABORADO CON CONCRETORRECICLADO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 | | | | | |
| Partida | 01.02 | CONCRETO $F'c=280\text{KG}/\text{CM}^2 + 15\% \text{AGR} + 4\% \text{AFR}$ | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | 20.0000 | EQ. | 20.0000 | Costo unitario directo por: m3 | 560.73 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/ | Parcial S/ | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 2.0000 | 0.8000 | 28.47 | 22.78 | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 2.0000 | 0.8000 | 22.39 | 17.91 | |
| 0101010005 | PEON | hh | 8.0000 | 3.2000 | 20.26 | 64.83 | |
| | | | | | | 105.52 | |
| Materiales | | | | | | | |
| 02070100010002 | PIEDRA CHANCADA 1/2" | m3 | | 0.7390 | 65.00 | 48.04 | |
| 0207010012 | AGREGADO GRUESO RECICLADO | m3 | | 0.0820 | 74.56 | 6.11 | |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | m3 | | 0.7530 | 54.00 | 40.66 | |
| 0207020003 | AGREGADO FINO RECICLADO | m3 | | 0.0150 | 55.83 | 0.84 | |
| 0213010008 | CEMENTO EXTRAFORTE PACASMAYO | bol | | 11.0600 | 31.40 | 347.28 | |
| 0290130023 | AGUA | m3 | | 0.2160 | 7.00 | 1.51 | |
| | | | | | | 444.44 | |
| Equipos | | | | | | | |
| 0301060007 | HERRAMIENTA MANUALES | % mo | | 3.0000 | 105.52 | 3.17 | |
| 0301290001 | VIBRADOR PARA CONCRETO | hm | 1.0000 | 0.4000 | 7.00 | 2.80 | |
| 03012900030001 | MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP) | hm | 1.0000 | 0.4000 | 12.00 | 4.80 | |
| | | | | | | 10.77 | |

De la interpretación de la tabla 19, se tiene el análisis de precios unitarios para la producción de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 15\% \text{AGR} + 4\% \text{AFR}$, ascendiendo a un total de S/. 560.73

IV. DISCUSIÓN

Los resultados de resistencia a compresión obtenidos en laboratorio para el diseño del concreto, sustituyendo agregados naturales por reciclados en los porcentajes de 0% AGR + 0% AFR, 10% AGR + 2% AFR, 15% AGR + 4% AFR y 22% AGR + 7% AFR, para los 7 días fueron (213.2, 259.3, 259.7, 213.3 kg/cm²), a los 14 días (245.7, 276.2, 286.5, 250.6 kg/cm²) y a los 28 días de curado fueron (288.1, 312.7, 316.8 y 277.1 kg/cm²), resultados similares presentaron Montoya y Aragón (2022), lo cual para sus 6 diseños realizados, los resultados de resistencia a compresión a los 28 días para 100% AN, 85% AN + 15AR, 75% AN + 25 AR, 50% AN + 50AR, 25% AN + 75AR y 100 AR fueron (220.23, 240.70, 236.79, 210.00, 209.76, 183.13 kg/cm²), lo cual nos indica, que el concreto reciclado presenta un comportamiento similar en los distintos diseños para la resistencia a compresión del concreto.

Desde la perspectiva de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales y reciclados para el diseño de mezcla del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, se tuvo que para los agregados naturales fino y grueso con perfil angular y sub angular, tuvieron un peso específico de 2.54 y 2.66 gr/cm³, peso unitario suelto seco de 1547 y 1452 kg/m³, Peso unitario seco compactado de 1732 y 1600 kg/m³, absorción de 2.57 y 0.88 %, humedad natural de 1.74 y 0.49%, módulo de finura de 2.29 y 6.47; el material pasante del tamiz N° 200 de 2.9 y 0.93% y el tamaño máximo nominal del agregado grueso natural fue de 3/4"; esto concuerda con características similares de los agregados que estudió Huamán y Palacios (2021) en su investigación que tuvo por objetivo determinar las propiedades del concreto al sustituir el agregado natural por CR; y para los agregados reciclados tuvieron un peso específico de 2.47 y 2.64 gr/cm³, peso unitario suelto seco de 1753 y 1395 kg/m³, Peso unitario seco compactado de 1869 y 1571 kg/m³, absorción de 2.88 y 1.32 %, humedad natural de 1.68 y 0.46 %, módulo de finura de 2.95 y 6.45; el material pasante del tamiz N° 200 de 2.41 y 0.80 % y el tamaño máximo nominal del agregado grueso reciclado fue de 3/4". Además, las características químicas para el concreto reciclado fueron, para sales solubles totales 165.0%, sulfatos 2.00% y para cloruros 55%.

Al analizar la resistencia a compresión del concreto se tuvo que, al sustituir concreto reciclado por agregado grueso en los porcentajes de 10, 15 y 22% y para el agregado fino de 2, 4 y 7%, el slump promedio presentó valores de 3.5, 3.2, 2.8 y 2.2, respectivamente. La dosificación del concreto incluyó la preparación de concreto patrón (0% de sustitución de agregados reciclados) con resistencia a compresión $f'_c=280\text{kg/cm}^2$, y concretos con la misma resistencia, pero sustituyendo el agregado natural por agregados reciclados en porcentajes de 10% AGR + 2% AFR, 15% AGR + 4% AFR y 22% AGR + 7% AFR de concreto reciclado en función del peso del material. De los resultados a compresión para las distintas sustituciones se tuvo que, para el concreto a los 7 días logró alcanzar resistencias a la compresión promedio en kg/cm^2 de 213.2, 259.3, 259.7, 213.3 para las sustituciones de 0% AGR + 0% AFR, 10% AGR + 2% AFR, 15% AGR + 4% AFR y 22% AGR + 7% AFR, respectivamente. Al comparar las resistencias, se evidenciaron incrementos notables en sus valores, demostrando mejoras en la resistencia del concreto a esta edad. A los 14 días el concreto alcanzó resistencias a la compresión promedios en kg/cm^2 de 245.7, 276.2, 286.5, 250.6 para las mismas sustituciones ya anteriormente mencionadas, respectivamente. Se tuvo que, al comparar las resistencias del concreto con las diversas sustituciones de concreto reciclado, presenta incrementos significativos para los distintos diseños. Así mismo se presentó resultados similares Centurión (2022) en su tesis que tuvo por objetivo determinar la varianza de resistencia a compresión al reemplazar el agregado natural por agregado reciclado. Lo cual, las resistencias obtenidas para los diseños de 100% AN + 0%AR, 85% AN + 15%AR, 80% AN + 20%AR, 75% AN + 25%AR a los 14 días fueron (193.12, 203.82, 211.69, 174.33 kg/cm^2). Finalmente, para la edad de 28 días el concreto logró alcanzar resistencias a la compresión promedio en kg/cm^2 de 288.1, 312.7, 316.8 y 277.1 para las sustituciones de 0% AGR + 0% AFR, 10% AGR + 2% AFR, 15% AGR + 4% AFR y 22% AGR + 7% AFR. Además, se tuvo que, al comparar las resistencias del concreto con las diversas sustituciones de concreto reciclado, presenta incrementos significativos para los distintos diseños, cumpliendo satisfactoriamente y siendo la más óptima para el 15% AGR + 4% AFR un incremento del 109.9 % respecto del concreto patrón. Así mismo nuevamente Centurión (2022) también para los diseños de 100% AN + 0%AR, 85% AN + 15%AR, 80% AN + 20%AR, 75% AN + 25%AR a los 28 días fueron (223.50, 231.84, 243.17, 217.57 kg/cm^2).

Tras evaluar los distintos porcentajes de concreto reciclado en la resistencia a compresión del concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, se concluye que los dos porcentajes óptimos de agregados reciclados que incrementan la resistencia del concreto son: la sustitución de 15% AGR + 4% AFR de concreto reciclado a una edad de 28 días y el segundo fue con la sustitución de 10% AGR + 2% AFR de concreto reciclado a la misma edad, lo cual llegaron a obtener resistencias de 316.8 y 312.7 kg/cm^2 , incrementando en un 109.9% y 108.5% en la resistencia respecto del concreto de diseño, Se establece que el mejor porcentaje en términos de aumento de resistencia con el tiempo fue la sustitución de 15% AGR + 4% AFR, evidenciando un aumento continuo en la resistencia con el incremento en la edad de curación. Resultados no similares presentó Tarazona (2019); en su estudio que tuvo como finalidad determinar las características mecánicas del concreto elaborado con residuos de demolición de pavimento; las resistencias obtenidas para sus 4 diseños presentados de 100% AN + 0%AR, 80% AN + 20%AR, 60% AN + 40%AR y 40% AN + 60%AR fueron del 109.68, 109.26, 94.24 y 88.48 respecto de su concreto de diseño, concluyendo que no cumple de manera satisfactoria para los porcentajes realizados.

Para determinar el costo de producción del nuevo diseño de concreto que cumple mejor la resistencia respecto al convencional se procedió a realizar un análisis de costos unitarios, primero para el costo de producción de agregados reciclados puestos en obra, lo cual se determinó que para el m^3 de agregado grueso reciclado puesto en obra fue $\text{s}/. 74.56$ y para el agregado fino reciclado fue $\text{s}/. 55.83$, lo cual posteriormente se procedió a realizar un análisis de costos unitarios para el concreto de resistencia de $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y para el concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$, siendo para este que cumple con una resistencia de 316.8 kg/cm^2 , llegando a un 109.9% respecto al concreto de diseño. El costo de producción para un m^3 de concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ fue $\text{S}/. 559.92$ y para el concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$ fue $\text{S}/. 560.73$, lo cual se determina que la producción de concreto elaborado parcialmente con agregados reciclados se puede obtener una mejor resistencia por una diferencia insignificante respecto a su costo de producción. Lo mismo presentado por Montoya y Aragón (2022) en su informe final de tesis presentan una descripción del costo de producción del concreto reciclado, lo cual para 1 m^3 es $\text{s}/ 121.46$, esto incluye traslado, limpieza y reducción, trituración primaria y secundaria para dicha zona en estudio.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Diversas normas abarcaron los ensayos de los agregados naturales y reciclados, luego de los resultados obtenidos de las características físicas y mecánicas se evidencia que los agregados naturales y reciclados son similares, ambos poseen una granulometría uniforme, así mismo considerando donde hay ligeras diferencias como es el peso unitario suelto y compactado. Además, las características químicas presentes para el concreto reciclado fueron, para sales solubles totales 165.0%, sulfatos 2.00% y para cloruros 55%.
- Los resultados de resistencia a compresión obtenidos en laboratorio para el diseño del concreto, sustituyendo agregados naturales por reciclados en los porcentajes de 0% AGR + 0% AFR, 10% AGR + 2% AFR, 15% AGR + 4% AFR y 22% AGR + 7% AFR, para los 28 días fueron (288.1, 312.7, 316.8 y 277.1 kg/cm²).
- Al comparar el efecto de diferentes porcentajes de agregados reciclados en la resistencia a compresión del concreto $f'_c = 280$ kg/cm², se observaron mejoras significativas con los porcentajes de 10% AGR + 2% AFR y 15% AGR + 4% AFR a los 28 días, respectivamente.
- El costo del nuevo concreto elaborado con agregados reciclados sustituidos parcialmente con los porcentajes de 15% AGR + 4% AFR, cumplen satisfactoriamente en cuanto a su resistencia a compresión y en lo que respecta a su costo de producción fue para el patrón S/. 559.92 y para el concreto $f'_c = 280$ kg/cm² + 15% AGR + 4% AFR fue S/. 560.73, respectivamente.
- La sustitución de distintos porcentajes de concreto reciclado en la resistencia a compresión del concreto $f'_c = 280$ kg/cm² mostró incrementos positivos, alcanzando su valor máximo con el 15% AGR + 4% AFR de concreto reciclado, donde la resistencia aumentó en un 9.9% en comparación con el concreto patrón.

5.2. Recomendaciones

- Determinar la resistencia a tracción por flexión del concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con concreto reciclado.
- Utilizar aditivos para posteriores investigaciones para mejorar su resistencia a compresión.
- Usar concreto reciclado de distintos puntos de extracción para resultados más representativos.
- Se sugiere crear centros de acopio de concreto reciclado para darle un nuevo uso en distintas obras de ingeniería.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Coro, D. (2019). *Variación de la resistencia a compresión de un concreto compactado $f'c=210$ kg/cm² al usar agregado grueso reciclado* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3487>
- Arcilla, A., Fernando, Y., Medina, F. & Delvasto, S. (2022). Effect of treatment in recycled aggregate on properties in fresh and hardened state of self compacting concrete. *Revista EIA*, 19(38), 1-20. <https://revistas.eia.edu.co/index.php/reveia/article/view/1547>
- Arias, J., y Covinos, M. (Eds). (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting EIRL. [file:///C:/Users/USER/Downloads/Arias-Covinos-Dise%C3%B1o_y_metodologia_de_la_investigacion%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/Arias-Covinos-Dise%C3%B1o_y_metodologia_de_la_investigacion%20(1).pdf)
- Burgos, D., Guzmán, Á. & Torres, N. (2019). Mechanical and durable performance of concrete that incorporates commercial fine recycled aggregate. *Revista EIA*, 16(32), 167-179. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149259728010>
- Cachay-Díaz, L. (2022). *Variación de la resistencia a compresión de un concreto permeable de $f'c = 210$ kg/cm² con aditivo plastificante sikament® 290n al reemplazar en diferentes porcentajes el agregado grueso por agregado de concreto reciclado* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4761>
- Calsina-Quispe, J. (2021). *Análisis de las características mecánicas del concreto incorporando agregado de concreto reciclado en la ciudad de Juliaca – 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63682>
- Campos, V. y Hoyos, M. (2022). *Uso de ceniza de cáscara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión y flexotracción del concreto $f'c=280$ kg/cm²* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92829>

- Cayotopa-Cabanillas, K. (2019). *Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto $f'c=210$ kg/cm², reemplazando el agregado grueso por ladrillo y concretos reciclados, en diferentes porcentajes* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22301>
- Centurión - Vargas, M. (2022). *Determinación de la resistencia del concreto $f'c = 210$ kg/cm² elaborado con agregados reciclados de vías, en la ciudad de Cajamarca, 2021* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5368>
- Chasquero, J. y Hurtado, H. (2019). *Uso del Concreto Reciclado Proveniente de Demoliciones para la Producción de Afirmado* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio UNJ. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/239>
- Cruz, N. y Ramírez, D. (2022). Evaluation of samples of the coarse aggregate from concrete wates to produce new concrete. *Métodos y Materiales*, 12(1), 1-11. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/materiales/article/view/48029>
- Díaz, S. y Ramírez, J. (2022). *Inclusión de aditivo Sikament 290N para mejorar la resistencia a la compresión y flexotracción del concreto $f'c$ 280 kg/cm², Jaén* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93412>
- Flores-Condori, J. (2020). *Gestión y tratamiento de residuos de construcción y demolición en la municipalidad provincial de Cusco* [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Catalunya Barcelonatech]. UPCommons. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/335990>
- Gonzaga-Toribio, J. (2022). *Análisis de la resistencia a la compresión y patología en concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionado con vidrio reciclado, Cajamarca 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/32510>
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (Eds). (2019). *Metodología de la Investigación-cuarta edición*. Compañía Editorial Ultra, S. A.

<https://seminariodemetodologiadelainvestigacion.files.wordpress.com/2012/03/metodologc3ada-de-la-investigacic3b3n-roberto-hernc3a1ndez-sampieri.pdf>

Huamán, J. y Palacios, R. (2021). *Determinación de las propiedades del concreto f'c 210 Kg.cm-2 elaborado con residuos de la demolición de estructuras civiles en Jaén 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88068>

Machaca-Iquiapaza, G. (2019). *Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión]. Repositorio de Tesis. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2714>

Martínez-García, R. (2021). *Evaluation of the use of recycled concrete aggregates for the production of self-compacting concretes and cement mortars* [Tesis de posgrado, Universidad de León]. Biblioteca Universal de León. <http://buleria.unileon.es/handle/10612/13363>

Melo, D. & Apolonio, I. (2022). Physical and mechanical characterization of concrete blocks with the incorporation of sand aggregate from construction waste. *Revista Matéria*, 26(4), 1-15. <https://www.scielo.br/j/rmat/a/7GSpds4kzSk75fTZZ5KwMpr/?lang=pt>

Montoya, L. y Aragón, S. (2022). *Determinación de la resistencia a la compresión del concreto reciclado para construcciones ecoeficientes en la ciudad de Tacna, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Universidad Privada de Tacna. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2376>

Mori-Apagüño, H. (2019). *La resistencia a la compresión e impermeabilidad de concretos con agregados reciclados en comparación de concretos tradicionales* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio UNSM-Institucional. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3392>

- Oviedo, C., y Vega, S. (2021). Manejo de residuos de construcción y demolición y economía circular: una revisión narrativa. *Lámpsakos*, 26, 41-31.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8648934>
- Sanca, M. A. (2011). Tipos de investigación científica. *Revista de Actualización Clínica Investiga Boliviana*, 12, 621-624.
http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/raci/v12/v12_a11.pdf
- Tarazona-Beraún, K. (2019). *Aprovechamiento del concreto reciclado proveniente de los residuos de demolición de pavimento rígido en la producción de concreto nuevo en la ciudad de Huánuco – 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL.
<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/4561>

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a Dios, fuente de vida y guía en cada paso de este camino. Agradezco de manera especial a Virginia Jessica Ruiz Delgado, cuyo apoyo incondicional fue fundamental en todas las fases de esta investigación. Su orientación y aporte económico fueron piedras angulares en este proceso.

Además, reconocemos a la Universidad Nacional de Jaén y a todos los docentes que contribuyeron a nuestra formación profesional. El valioso conocimiento adquirido durante nuestra trayectoria académica ha sido fundamental en la elaboración y desarrollo de este trabajo investigativo.

A cada persona que de alguna manera aportó a este proyecto, nuestro más sincero agradecimiento. Sus contribuciones y apoyo fueron piezas clave en la realización de este estudio.

Jose Javier Ruiz Delgado
Richard Carlos Baquedano Cabrejos

DEDICATORIA

A nuestros padres y familiares, agradecemos su apoyo incondicional y motivación que nos ha impulsado a alcanzar este logro. Vuestra dedicación y amor han sido la fuerza que nos ha guiado en nuestro camino académico. Este trabajo está dedicado a ustedes y a Virginia Jessica Ruiz Delgado, quienes han sido nuestra inspiración constante. Gracias por ser nuestra mayor motivación y sostén en cada paso que damos y daremos en el futuro.

Jose Javier Ruiz Delgado
Richard Carlos Baquedano Cabrejos

ANEXOS

Operación de variables

Tabla 21

Operacionalización de variables

| | Variable | Dimensiones | Indicador | Unidad | Técnica de recolección de datos | Instrumento |
|---------------------------|--|--------------------|--|--------|---------------------------------|-------------|
| Variables dependientes: | Resistencia a la compresión del concreto f'c= 280 kg/cm2 | Propiedad mecánica | Resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días | kg/cm2 | Observación | Validado |
| Variables independientes: | Concreto reciclado | Dosificación | Agregado fino | 0% | kg | Observación |
| | | | | 2% | | |
| | | | | 4% | | |
| | | | | 7% | | |
| | | | | 0% | | |
| | Agregado grueso | 10% | m3/kg | % | | |
| | | 15% | | | | |
| | | 22% | | | | |
| | Características físicas y mecánicas | Peso volumétrico | Solidez | | | |

Figura 57

Presupuesto de producción de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

S10 Presupuestos 2005 » (1301001 RESISTENCIAA COMPRESIÓN DELCONCRETO F'C=280KG/CM2 ELABORADO CON CONCRETORECICLADO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023)

Archivo Ver Hoja del Presupuesto Catálogos Herramientas ?

Presupuestos

Hoja del Presupuesto

001 RESISTENCIAA COMPRESIÓN DELCONCRETO F'C=280KG/CM2 C.D. S/ 1,120.65
 Fecha : 26/02/2024 Lugar : JAEN Jornada : 8 horas « Items 3 »

| Item | Descripción | Und. | Metrado | Precio | Parcial (S/.) |
|-------|---|------|---------|--------|---------------|
| 01 | RESISTENCIAA COMPRESIÓN DELCONCRETO F'C=280KG/CM2 ELABORADO CON CONCRETORECICLADO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 | | | | 0.00 |
| 01.01 | CONCRETO F'C=280 KG/CM2 - PATRON | m3 | 0.00 | 559.92 | 0.00 |
| 01.02 | CONCRETO F'C=280KG/CM2 + 15%AGR + 4%AFR | m3 | 1.00 | 560.73 | 560.73 |

030101010101 (1301001 01) Jornada = 8

CONCRETO F'C=280 KG/CM2 - PATRON

Productividad por m3: 4.8000 hh 0.0000 hm.hp

Rendimiento DIA: 0.0000 0.00

Precio Unitario: m3 S/559.92

| Descripción Recurso | Und. | Cuadrilla | Cantidad | Precio (S/.) | Parcial |
|--------------------------------------|------|-----------|----------|--------------|---------|
| OPERARIO | hh | | 0.8000 | 28.47 | 22.78 |
| OFICIAL | hh | | 0.8000 | 22.39 | 17.91 |
| PEON | hh | | 3.2000 | 20.26 | 64.83 |
| PIEDRA CHANCADA 1/2" | m3 | | 0.8210 | 65.00 | 53.37 |
| ARENA GRUESA | m3 | | 0.7680 | 54.00 | 41.47 |
| CEMENTO EXTRAFORTE PACASMAYO | bol | | 11.0600 | 31.40 | 347.28 |
| AGUA | m3 | | 0.2160 | 7.00 | 1.51 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 105.52 | 3.17 |
| VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25" | hm | | 0.4000 | 7.00 | 2.80 |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP) | hm | | 0.4000 | 12.00 | 4.80 |

Recurso : 0101010003 (0.00%) Ultimo proceso : 26/01/2024 11:35:39

Listo Servidor=DESKTOP-00S02KH (????) .Base de Datos=S10

Nota. Presupuesto de producción de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Figura 58

Presupuesto de producción de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$

S10 Presupuestos 2005 » (1301001 RESISTENCIAA COMPRESIÓN DELCONCRETO F'C=280KG/CM2 ELABORADO CON CONCRETORECICLADO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023)

Archivo Ver Hoja del Presupuesto Catálogos Herramientas ?

Presupuestos

Hoja del Presupuesto

001 RESISTENCIAA COMPRESIÓN DELCONCRETO F'C=280KG/CM2 C.D. S/1,120.65
 Fecha : 26/02/2024 Lugar : JAEN Jornada : 8 horas « Items 3 »

| Item | Descripción | Und. | Metrado | Precio | Parcial (S/.) |
|-------|--|------|---------|--------|---------------|
| 01 | RESISTENCIAA COMPRESIÓN DELCONCRETO F'C=280KG/CM2 ELABORADO CON CONCRETORECICLADO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 20. | | | | 0.00 |
| 01.01 | CONCRETO F'C=280 KG/CM2 - PATRON | m3 | 0.00 | 559.92 | 0.00 |
| 01.02 | CONCRETO F'C=280KG/CM2 + 15%AGR + 4%AFR | m3 | 1.00 | 560.73 | 560.73 |

0301010102 (1301001 01) Jornada = 8 Mano de Obra 105.52
 CONCRETO F'C=280KG/CM2 + 15%AGR + 4%AFR Materiales 444.44
 Productividad por m3: 4.8000 hh 0.0000 hm.hp Equipos 10.77
 Rendimiento DIA: 0.0000 Subcontratos 0.00
 Precio Unitario: m3 S/560.73 Subpartidas 0.00

| Descripción Recurso | Und. | Cuadrilla | Cantidad | Precio (S/.) | Parcial |
|--|------|-----------|----------|--------------|---------|
| OPERARIO | hh | | 0.8000 | 28.47 | 22.78 |
| OFICIAL | hh | | 0.8000 | 22.39 | 17.91 |
| PEON | hh | | 3.2000 | 20.26 | 64.83 |
| PIEDRA CHANCADA 1/2" | m3 | | 0.7390 | 65.00 | 48.04 |
| AGREGADO GRUESO RECICLADO (CONCRETO RECICLADO) | m3 | | 0.0820 | 74.56 | 6.11 |
| AGREGADO FINO RECICLADO (CONCRETO RECICLADO) | m3 | | 0.0150 | 55.83 | 0.84 |
| ARENA GRUESA | m3 | | 0.7530 | 54.00 | 40.66 |
| CEMENTO EXTRAFORTE PACASMAYO | bol | | 11.0600 | 31.40 | 347.28 |
| AGUA | m3 | | 0.2160 | 7.00 | 1.51 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 105.52 | 3.17 |
| VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25" | hm | | 0.4000 | 7.00 | 2.80 |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP) | hm | | 0.4000 | 12.00 | 4.80 |

Recurso : 0101010003 (50.04%) Ultimo proceso : 26/01/2024 11:35:39

Listo Servidor=DESKTOP-00502KH (????) .Base de Datos=S10

Nota. Presupuesto de producción de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 15\% \text{ AGR} + 4\% \text{ AFR}$