



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO
FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
SIMPLE”**

AUTOR: Anthony Xavier Morejón Ortiz

TUTORA: Ing. Lourdes Gabriela Peñafiel Valla, Mg.

AMBATO - ECUADOR

Febrero - 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutora del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”** elaborado por el Sr. Anthony Xavier Morejón Ortiz, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1805442272, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Trabajo Experimental es original de su autoría
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2024



.....
Ing. Lourdes Gabriela Peñafiguero Valla, Mg.

TUTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Anthony Xavier Morejón Ortiz**, con C.I. 1805442272, declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema: **“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”** así como también los análisis estadísticos, ideas, criterios, tablas, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



.....
Anthony Xavier Morejón Ortiz

C.I. 18054442272

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2024



.....
Anthony Xavier Morejón Ortiz

C.I. 18054442272

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Anthony Xavier Morejón Ortiz de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema **“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”**

Ambato, febrero 2024

Para constancia firman

Ing. Carlos Patricio Navarro Peñaherrera, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR

Ing. Diego Sebastián Cherez Gavilanes, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Con Amor a mis padres Edwin y Genny por todo su apoyo a lo largo de mi carrera universitaria.

A Angie por siempre apoyarme y preocuparse por mí.

A toda mi familia por la paciencia y su apoyo incondicional

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato y la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por brindarme la posibilidad de realizar mis estudios y que me enseñaron a ser un buen profesional.

Agradezco especialmente a todos mis amigos y compañeros que me han acompañado en todo este proceso.

A mi tutor, por su paciencia y su disposición para poderme guiar.

A todos los docentes de la facultad por siempre enseñarme y resolver mis inquietudes.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| APROBACIÓN DEL TUTOR | ii |
| AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | iii |
| DERECHOS DE AUTOR..... | iv |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO..... | v |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO..... | vii |
| ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS..... | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xv |
| RESUMEN EJECUTIVO | xvi |
| ABSTRACT..... | xvii |
| CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO | 1 |
| 1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS..... | 1 |
| 1.2 OBJETIVOS..... | 6 |
| CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA. | 7 |
| 2.1 MATERIALES..... | 7 |
| 2.1.1 Materiales necesarios para llevar a cabo la etapa 1 | 7 |
| 2.1.2 Materiales necesarios para llevar a cabo la etapa 2 | 8 |
| 2.1.3 Materiales necesarios para llevar a cabo la etapa 3 | 9 |
| 2.2 MÉTODOS | 10 |
| 2.2.1 ETAPA 1 | 10 |
| 2.2.1.1 Análisis granulométrico de los agregados | 11 |
| 2.2.1.2 Densidad aparente suelta y compactada de los agregados | 12 |
| 2.2.1.3 Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso | 12 |
| 2.2.1.4 Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino | 13 |
| 2.2.1.5 Densidad aparente combinada de los agregados | 13 |
| 2.2.1.6 Contenido de humedad de los agregados | 13 |
| 2.2.1.7 Dosificación | 14 |

| | | |
|--|---|----|
| 2.2.2 | ETAPA 2: PREPARACIÓN DE MUESTRAS | 15 |
| 2.2.2.1 | Elaboración de probetas de prueba | 15 |
| 2.2.2.2 | El hormigón en estado fresco y endurecido | 15 |
| 2.2.2.3 | Elaboración de probetas con variaciones del agregado fino | 15 |
| 2.2.3 | ETAPA 3: ENSAYO A COMPRESIÓN | 16 |
| 2.2.3.1 | Propuesta de correlación | 16 |
| CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN | | 18 |
| 3.1 | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS. | 18 |
| 3.1.1 | Etapa 1: Propiedades mecánicas de los agregados | 18 |
| 3.1.2 | Etapa 2: Elaboración de las probetas | 44 |
| 3.1.3 | Etapa 3: Ensayo de resistencia a compresión | 65 |
| 3.2 | VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS | 87 |
| CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 88 |
| 4.1 | CONCLUSIONES..... | 88 |
| 4.2 | RECOMENDACIONES | 89 |
| MATERIAL DE REFERENCIA..... | | 90 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | | 90 |
| ANEXOS | | 94 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Análisis Granulométrico Del Agregado Fino | 11 |
| Tabla 2. Análisis Granulométrico Del Agregado Fino Con Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #4 | 19 |
| Tabla 3. Análisis Granulométrico Del Agregado Fino Con Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #8 | 20 |
| Tabla 4. Análisis Granulométrico Del Agregado Fino Con Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #16 | 21 |
| Tabla 5. Análisis Granulométrico Del Agregado Fino Con Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #30 | 22 |
| Tabla 6. Análisis Granulométrico Del Agregado Fino Con Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #50 | 23 |
| Tabla 7. Análisis Granulométrico Del Agregado Fino Con Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #100 | 24 |
| Tabla 8. Densidad Real Y Capacidad De Absorción Del Agregado Fino Con Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #4..... | 25 |
| Tabla 9. Densidad Real Y Capacidad De Absorción Del Agregado Fino Con Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #8..... | 26 |
| Tabla 10. Densidad Real Y Capacidad De Absorción Del Agregado Fino Con Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #16..... | 27 |
| Tabla 11. Densidad Real Y Capacidad De Absorción Del Agregado Fino Con Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #30..... | 28 |
| Tabla 12. Densidad Real Y Capacidad De Absorción Del Agregado Fino Con Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #50..... | 29 |
| Tabla 13. Densidad Real Y Capacidad De Absorción Del Agregado Fino Con Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #100..... | 30 |
| Tabla 14. Densidad Real Y Capacidad De Absorción Del Agregado Grueso | 31 |
| Tabla 15. Densidad Real Del Cemento | 32 |

| | |
|---|----|
| Tabla 16. Densidad Suelta Y Compactada Del Agregado Grueso | 32 |
| Tabla 17. Densidad Suelta Y Compactada De Los Agregados Finos..... | 33 |
| Tabla 18. Densidad Combinada De Los Agregados Con Agregado Fino De Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #4..... | 34 |
| Tabla 19. Densidad Combinada De Los Agregados Con Agregado Fino De Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #8..... | 35 |
| Tabla 20. Densidad Combinada De Los Agregados Con Agregado Fino De Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #16..... | 36 |
| Tabla 21. Densidad Combinada De Los Agregados Con Agregado Fino De Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #30..... | 37 |
| Tabla 22. Densidad Combinada De Los Agregados Con Agregado Fino De Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #50..... | 38 |
| Tabla 23. Densidad Combinada De Los Agregados Con Agregado Fino De Tamaño Nominal Máximo Del Tamiz #100..... | 39 |
| Tabla 24. Contenido De Humedad Del Agregado Fino Y Grueso | 40 |
| Tabla 25. Propuesta De Correlación (Tamaño, Módulo De Finura Y Capacidad De Absorción)..... | 41 |
| Tabla 26. Propuesta De Correlación (Tamaño, Densidad Suelta Del Agregado Fino Y Densidad Compactada Del Agregado Fino)..... | 42 |
| Tabla 27. Propuesta De Correlación (Tamaño, Módulo De Finura Y Densidad Suelta Del Agregado Fino)..... | 43 |
| Tabla 28. Muestras Elaboradas | 44 |
| Tabla 29. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c=240\text{kg}/\text{Cm}^2$ | 45 |
| Tabla 30. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De $F'c=240\text{kg}/\text{Cm}^2$ | 45 |
| Tabla 32. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c= 280\text{kg}/\text{Cm}^2$ | 46 |

| | |
|---|----|
| Tabla 33. Cálculo De La Dosificación Por Peso Para La Resistencia De $F'c=280\text{kg}/\text{Cm}^2$ | 47 |
| Tabla 34. Corrección De Humedad $F'c=280\text{kg}/\text{Cm}^2$ | 47 |
| Tabla 35. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c=240\text{kg}/\text{Cm}^2$ - Agregado Fino #4..... | 48 |
| Tabla 36. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De..... | 48 |
| Tabla 37. Corrección De Humedad $F'c=240\text{kg}/\text{Cm}^2$ -Agregado Fino #4 | 49 |
| Tabla 39. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De..... | 50 |
| Tabla 40. Corrección De Humedad $F'c=240\text{kg}/\text{Cm}^2$ -Agregado Fino #8 | 50 |
| Tabla 41. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c=240\text{kg}/\text{Cm}^2$ - Agregado Fino #16..... | 51 |
| Tabla 42. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De..... | 51 |
| Tabla 43. Corrección De Humedad $F'c=240\text{kg}/\text{Cm}^2$ -Agregado Fino #16 | 52 |
| Tabla 44. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c=240\text{kg}/\text{Cm}^2$ - Agregado Fino #30..... | 52 |
| Tabla 45. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De..... | 53 |
| Tabla 46. Corrección De Humedad $F'c=240\text{kg}/\text{Cm}^2$ -Agregado Fino #30 | 53 |
| Tabla 47. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c=240\text{kg}/\text{Cm}^2$ - Agregado Fino #50..... | 54 |
| Tabla 48. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De..... | 54 |
| Tabla 49. Corrección De Humedad $F'c=240\text{kg}/\text{Cm}^2$ -Agregado Fino #50 | 55 |
| Tabla 50. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c=240\text{kg}/\text{Cm}^2$ - Agregado Fino #100..... | 55 |
| Tabla 51. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De..... | 56 |
| Tabla 52. Corrección De Humedad $F'c=240\text{kg}/\text{Cm}^2$ -Agregado Fino #100 | 56 |
| Tabla 53. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c=280\text{kg}/\text{Cm}^2$ - Agregado Fino #4..... | 57 |

| | |
|---|----|
| Tabla 54. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De..... | 57 |
| Tabla 55. Corrección De Humedad $F'c=280\text{kg}/\text{Cm}^2$ -Agregado Fino #4 | 58 |
| Tabla 56. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c=280\text{kg}/\text{Cm}^2$ - Agregado Fino #8..... | 58 |
| Tabla 57. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De..... | 59 |
| Tabla 58. Corrección De Humedad $F'c=280\text{kg}/\text{Cm}^2$ -Agregado Fino #8 | 59 |
| Tabla 60. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De..... | 60 |
| Tabla 61. Corrección De Humedad $F'c=280\text{ Kg}/\text{Cm}^2$ -Agregado Fino #16 | 61 |
| Tabla 63. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De..... | 62 |
| Tabla 64. Corrección De Humedad $F'c\ 280\text{kg}/\text{Cm}^2$ -Agregado Fino #30 | 62 |
| Tabla 66. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De $F'c\ 280\text{kg}/\text{Cm}^2$ - Agregado Fino #50..... | 63 |
| Tabla 67. Corrección De Humedad $F'c=280\text{kg}/\text{Cm}^2$ -Agregado Fino #50 | 64 |
| Tabla 68. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c=280\text{kg}/\text{Cm}^2$ - Agregado Fino #100..... | 64 |
| Tabla 69. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De..... | 65 |
| Tabla 70. Corrección De Humedad $F'c=280\text{kg}/\text{Cm}^2$ -Agregado Fino #100 | 65 |
| Tabla 71. Propiedades Y Densidad En Estado Fresco De Los Cilindros De Prueba . | 66 |
| Tabla 72. Propiedades Y Densidad En Estado Seco De Los Cilindros De Prueba | 66 |
| Tabla 73. Resistencia A Compresión De Las Probetas De Prueba..... | 67 |
| Tabla 75. Densidad Del Hormigón Para $F'c=280\text{ Kg}/\text{Cm}^2$ | 70 |
| Tabla 76. Resistencia A La Compresión De Las Muestras $F'c=240\text{ Kg}/\text{Cm}^2$ A Los 7 Días | 72 |
| Tabla 77 Resistencia A La Compresión De Las Muestras $F'c=240\text{ Kg}/\text{Cm}^2$ A Los 14 Días | 73 |
| Tabla 78. Resistencia A La Compresión De Las Muestras $F'c=240\text{ Kg}/\text{Cm}^2$ A Los 28 Días | 75 |

| | |
|---|----|
| Tabla 79. Resistencia A La Compresión De Las Muestras $F'c=280$ Kg/Cm ² A Los 7 Días | 76 |
| Tabla 80. Resistencia A La Compresión De Las Muestras $F'c=280$ Kg/Cm ² A Los 14 Días | 78 |
| Tabla 81. Resistencia A La Compresión De Las Muestras $F'c=240$ Kg/Cm ² A Los 28 Días | 79 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Gráfica 1. Densidad Promedio Del Hormigón En Estado Fresco ($F'c=240$ Kg/Cm ²) | 69 |
| Gráfica 2. Densidad Promedio Del Hormigón En Estado Fresco ($F'c=240$ Kg/Cm ²) | 69 |
| Gráfica 3. Densidad Promedio Del Hormigón En Estado Fresco ($F'c=280$ Kg/Cm ²) | 71 |
| Gráfica 4. Densidad Promedio Del Hormigón En Estado Endurecido ($F'c=280$ Kg/Cm ²)..... | 71 |
| Gráfica 5. Esfuerzo A Compresión 7 Días ($F'c=240$ Kg/Cm ²)..... | 73 |
| Gráfica 6. Esfuerzo A Compresión 14 Días ($F'c=240$ Kg/Cm ²)..... | 74 |
| Gráfica 7. Esfuerzo A Compresión 28 Días ($F'c=240$ Kg/Cm ²)..... | 76 |
| Gráfica 8. Esfuerzo A Compresión 7 Días ($F'c=280$ Kg/Cm ²)..... | 77 |
| Gráfica 9. Esfuerzo A Compresión 14 Días ($F'c=240$ Kg/Cm ²)..... | 79 |
| Gráfica 10. Esfuerzo A Compresión 28 Días ($F'c=240$ Kg/Cm ²)..... | 80 |

RESUMEN EJECUTIVO

El hormigón, conocido por su amplio uso en la construcción, se distingue por su alta resistencia a compresión. Sin embargo, ciertos elementos, como el tamaño nominal máximo del agregado fino, pueden variar esta resistencia. En esta investigación, se aborda cómo la variación en el tamaño del agregado fino influye en la resistencia a compresión del hormigón simple.

Este proyecto estudio las variaciones de las propiedades de los agregados con los tamaños de los tamices #4, #8, #16, #30, #50 y #100 para elaborar hormigón rigiéndose por las normativas NTE INEN. Se consideró para la obtención de la dosificación usar el método de la densidad óptima de la Universidad Central del Ecuador variando según el tamaño y las propiedades del agregado fino, se consideraron dos resistencias de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , posteriormente se elaboraron 54 probetas cilíndricas de hormigón simple para cada resistencia, 9 probetas por cada tamaño nominal del agregado fino, las cuales fueron ensayadas a los 7, 14 y 28 días. Para garantizar un control, se ensayó 3 probetas en cada intervalo de tiempo de curado y se obtuvo información acertada para correlacionar la resistencia a compresión alcanzada del hormigón simple respecto al tamaño nominal del agregado fino.

Los resultados revelan una disminución progresiva en la resistencia a compresión a medida que se reduce el tamaño nominal máximo del agregado fino, manifestándose de manera notable en la resistencia final a los 28 días de curado. Asimismo, se observan variaciones en las propiedades del agregado más fino.

Palabras clave: Resistencia, Compresión, Agregado, Fino, NTE INEN, Densidad, Hormigón.

ABSTRACT

Concrete, known for its wide use in construction, is distinguished by its high compressive strength. However, certain elements, such as the maximum nominal size of the fine aggregate, can vary this strength. This research addresses how variation in fine aggregate size influences the compressive strength of plain concrete.

This project studies the variations in the properties of aggregates with the sizes of #4, #8, #16, #30, #50 and #100 sieves to produce concrete according to NTE INEN standards. To obtain the dosage, the optimum density method of the Central University of Ecuador was used, varying according to the size and properties of the fine aggregate. Two strengths of 240 kg/cm² and 280 kg/cm² were considered, then 54 cylindrical specimens of simple concrete were prepared for each strength, 9 specimens for each nominal size of the fine aggregate, which were tested at 7, 14 and 28 days. To ensure control, 3 specimens were tested at each curing time interval and accurate information was obtained to correlate the achieved compressive strength of the plain concrete with respect to the nominal size of the fine aggregate.

The results reveal a progressive decrease in compressive strength as the maximum nominal size of the fine aggregate is reduced, manifesting itself noticeably in the final strength at 28 days of curing. Likewise, variations in the properties of the finer aggregate are observed.

Key words: Strength, Compression, Aggregate, Fine, NTE INEN, Density, Concrete

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

A lo largo de la historia, el hormigón ha sido ampliamente utilizado como material constructivo en diversas estructuras y edificaciones, desde tiempos antiguos hasta la época contemporánea. Por tanto, los componentes básicos de las obras que involucran hormigón como los métodos de aplicación han evolucionado, así como los ensayos realizados para asegurar su calidad y los aditivos empleados en su elaboración. En la actualidad, varios factores influyen en la resistencia final del material, entre ellos la temperatura ambiental durante el proceso de vertido, los tipos de aditivos utilizados y los ensayos a los que se somete el hormigón. [1]

El agregado fino es un material granular que pasa a través de una malla de 4.75 mm y se retiene en una malla de 0.075 mm. y que debe cumplir con ciertas propiedades como módulo de finura, densidad aparente, absorción entre otros. Está compuesto principalmente por arena y se utiliza para llenar los espacios entre los agregados gruesos, como la grava o la piedra triturada. El tamaño del agregado afecta a la mezcla, una manera de considerar que el agregado fino es adecuado es considerando que el agregado fino no presenta bordes afilados con una disminución del asentamiento. [2]

El análisis llevado a cabo por León et al. [3] ofrece una compilación exhaustiva de información que detalla los factores que impactan en las características del hormigón. Su estudio proporciona información relevante que enriquecerá el conocimiento acerca de la resistencia a la compresión del hormigón y se convertirá en una valiosa fuente de consulta para futuros proyectos de investigación.

Uno de los aspectos fundamentales del hormigón es su resistencia a la compresión. En relación con el tamaño del agregado, se ha observado que un aumento en este parámetro, en el contexto de una baja relación agua-cemento, puede tener un impacto significativo en la resistencia debido a la porosidad de la zona de transición. [3]

El estudio llevado a cabo por Bhattarai [4], a través de una metodología experimental, analiza cómo la cantidad de agua afecta la trabajabilidad del hormigón, así como otros factores como la compactación y la resistencia del hormigón. Los hallazgos de este análisis serán de gran ayuda para tomar decisiones precisas al manipular la cantidad de agua a utilizar en las muestras de hormigón.

Meneses et al. [5] en su investigación evalúa los efectos que tiene el tamaño máximo del agregado fino en análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con granulado de neumático reciclado. Debido a que este proyecto se centra en el estudio de la influencia del tamaño del agregado fino los resultados de este estudio ayudarán a comprender de mejor manera el tema y contribuirán con información significativa a tener en cuenta al momento de analizar la capacidad de resistir esfuerzos de compresión y tensión.

En los estudios realizados por Zeyad [6] y Navarrete [7], se ha descubierto datos que demuestran cómo los métodos de curado del hormigón afectan su resistencia a compresión. Estos hallazgos proporcionan información valiosa y permiten implementar un proceso de curado adecuado para las probetas utilizadas en el proyecto experimental.

La resistencia a la compresión también puede verse afectada por la forma y textura del agregado fino, Zerga [8] mediante un análisis de la influencia de la forma del agregado fino hallaron que se obtuvo un mayor módulo de finura, para el diseño con relación agua/cemento de 0.40 se obtuvo mayor porcentaje de fluidez y con el diseño con relación agua/cemento de 0.50 se obtuvo un porcentaje de fluidez similar debido a que aportan mejor resistencia a compresión a los 7 y 28 días.

De acuerdo con el estudio llevado a cabo por De La Hoz et al. [9] se expone el proceso de análisis de datos necesario para llevar a cabo el ensayo de resistencia a compresión del hormigón, con el propósito de obtener resultados precisos y confiables. Esta investigación experimental es de gran relevancia para nuestra propuesta de estudio, ya que su información proporciona una guía valiosa al momento de realizar los ensayos de resistencia a la compresión en las probetas.

Por otro lado, Codina [10] mediante ensayos aplicados a 27 muestras con diferentes tamaños de agregado fino a diferentes edades, concluyen que conforme se incrementa el contenido de vidrio la resistencia aumenta, donde sustituyendo agregado fino en 10% por vidrio molido reciclado se obtiene la mayor resistencia a los 28 días que es 335.67 Kg/cm^2 alcanzando el 159.84% de la resistencia de diseño. Ambos estudios ofrecen información esencial acerca de cómo la forma, textura y dimensiones pueden afectar la resistencia del hormigón.

León et al. [11] en su caracterización morfológica del agregado para concreto emplearon agregados con diferente forma en distintas muestras hallando que este parámetro no alteraba significativamente la resistencia a la compresión del concreto, sin embargo, en investigaciones más recientes como la de Reaño [12], se ha analizado el efecto del uso de agregado fino mezclado con otro tipo de agregado que tiene una granulometría diferente. Los resultados muestran que esta combinación mejora significativamente la distribución de las partículas y las propiedades mecánicas del hormigón.

Vallejos [13] en su estudio además de brindar información que servirá de apoyo en el desarrollo del proyecto también recalca la importancia de desarrollar investigaciones sobre el agregado fino para brindar un compilado de datos más actual.

Luo et al. [14] en su estudio, se examina cómo ciertos factores pueden afectar características clave del hormigón permeable, como la porosidad, la pérdida de masa y la resistencia. Para ello, llevaron a cabo experimentos donde aumentaron el tamaño del agregado grueso en la mezcla. Los resultados mostraron que, al mejorar la gradación del agregado grueso, se redujo la porosidad de la mezcla, mientras que otras propiedades, como el módulo elástico, la capacidad de absorción y la resistencia a la compresión, aumentaron. Estos hallazgos proporcionan conocimientos significativos que deben tenerse en cuenta al gradar el agregado en proyectos futuros y al analizar los resultados obtenidos. Las características como el módulo de elasticidad y la resistencia a compresión pueden sufrir alteraciones debido a la variabilidad y caracterización de los agregados.

La investigación realizada por Bojorque et al. [15] llegó a la conclusión de que, en términos de resistencia a compresión, la relación agua/cemento tiene una influencia significativamente mayor en comparación con la diferencia entre el agregado fino y el agregado grueso. Al momento de analizar y establecer la relación agua/cemento para la formación del concreto, se considerará la información obtenida en esta investigación, con el objetivo de lograr un concreto óptimo para las probetas.

Se han ejecutado varias investigaciones donde se busca sustituir el agregado fino por otros materiales como por ejemplo en el proyecto de Ponce et al. [16] empleo virutas de acero con la finalidad de obtener alternativas de integración en el proceso

constructivo y a su vez en el desarrollo sostenible de la ciudad, Otro elemento empleado como sustituto es el bagazo de caña de azúcar, en la investigación de Araujo [17] determina que aumenta la resistencia a compresión de hormigón empleando dicho elemento como sustituto parcial del agregado fino debido a las puzolanas y su alto contenido de sílice, de igual manera tanto en el proyecto de Danish et al [18] se centra en determinar la influencia de agregados sintético preparado a partir de plástico reciclado mencionando cualquier otro material fino con buen potencial para usarse en el hormigón.

En su investigación, Fernandez et al. [19] llevaron a cabo una evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón con residuos de caucho de neumático (RCN) como sustituto parcial a la arena, los resultados indican que El RCN puede ser utilizado en la elaboración local de hormigón hasta en un 5% sin comprometer sus propiedades mecánicas y físicas, y brinda además un enfoque sostenible.

Durante la revisión y análisis de la literatura científica, se pudo apreciar una escasa cantidad de estudios que se centran específicamente en el impacto del tamaño del agregado fino en la resistencia a la compresión del hormigón. Aunque se encontraron proyectos relacionados que trataban la sustitución del agregado, la calidad y textura del agregado grueso, es evidente la falta de investigaciones enfocadas en el tema que abordamos en este estudio. Por lo tanto, este proyecto de investigación cobra gran relevancia, ya que proporcionará nueva información actualizada y pertinente en el ámbito de la construcción.

El hormigón se puede considerar bien dosificado cuando satisface los requerimientos de resistencia, durabilidad, trabajabilidad y economía. La resistencia a la compresión se produce de la reacción química entre el cemento y el agua, formando una pasta cementicia. Sin embargo, al enfriarse, se generan tensiones de gran magnitud debido a la contracción, lo que produce fisuras. El agregado de material de granulometría fina y grueso que no interviene en la reacción química ayuda a reducir estas fisuras. [1]

La resistencia a compresión del hormigón no solo depende de la calidad de la dosificación, sino también de la calidad de los agregados, ya sean naturales o artificiales, y de su tipo, que se caracteriza por su geometría, tamaño y forma. El factor que influye en la resistencia del hormigón es crucial, particularmente, el agregado fino

se añade en menor cantidad que el agregado grueso. Por lo tanto, es necesario determinar el impacto de este agregado en el estado final del hormigón para abordar los problemas relacionados con su resistencia. [2]

En términos prácticos, se observa un incremento de la resistencia a la compresión más significativo en las primeras etapas del tiempo de fraguado, aproximadamente un 40% mayor a los tres días en comparación con la resistencia que se alcanzará a los 28 días [3]. No obstante, en las construcciones en Ecuador, se utilizan los agregados finos de diferentes tamaños y formas de manera empírica, sin conocer plenamente sus propiedades, lo que impide asegurar si se alcanzara la resistencia esperada. [20]

A pesar de que existe una carencia de información actualizada sobre el uso del agregado fino en Ecuador, el presente proyecto de investigación se centra de manera específica en analizar la influencia del tamaño nominal del agregado fino en el hormigón simple.

Los resultados obtenidos se traducirán en valiosos conocimientos de campo, lo que permitirá a los profesionales de la construcción, ingenieros y arquitectos, tomar decisiones fundamentadas al seleccionar los agregados adecuados para sus proyectos. Asimismo, se generará una base de datos actualizada que servirá como referencia para futuros proyectos en la elaboración del hormigón simple.

1.2 Objetivos

Objetivo General

Comparar la influencia del tamaño nominal máximo del agregado fino en la resistencia a la compresión del hormigón simple.

Objetivos Específicos.

- Establecer correlaciones entre las propiedades físicas y mecánicas respecto al tamaño nominal máximo del agregado fino en hormigón simple.
- Elaborar probetas de hormigón con diferentes tamaños nominales máximos de agregado fino, utilizando hormigones con resistencias a la compresión de 240 kg/cm² y 280 kg/cm².
- Comparar cómo los diferentes tamaños nominales máximos del agregado fino afectan a la resistencia a la compresión del hormigón simple.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.

2.1 Materiales

Los materiales empleados en el desarrollo del presente trabajo fueron seleccionados y utilizados en etapas siendo 3, las cuales se describen a continuación:

2.1.1 Materiales necesarios para llevar a cabo la etapa 1

- Objetivo 1: *Establecer correlaciones entre las propiedades físicas y mecánicas respecto al tamaño nominal máximo del agregado fino en hormigón simple.*

Esta etapa se basa en realizar todos los ensayos para la obtención de la dosificación, propiedades físicas y mecánicas de los materiales que serán parte del concreto (Agregado fino, agregado grueso y cemento), determinando si el tamaño nominal máximo del agregado fino siendo el componente para variar en la dosificación es adecuado. Los materiales empleados para cada ensayo fueron:

Para realizar la granulometría del agregado grueso se usó un ripio tipo triturado de 1” proveniente de la Planta Industrial de Trituración de Áridos “Las Viñas”. Se utilizó una balanza electrónica (Kern) con capacidad de 30 kg para el pesaje del material retenido en los tamices metálicos con aberturas de: 2”, 1 1/2”, 1”, 3/4”, 1/2”, 3/8”, #4 y bandeja cuadrada con dimensiones de 50x50 cm proporcionados por el laboratorio de ingeniería civil de la Universidad Técnica de Ambato.

Para realizar la granulometría del agregado fino se usó arena lavada tipo natural proveniente de la Planta Industrial de Trituración de Áridos “Las Viñas”. Este proceso se realizó tamizando el material con una en la tamizadora eléctrica (Controls) con tamices metálicos de 20 cm de diámetro con abertura: 3/8”, #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200 y bandeja, posteriormente para su pesaje se utiliza una balanza electrónica (Boeco) de precisión 0.1 gramos para el material retenido en los tamices, proporcionados por el laboratorio de ingeniería civil de la Universidad Técnica de Ambato.

Se llevó a cabo los ensayos de densidad de los agregados y de la mezcla utilizando arena y ripio del ensayo anterior, se utilizó un molde metálico con dimensiones de 30x30cm con un peso de 9.83 kg para verter el material, una varilla compactadora con dimensiones de 610x16 mm con un peso de 1.089 kg para quitar vacíos de aire y

finalmente se procedió a su pesaje con una balanza electrónica (Matest) de 150 kg de capacidad.

Al realizar el ensayo se usó el ripio de los anteriores ensayos, para el pesaje se utilizó una balanza electrónica (Kern) 30 kg de capacidad y una canastilla metálica de acero inoxidable con un peso de 1.17 kg con malla N°8 con dimensiones de 203x203 mm utilizado para obtener el peso del agregado dentro y fuera del agua, finalmente se utilizó un horno eléctrico (Controls) con dimensiones de (648x610x508) mm regulable hasta 450°F para secar las muestras de ripio y obtener la capacidad de absorción.

Al realizar el ensayo se usó la arena de los anteriores ensayos, posteriormente se utilizó un cono de bronce de absorción de arena de 40 y 90mm; altura de 75mm, pisón con 25.4mm de diámetro y 168mm de altura para conocer la condición de humedad de la arena en estado SSS, se realizó el pesaje del material con una balanza electrónica (Boeco) de precisión 0.1 gramos, posteriormente se usó un picnómetro y pipeta de vidrio boro 33, finalmente se utilizó un horno eléctrico (Controls) regulable hasta 450°F para secar las muestras de arena y obtener la capacidad de absorción.

Para realizar el ensayo de contenido de humedad se utilizó la arena y ripio de los anteriores ensayos al igual que el horno eléctrico. Finalmente, se emplearon recipientes redondos con dimensiones de 5x6cm para recoger en muestras pequeñas, las cuales fueron posteriormente pesadas e introducidas en el horno.

2.1.2 Materiales necesarios para llevar a cabo la etapa 2

- Objetivo 2: Elaborar probetas de hormigón con diferentes tamaños nominales máximos de agregado fino, utilizando hormigones con resistencias a la compresión de 240 kg/cm² y 280 kg/cm².

Esta etapa se desarrolló culminando todos los ensayos y obteniendo sus resultados, basándose en la elaboración de las probetas cilíndricas variando el tamaño nominal máximo del agregado fino, para llevar a cabo esta etapa se utilizó agua específicamente de tipo potable a temperatura ambiente, cumpliendo la norma NTE INEN 1108 [21], siendo incolora, inolora, libre de aceites, grasas y residuos orgánicos.

Al comenzar a realizar las probetas se utilizó recipientes, probeta de agua y herramientas como complementos necesarios para recolección y toma de muestras de agregados para posteriormente ser mezclados en el concreto siguiendo la normativa

INEN 1576 [22]. Posteriormente fue utilizada una concretera (Century) de hierro fundido con capacidad de 10 litros. Este equipo se utilizó para la fabricación de hormigón cumpliendo con la normativa NTE INEN 1855-1 [23], mezclando grandes volúmenes de arena, ripio, agua y cemento. La rotación de la concretera está controlada por un motor de combustión.

En relación con el asentamiento del hormigón, se empleó un Cono de Abrams con capacidad de 5.5 litros y dimensiones de 100 mm base superior, 200mm en la base inferior y 300 mm de altura. Este instrumento, acompañado de una varilla compactadora, se utiliza para medir la consistencia del hormigón, medida mediante un valor de asentamiento. Este valor se obtiene al retirar el cono después de haber sido llenado hasta el borde superior en tres capas cada una con 25 golpes, conforme a las especificaciones de la normativa INEN 1578 [24].

Seguidamente, se emplearon los moldes cilíndricos de hierro con dimensiones internas de 100mm x 200mm y un peso de 7.71 kg para la confección de las probetas de hormigón. Estos moldes desempeñan la función de proporcionar la forma específica y dimensiones requeridas, cumpliendo la normativa NTE INEN 3124 [25]. Simultáneamente, de acuerdo con las normas INEN 1576 [22] se empleó una varilla compactadora con dimensiones de 40x1 cm, con un peso de 220 gr, y martillo de goma de 35 cm de largo, con un peso de 520 gr, para llevar a cabo compactación y vibración de las muestras cilíndricas de hormigón.

Para concluir esta etapa, se utilizó la cámara de curado del laboratorio de ingeniería civil de la Universidad Técnica de Ambato, la cual cuenta con dimensiones de 110x110 cm, una capacidad de 0.5 m³ y una temperatura de 22 ± 2°C. En este espacio, se colocaron los cilindros una vez desencofrados, manteniendo constantemente la presencia de agua en sus superficies, cumpliendo con la normativa NET INEN 2528 [26] y ASTM C330 [27].

2.1.3 Materiales necesarios para llevar a cabo la etapa 3

- Objetivo 3: Comparar cómo los diferentes tamaños nominales máximos del agregado fino afectan a la resistencia a la compresión del hormigón simple.

Esta etapa se centra en realizar ensayos de resistencia a la compresión del hormigón y comparar las curvas que evidencien el impacto de los distintos tamaños nominales

máximos del agregado fino. Para llevar a cabo este ensayo, se utilizó la máquina de compresión hidráulica (Shimadzu 200x) con capacidad de 2000 KN, diseñada para ensayar las probetas cilíndricas de hormigón de acuerdo con las normativas NTE INEN 1573 [28], ASTM C39 y ASTM C133. Esta máquina utiliza presión hidráulica, lo que posibilita ensayar en diversos materiales como el hormigón, bloques, ladrillos, adoquines, entre otros.

2.2 Métodos

El trabajo experimental se estructuró en tres etapas distintas. En la fase preliminar, se llevaron a cabo todos los ensayos pertenecientes a los agregados, y se determinó la dosificación para alcanzar la resistencia de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , en la segunda etapa se elaboró probetas cilíndricas de hormigón variando el tamaño nominal máximo del agregado fino y finalmente en la tercera etapa se identificó la diferencia de la resistencia del hormigón.

2.2.1 Etapa 1

En la fase inicial del proyecto, se lleva a cabo una etapa preliminar en donde se realizan las actividades preparatorias que iniciarán los objetivos. Esta etapa consiste en dos fases: primero, la recopilación de información relacionada con ensayos y normas; posteriormente, la obtención del material y la realización de ensayos que han sido previamente investigados.

En el proceso de esta etapa, se comenzó adquiriendo todos los materiales pétreos de la mina "Las Viñas", ubicada en las afueras de la ciudad de Ambato.

Con los materiales necesarios, incluyendo agregado fino, agregado grueso y cemento, se procedió a realizar los correspondientes ensayos en el laboratorio de Ingeniería Civil, siguiendo las normativas correspondientes.

- Análisis granulométrico del agregado fino y grueso (ASTM C136/NTE INEN 696) [29].
- Densidad aparente suelta y compacta de los agregados fino y grueso (ASTM C29/NTE INEN 858)
- Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso (ASTM C127/NTE INEN 857) [30].

- Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino (ASTM C128/NTE INEN 856) [31].
- Densidad combinada de los agregados (ASTM C29/NTE INEN 858)
- Densidad real del cemento (ASTM C188/ NTE INEN 862)
- Contenido de humedad de los agregados (ASTM C566/NTE INEN 862)

Tabla 1. Análisis granulométrico del agregado fino

| NOMENCLATURA | | | |
|--------------|------------------------------|--------|-----------------------------|
| DRC | Densidad Real del Cemento | CP (%) | Cantidad de Pasta en % |
| DRA | Densidad Real de la Arena | DRM | Densidad Real de la Mezcla |
| DRR | Densidad Real del Ripio | POC | Porcentaje Óptimo de Vacíos |
| DSA | Densidad Suelta de la Arena | CP (%) | Cantidad de Pasta |
| DSR | Densidad Suelta del Ripio | CP (%) | Cantidad de Cemento |
| POA | Porcentaje Óptimo de Arena | W | Cantidad de Agua |
| POR | Porcentaje Óptimo de Ripio | A | Cantidad de Arena |
| DOM | Densidad Óptimo de la Mezcla | R | Cantidad de Ripio |
| W/C | Relación Agua Cemento | | |

Fuente: Anthony Morejón Xavier Ortiz

2.2.1.1 Análisis granulométrico de los agregados

El ensayo de granulometría se centra en la distribución de los distintos tamaños de áridos que conforman el agregado. Se trata de un método, mediante el cual se logra la clasificación de las partículas según su tamaño en el agregado. Este proceso tiene como objetivo obtener las cantidades de peso asociadas a cada tamaño de partícula, permitiendo así el análisis de la granulometría del material a través del rango entre las curvas especificadas en la norma NTE INEN 696 [29].

Para llevar a cabo esta separación, se emplean mallas con aberturas de diferentes tamaños siendo estos: 2” (50.8 mm), 1 1/2” (37.5 mm), 1” (25.4 mm), 3/4” (18.0 mm), 1/2” (12.7 mm), 3/8” (9.50 mm), #4 (4.75 mm), #8 (2.36 mm), #16 (1.18 mm), #30 (0.60 mm), #50 (0.30 mm), #100 (0.15mm), #200 (0.075).

Las granulometrías del agregado grueso y fino deben cumplir con ciertos límites según dicta la norma, como el presente proyecto se centra en el tamaño nominal máximo del agregado fino debe concentrarse en el módulo de finura del mismo siendo:

$$MF = \frac{\%acum \#100, \#50, \#30, \#16, \#8, \#4, etc}{100} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

- $MF = \text{módulo de finura}$
- $\%acum =$
porcentaje acumulado retenido con un número superior a 100

2.2.1.2 Densidad aparente suelta y compactada de los agregados

Este ensayo determina la densidad de los agregados mediante la medición del mismo material en varios moldes y su posterior pesaje. Las muestras para este ensayo varían bajo dos condiciones: suelta y compactada. Para la última, se compacta la muestra golpeándola con 25 golpes en cada capa mediante una varilla compactadora, realizando un total de 3 capas.

Se obtuvo la densidad aparente suelta y compactada de los agregados con la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad aparente} = \frac{Mm}{Vm} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

- $Mm = \text{masa total de la muestra}$
- $Vm = \text{volumen total ocupado por la muestra}$

2.2.1.3 Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso

La normativa NTE INEN 857 establece los parámetros para determinar la densidad real del agregado grueso. Para obtener esta propiedad, se requiere una muestra del agregado en estado saturado superficialmente seco (SSS), y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$DRR = \frac{M_{SSS}}{\frac{M_{SSS} - M_{sumergida}}{\text{Densidad del agua}}} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

- $DRR = \text{Densidad real del ripio}$
- $M_{SSS} = \text{Masa en condición saturada superficialmente seca}$
- $M_{sumergida} = \text{Masa sumergida en agua}$

La capacidad de absorción que tiene el agregado se mide después de sumergirse durante 24 horas y se calcula con la siguiente fórmula:

$$CA(\%) = \frac{M_{SSS} - M_{seco}}{M_{seco}} * 100$$

Ecuación 4

Donde:

- *CA%* = Capacidad de absorción
- *M_{SSS}* = Masa en condición saturada superficialmente seca
- *M_{seco}* = Masa en condición seca

2.2.1.4 Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino

Para determinar la densidad real del agregado fino se rige por la norma NTE INEN 856, se requiere la muestra en estado SSS y calculándola con la siguiente expresión:

$$DRA = \frac{M_{SSS}}{V_{SSS}}$$

Ecuación 5

Donde:

- *DRA* = Densidad real de la arena
- *M_{SSS}* = Masa en condición saturada superficialmente seca
- *V_{SSS}* = Volumen del agua

2.2.1.5 Densidad aparente combinada de los agregados

Este ensayo busca determinar la densidad del material, pero en este caso se emplea una combinación de ambos componentes. Siguiendo las indicaciones de la tabla 10, se añade arena en incrementos hasta lograr una mezcla con un 40% de ripio y un 60% de arena. Durante cada adición de arena, se compacta la mezcla en tres capas, realizando 25 golpes en cada una. Luego de este proceso, se registran los pesos y volúmenes para calcular la densidad en cada instancia. Al finalizar, mediante los promedios de densidad y porcentaje de mezcla, se genera una curva que identifica la densidad máxima y los porcentajes óptimos ideales para la mezcla de arena y ripio. Este análisis resulta fundamental en el cálculo preciso de la dosificación.

2.2.1.6 Contenido de humedad de los agregados

Describe la cantidad de agua que tiene el material expresado en porcentaje, el valor es necesario para la dosificación rigiéndose con la norma NTE INEN 862, calculándose con la siguiente fórmula:

$$\%C.H. = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Ecuación 6

Donde:

- *%C.H. = Porcentaje de contenido de humedad*
- *Ww = Peso del agua*
- *Ws = Peso de la muestra seca*

2.2.1.7 Dosificación

Para la obtención de la dosificación con resistencias de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , se escogió la relación agua-cemento correspondiente a la resistencia a diseñar, posteriormente se calcula la densidad real de la mezcla con la siguiente expresión:

$$DRM = \frac{DRA * POA + Drr * POR}{100}$$

Donde:

- *DRM = densidad real de la mezcla*
- *DRA = densidad real de la arena*
- *POA = Porcentaje óptimo de arena*
- *DRR = Densidad real del ripio*
- *POR = Porcentaje óptimo del ripio*

A continuación, se calculó el porcentaje óptimo de vacíos con la siguiente fórmula:

$$POV = \frac{DRM - DQM}{DRM} * 100$$

Ecuación 7

Una vez calculado el POV, se eligió el asentamiento más elevado para lograr una consistencia adecuada del hormigón y calcular la cantidad de pasta necesaria:

$$CP = POV + 2\% + 13\% (POV)$$

Ecuación 8

Finalmente se calculó la cantidad de material para 1 m^3 de hormigón

Cantidad de cemento:

$$C = \frac{CP}{\frac{W}{C} + \frac{1}{DRC}} \quad \text{Ecuación 9}$$

Cantidad de agua:

$$W = \frac{W}{C} * C \quad \text{Ecuación 10}$$

Cantidad de ripio:

$$R = (100 - CP) * DRR * \frac{POR}{100} \quad \text{Ecuación 11}$$

Cantidad de arena:

$$R = (100 - CP) * DRA * \frac{POA}{100} \quad \text{Ecuación 12}$$

2.2.2 Etapa 2: Preparación de muestras

2.2.2.1 Elaboración de probetas de prueba

En esta fase, se fabricaron probetas cilíndricas a partir de la dosificación inicial. Las primeras probetas se elaboraron para verificar la resistencia dosificada, creando tres cilindros con la dosificación estándar de 240 kg/cm^2 y otros tres con la dosificación normal de 280 kg/cm^2 . Se evaluó la resistencia a los 7 días de curado para asegurar que cumplieran con los requisitos. Además, se examinaron propiedades en el estado fresco del hormigón, como su consistencia, trabajabilidad y densidad. En caso de no cumplir con los estándares, se realizarán ajustes en la dosificación para asegurar que esté dentro de los rangos de diseño.

2.2.2.2 El hormigón en estado fresco y endurecido

La densidad del hormigón en estado fresco y endurecido es una de las propiedades donde se toma encuentra la masa y el volumen del hormigón, el cual demuestra que al tener más densidad esta compactado correctamente.

2.2.2.3 Elaboración de probetas con variaciones del agregado fino

Posteriormente se elaboraron las probetas definitivas siendo un total de 60 probetas que fueron sometidas al ensayo de compresión, siendo treinta probetas de resistencia 240 kg/cm^2 y treinta probetas de resistencia 280 kg/cm^2 , en estas probetas se empleó

diferentes dosificaciones realizando 3 probetas con cada tamaño nominal máximo de agregado fino correspondiente.

Las pautas que detallan el proceso de fabricación de cilindros están especificadas en las normativas NTE INEN 3124 [25].

2.2.3 Etapa 3: Ensayo a compresión

Durante esta fase, se llevó a cabo una investigación para la elaboración, las probetas cilíndricas elaboradas a partir de diferentes tamaños nominales máximo del agregado fino. Posteriormente, se procedió a determinar la resistencia a compresión de cada una de las probetas. El ensayo de compresión implica la aplicación de una carga sobre la cara superior de los cilindros de hormigón, con una velocidad estandarizada, con el objetivo de comprimir el espécimen hasta que se produce su ruptura.

Para llevar a cabo este proceso, se registraron datos como la altura, diámetro y peso de la probeta. Luego, se ajustaron los moldes superior e inferior de acuerdo con el tamaño de la probeta, y se colocó dentro de la máquina. Se inició la prueba con una precarga, aumentando gradualmente hasta alcanzar la carga máxima, durante la cual se graficó la curva esfuerzo-deformación hasta el punto de ruptura.

La prueba de resistencia se llevó a cabo una vez completado el proceso de enfriamiento de las probetas cilíndricas, para obtener un promedio se requiere realizar el ensayo de resistencia con mínimo dos muestras, en este caso, se optó por utilizar un promedio de tres muestras.

2.2.3.1 Propuesta de correlación

Para establecer estas correlaciones se aplicó el método de ecuación de regresión lineal múltiple el cual mediante su ejecución permite conocer la relación existente entre varias variables independientes y dependientes, en este caso la que se considera como variable dependiente es la resistencia a compresión y como variables independientes son la densidad en estado fresco y el tamaño nominal máximo del agregado [33].

El modelo de ecuación de regresión múltiple es el siguiente.

$$y' = a + b_1x_1 + b_2x_2 \qquad \text{Ecuación 13}$$

Para el correcto desarrollo y obtener el coeficiente de correlación lineal se hacen uso de las siguientes ecuaciones.

- Error e

$$e = y - y' \quad \text{Ecuación 14}$$

- Suma de cuadrados de error SCE

$$SCE = e^2 \quad \text{Ecuación 15}$$

- Suma de cuadrados de regresión SCR

$$SCR = y' - \bar{y} \quad \text{Ecuación 16}$$

- Suma total de cuadrados STC

$$STC = SCE + SCR \quad \text{Ecuación 17}$$

- Coeficiente de determinación R^2

$$R^2 = \frac{SCR}{SCT} \quad \text{Ecuación 18}$$

- Coeficiente de correlación múltiple r

$$r = \sqrt{R^2} \quad \text{Ecuación 19}$$

Dónde:

| | |
|---------------|--|
| y' = | Variable dependiente |
| a= | Intercepto de la variable y (punto donde la curva cruza el eje) |
| x_1 x_2 = | Valores de las dos variables independientes |
| b_1 b_2 = | Pendientes asociadas con cada variable independiente respectivamente |
| \bar{y} = | Media aritmética de y |

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados.

Los resultados de este trabajo experimental fueron divididos en diferentes etapas, siendo presentados en un determinado orden, cumpliendo con los objetivos planteados siendo las siguientes:

- **Etapa 1:** Propiedades mecánicas de los agregados, determinando una correlación de los ensayos del agregado fino y detallando cada uno de los ensayos empleados para la dosificación.
- **Etapa 2:** Elaboración de las probetas cilíndricas, rigiéndose por la normativa y describiendo los resultados de las dosificaciones.
- **Etapa 3:** Ensayo de resistencia a la compresión, dando como resultado la comparación de la resistencia entre los diferentes cilindros de hormigón.

3.1.1 Etapa 1: Propiedades mecánicas de los agregados

Los procedimientos previos llevados a cabo para la confección de las probetas cilíndricas de hormigón comprenden las siguientes evaluaciones en cada tipo de agregado:

Para el agregado grueso:

- Análisis granulométrico
- Medición de densidad aparente en estado suelto
- Medición de densidad aparente en estado compactado
- Determinación de la densidad real y capacidad de absorción
- Evaluación del contenido de humedad

Para el agregado fino:

- Análisis granulométrico
- Medición de densidad aparente en estado suelto
- Medición de densidad aparente en estado compactado
- Determinación de la densidad real y capacidad de absorción
- Evaluación del contenido de humedad

Tabla 2. Análisis granulométrico del agregado fino con tamaño nominal máximo del tamiz #4

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | |
|--|---------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|------------|--------------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO | | | | | | | |
| NORMA: | | NTE INEN 696 | | | | | |
| ORIGEN: | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | | | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | FECHA: | | 18/10/2023 | |
| PESO MUESTRA (gr): | | 1000 | | PÉRDIDA DE MUESTRA (%): | | 0.21 | |
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | RETENIDO PARCIAL (gr) | RETENIDO ACUMULADO (gr) | %RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | LÍMITE NTE INEN 872 % QUE PASA |
| 3/8 | 9.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 |
| #4 | 4.76 | 88.1 | 88.1 | 8.81 | 8.81 | 91.19 | 95-100 |
| #8 | 2.38 | 145.4 | 233.5 | 14.54 | 23.35 | 76.65 | 80-100 |
| #16 | 1.19 | 132.8 | 366.3 | 13.28 | 36.63 | 63.37 | 50-85 |
| #30 | 0.59 | 158.1 | 524.4 | 15.81 | 52.44 | 47.56 | 25-60 |
| #50 | 0.297 | 172.9 | 697.3 | 17.29 | 69.73 | 30.27 | 5-30 |
| #100 | 0.149 | 143.3 | 840.6 | 14.33 | 84.06 | 15.94 | 0-10 |
| #200 | 0.075 | 79.1 | 919.7 | 7.91 | 91.97 | 8.03 | - |
| BANDEJA | | 78.2 | 997.9 | 7.82 | 99.79 | 0.21 | - |
| TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO | | | | | | #4 | |
| MÓDULO DE FINURA | | | | | | 2.75 | |
| CURVA GRANULOMÉTRICA | | | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: Con los resultados de la tabla 2, se realizó el análisis granulométrico del agregado fino de la mina “Las Viñas” dando un apto resultado para elaborar hormigón según la normativa, encontrándose en el rango del módulo de finura de 2.30 a 3.10.

Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado fino con tamaño nominal máximo del tamiz #8

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | |
|--|---------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|------------|--------------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO | | | | | | | |
| NORMA: | | NTE INEN 696 | | | | | |
| ORIGEN: | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | | | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | FECHA: | | 18/10/2023 | |
| PESO MUESTRA (gr): | | 1000 | | PÉRDIDA DE MUESTRA (%): | | 0.44 | |
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | RETENIDO PARCIAL (gr) | RETENIDO ACUMULADO (gr) | %RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | LÍMITE NTE INEN 872 % QUE PASA |
| 3/8 | 9.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 |
| #4 | 4.76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 95-100 |
| #8 | 2.38 | 179.5 | 179.5 | 17.95 | 17.95 | 82.05 | 80-100 |
| #16 | 1.19 | 152.2 | 331.7 | 15.22 | 33.17 | 66.83 | 50-85 |
| #30 | 0.59 | 163.4 | 495.1 | 16.34 | 49.51 | 50.49 | 25-60 |
| #50 | 0.297 | 172.8 | 667.9 | 17.28 | 66.79 | 33.21 | 5-30 |
| #100 | 0.149 | 144.3 | 812.2 | 14.43 | 81.22 | 18.78 | 0-10 |
| #200 | 0.075 | 95.8 | 908 | 9.58 | 90.8 | 9.2 | - |
| BANDEJA | | 87.6 | 995.6 | 8.76 | 99.56 | 0.44 | - |
| TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO | | | | #8 | | | |
| MÓDULO DE FINURA | | | | 2.49 | | | |
| CURVA GRANULOMÉTRICA | | | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA

—♦— Porcentaje que pasa —■— Límite inferior —■— Límite superior

Y-EJE: PORCENTAJE QUE PASA (%)

X-EJE: ABERTURA TAMIZ (MM)

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: Con los resultados de la tabla 3, se realizó el análisis granulométrico del agregado fino con tamaño nominal máximo 2.38 mm (#8) dando un apto resultado para elaborar hormigón según la normativa, encontrándose en el rango del módulo de finura de 2.30 a 3.10.

Tabla 4. Análisis granulométrico del agregado fino con tamaño nominal máximo del tamiz #16

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|--|---------------|---|-------------------------|-----------------------------|----------------------|------------|--------------------------------|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO | | | | | | | |
| NORMA: | | NTE INEN 696 | | | | | |
| ORIGEN: | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | | | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | FECHA: | | 18/10/2023 | |
| PESO MUESTRA (gr): | | 1000 | | PÉRDIDA DE MUESTRA (%): | | 0.36 | |
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | RETENIDO PARCIAL (gr) | RETENIDO ACUMULADO (gr) | %RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | LÍMITE NTE INEN 872 % QUE PASA |
| 3/8 | 9.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 |
| #4 | 4.76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 95-100 |
| #8 | 2.38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 80-100 |
| #16 | 1.19 | 192.7 | 192.7 | 19.27 | 19.27 | 80.73 | 50-85 |
| #30 | 0.59 | 208.2 | 400.9 | 20.82 | 40.09 | 59.91 | 25-60 |
| #50 | 0.297 | 219.4 | 620.3 | 21.94 | 62.03 | 37.97 | 5-30 |
| #100 | 0.149 | 190.0 | 810.3 | 19 | 81.03 | 18.97 | 0-10 |
| #200 | 0.075 | 98.9 | 909.2 | 9.89 | 90.92 | 9.08 | - |
| BANDEJA | | 87.2 | 996.4 | 8.72 | 99.64 | 0.36 | - |
| TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO | | | | | | #16 | |
| MÓDULO DE FINURA | | | | | | 2.02 | |
| CURVA GRANULOMÉTRICA | | | | | | | |
| <p>El gráfico muestra la curva granulométrica con tres series de datos: 'Porcentaje que pasa' (línea azul discontinua con triángulos), 'Límite inferior' (línea naranja sólida con cuadrados) y 'Límite superior' (línea gris sólida con triángulos). El eje horizontal representa la 'ABERTURA TAMIZ (MM)' en una escala logarítmica (0.05, 0.5, 5), y el eje vertical representa el 'PORCENTAJE QUE PASA (%)' (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120). La curva real comienza en aproximadamente 10% que pasa a 0.075 mm y alcanza el 100% que pasa a 9.5 mm. El límite inferior comienza en 0% que pasa a 0.075 mm y alcanza el 100% que pasa a 9.5 mm. El límite superior comienza en 10% que pasa a 0.075 mm y alcanza el 100% que pasa a 9.5 mm.</p> | | | | | | | |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: Con los resultados de la tabla 4, se realizó el análisis granulométrico del agregado fino con tamaño nominal máximo 1.19 mm (#16) dando un resultado parcial para elaborar hormigón, encontrándose fuera del rango del módulo de finura de 2.30 a 3.10.

Tabla 5. Análisis granulométrico del agregado fino con tamaño nominal máximo del tamiz #30

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|---|-------------------------|-----------------------------|----------------------|------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|-------|------|---|----|-------|-------|---|----|-------|-------|---|----|------|-------|----|----|------|-----|----|----|------|-----|----|-----|------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NORMA: | | NTE INEN 696 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ORIGEN: | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | FECHA: | | 18/10/2023 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PESO MUESTRA (gr): | | 1000 | | PÉRDIDA DE MUESTRA (%): | | 0.34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | RETENIDO PARCIAL (gr) | RETENIDO ACUMULADO (gr) | %RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | LÍMITE NTE INEN 872 % QUE PASA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/8 | 9.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| #4 | 4.76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 95-100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| #8 | 2.38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 80-100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| #16 | 1.19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 50-85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| #30 | 0.59 | 218.7 | 218.7 | 21.87 | 21.87 | 78.13 | 25-60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| #50 | 0.297 | 253.2 | 471.9 | 25.32 | 47.19 | 52.81 | 5-30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| #100 | 0.149 | 241.6 | 713.5 | 24.16 | 71.35 | 28.65 | 0-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| #200 | 0.075 | 187.9 | 901.4 | 18.79 | 90.14 | 9.86 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BANDEJA | | 95.2 | 996.6 | 9.52 | 99.66 | 0.34 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO | | | | | | #30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MÓDULO DE FINURA | | | | | | 1.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CURVA GRANULOMÉTRICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>El gráfico muestra la curva granulométrica con los siguientes datos:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Abertura Tamiz (mm)</th> <th>Porcentaje que pasa (%)</th> <th>Límite inferior (%)</th> <th>Límite superior (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.075</td> <td>9.86</td> <td>0</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>0.149</td> <td>28.65</td> <td>0</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>0.297</td> <td>52.81</td> <td>0</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>0.59</td> <td>78.13</td> <td>25</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>1.19</td> <td>100</td> <td>50</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>2.38</td> <td>100</td> <td>80</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>4.76</td> <td>100</td> <td>95</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>9.5</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | Abertura Tamiz (mm) | Porcentaje que pasa (%) | Límite inferior (%) | Límite superior (%) | 0.075 | 9.86 | 0 | 10 | 0.149 | 28.65 | 0 | 20 | 0.297 | 52.81 | 0 | 30 | 0.59 | 78.13 | 25 | 60 | 1.19 | 100 | 50 | 85 | 2.38 | 100 | 80 | 100 | 4.76 | 100 | 95 | 100 | 9.5 | 100 | 100 | 100 |
| Abertura Tamiz (mm) | Porcentaje que pasa (%) | Límite inferior (%) | Límite superior (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.075 | 9.86 | 0 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 | 28.65 | 0 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.297 | 52.81 | 0 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.59 | 78.13 | 25 | 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.19 | 100 | 50 | 85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.38 | 100 | 80 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 | 100 | 95 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.5 | 100 | 100 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: Con los resultados de la tabla 5, se realizó el análisis granulométrico del agregado fino con tamaño nominal máximo 0.59 mm (#30) dando un resultado no apto para elaborar hormigón, encontrándose fuera del rango del módulo de finura de 2.30 a 3.10.

Tabla 6. Análisis granulométrico del agregado fino con tamaño nominal máximo del tamiz #50

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|--|---------------|---|-------------------------|-----------------------------|----------------------|------------|--------------------------------|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO | | | | | | | |
| NORMA: | | NTE INEN 696 | | | | | |
| ORIGEN: | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | | | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | FECHA: | | 18/10/2023 | |
| PESO MUESTRA (gr): | | 1000 | | PÉRDIDA DE MUESTRA (%): | | 0.78 | |
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | RETENIDO PARCIAL (gr) | RETENIDO ACUMULADO (gr) | %RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | LÍMITE NTE INEN 872 % QUE PASA |
| 3/8 | 9.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 |
| #4 | 4.76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 95-100 |
| #8 | 2.38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 80-100 |
| #16 | 1.19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 50-85 |
| #30 | 0.59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 25-60 |
| #50 | 0.297 | 346.5 | 346.5 | 34.65 | 34.65 | 65.35 | 5-30 |
| #100 | 0.149 | 368.3 | 714.8 | 36.83 | 71.48 | 28.52 | 0-10 |
| #200 | 0.075 | 200.2 | 915 | 20.02 | 91.5 | 8.5 | - |
| BANDEJA | | 77.2 | 992.2 | 7.72 | 99.22 | 0.78 | - |
| TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO | | | | | | #50 | |
| MÓDULO DE FINURA | | | | | | 1.06 | |
| CURVA GRANULOMÉTRICA | | | | | | | |
| <p>El gráfico muestra la curva granulométrica con el eje Y etiquetado como 'PORCENTAJE QUE PASA (%)' y el eje X como 'ABERTURA TAMIZ (MM)'. Se observan tres series de datos: '% Que pasa' (línea azul punteada con diamantes), 'Límite inferior' (línea naranja sólida con cuadrados) y 'Límite superior' (línea gris sólida con triángulos). El límite superior se mantiene en 100% hasta 0.297 mm, luego desciende a 85% a 0.149 mm y continúa bajando. El límite inferior comienza en 0% y sube a 100% a 0.075 mm. El porcentaje que pasa real sigue una curva que comienza en 0% y alcanza 100% a 0.297 mm, quedando por encima del límite superior en ese punto.</p> | | | | | | | |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: Con los resultados de la tabla 6, se realizó el análisis granulométrico del agregado fino con tamaño nominal máximo 0.297 mm (#50) dando un resultado no apto para elaborar hormigón, encontrándose fuera del rango del módulo de finura de 2.30 a 3.10.

Tabla 7. Análisis granulométrico del agregado fino con tamaño nominal máximo del tamiz #100

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|---------------|---|-------------------------|-----------------------------|----------------------|------------|--------------------------------|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO | | | | | | | |
| NORMA: | | NTE INEN 696 | | | | | |
| ORIGEN: | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | | | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | FECHA: | | 18/10/2023 | |
| PESO MUESTRA (gr): | | 1000 | | PÉRDIDA DE MUESTRA (%): | | 0.8 | |
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | RETENIDO PARCIAL (gr) | RETENIDO ACUMULADO (gr) | %RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | LÍMITE NTE INEN 872 % QUE PASA |
| 3/8 | 9.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 |
| #4 | 4.76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 95-100 |
| #8 | 2.38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 80-100 |
| #16 | 1.19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 50-85 |
| #30 | 0.59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 25-60 |
| #50 | 0.297 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 5-30 |
| #100 | 0.149 | 403.7 | 403.7 | 40.37 | 40.37 | 59.63 | 0-10 |
| #200 | 0.075 | 391.6 | 795.3 | 39.16 | 79.53 | 20.47 | - |
| BANDEJA | | 196.7 | 992 | 19.67 | 99.2 | 0.8 | - |
| TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO | | | | | | #100 | |
| MÓDULO DE FINURA | | | | | | 0.40 | |
| CURVA GRANULOMÉTRICA | | | | | | | |
| <p>El gráfico muestra la curva granulométrica con tres series: 'Porcentaje que pasa' (línea azul discontinua con triángulos), 'Límite inferior' (línea naranja sólida con cuadrados) y 'Límite superior' (línea gris sólida con triángulos). El eje X es 'ABERTURA TAMIZ (MM)' en escala logarítmica (0.05, 0.5, 5) y el eje Y es 'PORCENTAJE QUE PASA (%)' (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120). La curva real comienza en (0.075, 20.47) y alcanza 100% a 9.5 mm. El límite superior comienza en (0.075, 10) y alcanza 100% a 5 mm. El límite inferior comienza en (0.075, 0) y alcanza 100% a 5 mm.</p> | | | | | | | |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: Con los resultados de la tabla 7, se realizó el análisis granulométrico del agregado fino con tamaño nominal máximo 0.149 mm (#100) dando un resultado no apto para elaborar hormigón, encontrándose fuera del rango del módulo de finura de 2.30 a 3.10.

Tabla 8. Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino con tamaño nominal máximo del tamiz #4

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | |
|--|---|--------------------|------------|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO | | | |
| NORMA: | NTE INEN 856/ASTM C-128 | | |
| ORIGEN: | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | |
| ENSAYADO POR: | ANTHONY MOREJÓN | FECHA: | 22/10/2023 |
| Tamaño nominal máximo: | | #4 | |
| DENSIDAD REAL DEL AGREGADO | | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
| M1 | Masa del picnómetro | gr | 173,5 |
| M2 | Masa del picnómetro+muestra SSS | gr | 672,5 |
| M3 | Masa del picnómetro+muestra SSS+agua | gr | 962,1 |
| M4=M3-M2 | Masa de agua añadida | gr | 289,6 |
| M5 | Masa del picnómetro+500cc de agua | gr | 673,5 |
| M6=M5-M1 | Masa de 500cc de agua | gr | 500 |
| DA=M6/500cm ³ | Densidad del agua | gr/cm ³ | 1 |
| M7=M6-M4 | Masa del agua desalojada por la muestra | gr | 210,4 |
| Msss=M2-M1 | Masa del agregado | gr | 499 |
| Vsss=M7/DA | Volumen del agua desalojada | cm ³ | 210,4 |
| DRA=Msss/Vsss | Densidad real de la arena | gr/cm ³ | 2,37 |
| CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO | | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
| M8 | Masa del recipiente | gr | 177 |
| M9 | Masa del recipiente+muestra SSS | gr | 677 |
| M10=M9-M8 | Masa de la muestra SSS | gr | 500 |
| M11 | Masa del recipiente+muestra seca | gr | 671,3 |
| M12=M11-M8 | Masa de la muestra seca | gr | 494,3 |
| CA=((M10-M12)/M12)*100 | Capacidad de absorción | % | 1,15 |
| CAP=(CA+CA2)/2 | Capacidad de absorción promedio | % | 1,11 |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: Con los resultados de la tabla 8, se determinó la densidad real del agregado fino utilizado siendo de 2.370 gr/cm^3 y con una capacidad de absorción de 1.11 cumpliendo con la normativa en el rango de 0.2 % a 2%.

Tabla 9. Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino con tamaño nominal máximo del tamiz #8

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  | | | |
|--|---|--------------------|------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO | | | |
| NORMA: | NTE INEN 856/ASTM C-128 | | |
| ORIGEN: | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | |
| ENSAYADO POR: | ANTHONY MOREJÓN | FECHA: | 22/10/2023 |
| Tamaño nominal máximo: | | #8 | |
| DENSIDAD REAL DEL AGREGADO | | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
| M1 | Masa del picnómetro | gr | 148.96 |
| M2 | Masa del picnómetro+muestra SSS | gr | 648.96 |
| M3 | Masa del picnómetro+muestra SSS+agua | gr | 978.4 |
| M4=M3-M2 | Masa de agua añadida | gr | 329.44 |
| M5 | Masa del picnómetro+500cc de agua | gr | 673.5 |
| M6=M5-M1 | Masa de 500cc de agua | gr | 524.54 |
| DA=M6/500cm ³ | Densidad del agua | gr/cm ³ | 1 |
| M7=M6-M4 | Masa del agua desalojada por la muestra | gr | 195.1 |
| Msss=M2-M1 | Masa del agregado | gr | 500 |
| Vsss=M7/DA | Volumen del agua desalojada | cm ³ | 185.97 |
| DRA=Msss/Vsss | Densidad real de la arena | gr/cm ³ | 2.69 |
| CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO | | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
| M8 | Masa del recipiente | gr | 236 |
| M9 | Masa del recipiente+muestra SSS | gr | 736 |
| M10=M9-M8 | Masa de la muestra SSS | gr | 500 |
| M11 | Masa del recipiente+muestra seca | gr | 728.2 |
| M12=M11-M8 | Masa de la muestra seca | gr | 492.2 |
| CA=((M10-M12)/M12)*100 | Capacidad de absorción | % | 1.58 |
| CAP=(CA+CA2)/2 | Capacidad de absorción promedio | % | 1.21 |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: Con los resultados de la tabla 9, se determinó la densidad real del agregado fino utilizado siendo de 2.69 gr/cm^3 y con una capacidad de absorción de 1.21 cumpliendo con la normativa en el rango de 0.2 % a 2%.

Tabla 10. Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino con tamaño nominal máximo del tamiz #16

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  | | | | |
|--|---|---------------------------|--------------------------|-------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | |
| DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO | | | | |
| NORMA: | | NTE INEN 856/ASTM C-128 | | |
| ORIGEN: | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | FECHA: 23/10/2023 | |
| Tamaño nominal máximo: | | #16 | | |
| DENSIDAD REAL DEL AGREGADO | | | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR | |
| M1 | Masa del picnómetro | gr | 173.5 | |
| M2 | Masa del picnómetro+muestra SSS | gr | 672.5 | |
| M3 | Masa del picnómetro+muestra SSS+agua | gr | 977.2 | |
| M4=M3-M2 | Masa de agua añadida | gr | 304.7 | |
| M5 | Masa del picnómetro+500cc de agua | gr | 648.9 | |
| M6=M5-M1 | Masa de 500cc de agua | gr | 475.4 | |
| DA=M6/500cm ³ | Densidad del agua | gr/cm ³ | 1 | |
| M7=M6-M4 | Masa del agua desalojada por la muestra | gr | 170.7 | |
| Msss=M2-M1 | Masa del agregado | gr | 499 | |
| Vsss=M7/DA | Volumen del agua desalojada | cm ³ | 179.53 | |
| DRA=Msss/Vsss | Densidad real de la arena | gr/cm ³ | 2.78 | |
| CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO | | | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR | |
| M8 | Masa del recipiente | gr | 132 | 255 |
| M9 | Masa del recipiente+muestra SSS | gr | 632 | 755 |
| M10=M9-M8 | Masa de la muestra SSS | gr | 500 | 500 |
| M11 | Masa del recipiente+muestra seca | gr | 622.4 | 745.1 |
| M12=M11-M8 | Masa de la muestra seca | gr | 490.4 | 490.1 |
| CA=((M10-M12)/M12)*100 | Capacidad de absorción | % | 1.96 | 2.02 |
| CAP=(CA+CA2)/2 | Capacidad de absorción promedio | % | 1.99 | |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: Con los resultados de la tabla 10, se determinó la densidad real del agregado fino utilizado siendo de 2.78 gr/cm^3 y con una capacidad de absorción de 1.99 cumpliendo con la normativa en el rango de 0.2 % a 2%.

Tabla 11. Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino con tamaño nominal máximo del tamiz #30

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  | | | |
|--|---|--------------------|------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO | | | |
| NORMA: | NTE INEN 856/ASTM C-128 | | |
| ORIGEN: | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | |
| ENSAYADO POR: | ANTHONY MOREJÓN | FECHA: | 23/10/2023 |
| Tamaño nominal máximo: | | #30 | |
| DENSIDAD REAL DEL AGREGADO | | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
| M1 | Masa del picnómetro | gr | 148.96 |
| M2 | Masa del picnómetro+muestra SSS | gr | 648.96 |
| M3 | Masa del picnómetro+muestra SSS+agua | gr | 987.9 |
| M4=M3-M2 | Masa de agua añadida | gr | 338.94 |
| M5 | Masa del picnómetro+500cc de agua | gr | 673.5 |
| M6=M5-M1 | Masa de 500cc de agua | gr | 524.54 |
| DA=M6/500cm ³ | Densidad del agua | gr/cm ³ | 1.04908 |
| M7=M6-M4 | Masa del agua desalojada por la muestra | gr | 185.6 |
| Msss=M2-M1 | Masa del agregado | gr | 500 |
| Vsss=M7/DA | Volumen del agua desalojada | cm ³ | 176.92 |
| DRA=Msss/Vsss | Densidad real de la arena | gr/cm ³ | 2.83 |
| CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO | | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
| M8 | Masa del recipiente | gr | 236 |
| M9 | Masa del recipiente+muestra SSS | gr | 736 |
| M10=M9-M8 | Masa de la muestra SSS | gr | 500 |
| M11 | Masa del recipiente+muestra seca | gr | 724.3 |
| M12=M11-M8 | Masa de la muestra seca | gr | 488.3 |
| CA=((M10-M12)/M12)*100 | Capacidad de absorción | % | 2.4 |
| CAP=(CA+CA2)/2 | Capacidad de absorción promedio | % | 2.69 |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: Con los resultados de la tabla 11, se determinó la densidad real del agregado fino utilizado siendo de 2.83 gr/cm³ y con una capacidad de absorción de 2.69 no cumple con la normativa en el rango de 0.2 % a 2%.

Tabla 12. Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino con tamaño nominal máximo del tamiz #50

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  | | | | |
|--|---|---------------------------|---------------|------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | |
| DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO | | | | |
| NORMA: | | NTE INEN 856/ASTM C-128 | | |
| ORIGEN: | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | FECHA: | 24/10/2023 |
| Tamaño nominal máximo: | | | #50 | |
| DENSIDAD REAL DEL AGREGADO | | | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR | |
| M1 | Masa del picnómetro | gr | 148.96 | |
| M2 | Masa del picnómetro+muestra SSS | gr | 648.96 | |
| M3 | Masa del picnómetro+muestra SSS+agua | gr | 996.5 | |
| M4=M3-M2 | Masa de agua añadida | gr | 347.54 | |
| M5 | Masa del picnómetro+500cc de agua | gr | 673.5 | |
| M6=M5-M1 | Masa de 500cc de agua | gr | 524.54 | |
| DA=M6/500cm ³ | Densidad del agua | gr/cm ³ | 1 | |
| M7=M6-M4 | Masa del agua desalojada por la muestra | gr | 177 | |
| Msss=M2-M1 | Masa del agregado | gr | 500 | |
| Vsss=M7/DA | Volumen del agua desalojada | cm ³ | 168.72 | |
| DRA=Msss/Vsss | Densidad real de la arena | gr/cm ³ | 2.96 | |
| CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO | | | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR | |
| M8 | Masa del recipiente | gr | 236 | 235 |
| M9 | Masa del recipiente+muestra SSS | gr | 736 | 735 |
| M10=M9-M8 | Masa de la muestra SSS | gr | 500 | 500 |
| M11 | Masa del recipiente+muestra seca | gr | 721.6 | 719.5 |
| M12=M11-M8 | Masa de la muestra seca | gr | 485.6 | 484.5 |
| CA=((M10-M12)/M12)*100 | Capacidad de absorción | % | 2.97 | 3.2 |
| CAP=(CA+CA2)/2 | Capacidad de absorción promedio | % | 3.09 | |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: Con los resultados de la tabla 12, se determinó la densidad real del agregado fino utilizado siendo de 2.96 gr/cm^3 y con una capacidad de absorción de 3.09 no cumple con la normativa en el rango de 0.2 % a 2%.

Tabla 13. Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino con tamaño nominal máximo del tamiz #100

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | |
|--|---|---------------------------|---------------|------------|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | |
| DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO | | | | |
| NORMA: | | NTE INEN 856/ASTM C-128 | | |
| ORIGEN: | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | FECHA: | 24/10/2023 |
| Tamaño nominal máximo: | | | #100 | |
| DENSIDAD REAL DEL AGREGADO | | | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR | |
| M1 | Masa del picnómetro | gr | 173.5 | |
| M2 | Masa del picnómetro+muestra SSS | gr | 672.5 | |
| M3 | Masa del picnómetro+muestra SSS+agua | gr | 962.1 | |
| M4=M3-M2 | Masa de agua añadida | gr | 289.6 | |
| M5 | Masa del picnómetro+500cc de agua | gr | 673.5 | |
| M6=M5-M1 | Masa de 500cc de agua | gr | 500 | |
| DA=M6/500cm ³ | Densidad del agua | gr/cm ³ | 1 | |
| M7=M6-M4 | Masa del agua desalojada por la muestra | gr | 210.4 | |
| Msss=M2-M1 | Masa del agregado | gr | 499 | |
| Vsss=M7/DA | Volumen del agua desalojada | cm ³ | 210.4 | |
| DRA=Msss/Vsss | Densidad real de la arena | gr/cm ³ | 2.37 | |
| CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO | | | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR | |
| M8 | Masa del recipiente | gr | 132 | 255 |
| M9 | Masa del recipiente+muestra SSS | gr | 632 | 755 |
| M10=M9-M8 | Masa de la muestra SSS | gr | 500 | 500 |
| M11 | Masa del recipiente+muestra seca | gr | 611.3 | 734.1 |
| M12=M11-M8 | Masa de la muestra seca | gr | 479.3 | 479.1 |
| CA=(M10-M12)/M12*100 | Capacidad de absorción | % | 4.32 | 4.36 |
| CAP=(CA+CA2)/2 | Capacidad de absorción promedio | % | 4.34 | |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: Con los resultados de la tabla 13, se determinó la densidad real del agregado fino utilizado siendo de 2.370 gr/cm^3 y con una capacidad de absorción de 4.34 no cumple con la normativa en el rango de 0.2 % a 2%.

Tabla 14. Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | |
|--|--|--------------------|------------|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO | | | |
| NORMA: | NTE INEN 857/ASTM C-127 | | |
| ORIGEN: | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | |
| ENSAYADO POR: | ANTHONY MOREJÓN | FECHA: | 23/10/2023 |
| DENSIDAD REAL DEL AGREGADO | | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
| M1 | Masa de la canastilla en el aire | gr | 1180 |
| M2 | Masa de la canastilla en el agua | gr | 1017 |
| M3 | Masa canastilla+Muestra SSS en el aire | gr | 11380 |
| M4 | Masa canastilla+Muestra SSS en el agua | gr | 6933 |
| DA | Densidad real del agua | gr/cm ³ | 1 |
| M5=M3-M1 | Masa de la muestra SSS en el aire | gr | 10200 |
| M6=M4-M2 | Masa de la muestra SSS en el agua | gr | 5916 |
| VRM=(M5-M6)/DA | Volumen real de la muestra | cm ³ | 4284 |
| DRR=M5/VRM | Densidad real del ripio | gr/cm ³ | 2.38 |
| CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO | | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
| M7 | Masa del recipiente | gr | 257 |
| M8 | Masa del recipiente+muestra SSS | gr | 10457 |
| M9=M8-M7 | Masa de la muestra SSS | gr | 10200 |
| M10 | Masa del recipiente+muestra seca | gr | 10176 |
| M11=M10-M7 | Masa de la muestra seca | gr | 9919 |
| CA=(M9-M11)/M11)*100 | Capacidad de absorción | % | 2.83 |
| CAP=(CA+CA2)/2 | Capacidad de absorción promedio | % | 2.84 |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: Con los resultados de la tabla 14, se determinó la densidad real del agregado grueso o ripio es de 2.380 gr/cm^3 , con una capacidad de absorción de 2.84 % cumpliendo con la normativa en el rango recomendando entre 0.2% a 4%.

Tabla 15. Densidad real del cemento

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | |
|--|--|--------------------|------------|---------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | |
| DENSIDAD REAL DEL CEMENTO | | | | |
| NORMA: | NTE INEN 156 | | | |
| ORIGEN: | Cement Holcim Fuerte Tipo GU | | | |
| ENSAYADO POR: | Anthony Morejón | FECHA: | 30/10/2023 | |
| DENSIDAD REAL DEL AGREGADO | | | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR | |
| M1 | Masa del picnómetro | gr | 152.680 | 152.690 |
| M2 | Masa del picnómetro+cemento | gr | 252.690 | 252.680 |
| M3 | Masa del picnómetro+cemento+gasolina | gr | 592.270 | 592.350 |
| M4=M3-M2 | Masa de gasolina añadida | gr | 339.580 | 339.670 |
| M5 | Masa del picnómetro+500cm ³ de gasolina | gr | 519.660 | 519.450 |
| M6=M5-M1 | Masa de 500cm ³ de gasolina | gr | 366.980 | 366.760 |
| DA=M6/500cm ³ | Densidad de la gasolina | gr/cm ³ | 0.734 | 0.734 |
| M7=M6-M4 | Masa de la gasolina desalojada por el cemento | gr | 27.400 | 27.090 |
| Msss=M2-M1 | Masa del cemento | gr | 100.010 | 99.990 |
| Vsss=M7/DA | Volumen de gasolina desalojada | cm ³ | 37.332 | 36.932 |
| DRA=Msss/Vsss | Densidad real del cemento | gr/cm ³ | 2.693 | |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: La densidad real del cemento Holcim Fuerte Tipo Gu es de 2.693 gr/cm³

Tabla 16. Densidad suelta y compactada del agregado grueso

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | |
|--|----------------------------|--|-------------------------------------|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | |
| DENSIDAD APARENTE SUELTA Y COMPACTADA DEL AGREGADO GRUESO | | | | |
| NORMA: | NTE INEN 857 | | | |
| ORIGEN: | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | | |
| ENSAYADO POR: | ANTHONY MOREJÓN | FECHA: | 31/10/2023 | |
| MASA RECIPIENTE (kg): | 9.8 | VOLUMEN RECIPIENTE (dm ³): | 20.85 | |
| DENSIDAD SUELTA | | | | |
| TIPO AGREGADO | AGREGADO + RECIPIENTE (kg) | AGREGADO (kg) | PESO UNITARIO (kg/dm ³) | PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/dm ³) |
| GRUESO | 36.4 | 26.6 | 1.276 | 1.271 |
| | 36.2 | 26.4 | 1.266 | |
| DENSIDAD COMPACTADA | | | | |
| TIPO | AGREGADO + RECIPIENTE | AGREGADO | PESO UNITARIO | PESO UNITARIO |
| GRUESO | 38.8 | 29 | 1.391 | 1.386 |
| | 38.6 | 28.8 | 1.381 | |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 16, los resultados del ensayo de la densidad aparente suelta respecto al agregado grueso son de 1.271 kg/dm³. Los resultados correspondientes al ensayo de la densidad aparente compactada es 1.386 kg/dm³.

Tabla 17. Densidad suelta y compactada de los agregados finos

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
|--|-------|----------------------------|--|-------------------------------------|--|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | |
| DENSIDAD APARENTE SUELTA Y COMPACTADA DEL AGREGADO GRUESO Y FINO | | | | | |
| NORMA: | | | NTE INEN 857 | | |
| ORIGEN: | | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | FECHA: | | 31/10/2023 |
| MASA RECIPIENTE (kg): | | 9.8 | VOLUMEN RECIPIENTE (dm ³): | | 20.85 |
| DENSIDAD SUELTA | | | | | |
| TIPO AGREGADO | TAMIZ | AGREGADO + RECIPIENTE (kg) | AGREGADO (kg) | PESO UNITARIO (kg/dm ³) | PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/dm ³) |
| FINO | #4 | 39 | 29.2 | 1.400 | 1.405 |
| | | 39.2 | 29.4 | 1.410 | |
| FINO | #8 | 39.6 | 29.8 | 1.429 | 1.434 |
| | | 39.8 | 30 | 1.439 | |
| FINO | #16 | 40.2 | 30.4 | 1.458 | 1.453 |
| | | 40 | 30.2 | 1.448 | |
| FINO | #30 | 40.8 | 31 | 1.487 | 1.502 |
| | | 41.4 | 31.6 | 1.516 | |
| FINO | #50 | 42.6 | 32.8 | 1.573 | 1.588 |
| | | 43.2 | 33.4 | 1.602 | |
| FINO | #100 | 44.4 | 34.6 | 1.659 | 1.664 |
| | | 44.6 | 34.8 | 1.669 | |
| DENSIDAD COMPACTADA | | | | | |
| TIPO AGREGADO | TAMIZ | AGREGADO + RECIPIENTE (kg) | AGREGADO (kg) | PESO UNITARIO (kg/dm ³) | PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/dm ³) |
| FINO | #4 | 41.8 | 32 | 1.535 | 1.55 |
| | | 42.4 | 32.6 | 1.564 | |
| FINO | #8 | 42.6 | 32.8 | 1.573 | 1.564 |
| | | 42.2 | 32.4 | 1.554 | |
| FINO | #16 | 44.8 | 35 | 1.679 | 1.66 |
| | | 44.0 | 34.2 | 1.64 | |
| FINO | #30 | 45.4 | 35.6 | 1.707 | 1.688 |
| | | 44.6 | 34.8 | 1.669 | |
| FINO | #50 | 46.2 | 36.4 | 1.746 | 1.717 |
| | | 45.0 | 35.2 | 1.688 | |
| FINO | #100 | 46.1 | 36.3 | 1.741 | 1.758 |
| | | 46.8 | 37 | 1.775 | |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 17, los resultados del ensayo de la densidad aparente suelta respecto al agregado fino para cada tamaño nominal máximo de tamiz #4, #8, #16, #30, #50, #100 es de 1.405 kg/dm³, 1.434 kg/dm³, 1.453 kg/dm³, 1.502 kg/dm³, 1.588 kg/dm³, 1.664 kg/dm³ respectivamente. Los resultados de la densidad compactada respecto al agregado fino para cada tamaño nominal máximo es 1.55 kg/dm³, 1.564 kg/dm³, 1.660 kg/dm³, 1.688 kg/dm³, 1.717 kg/dm³, 1.758 kg/dm³ respectivamente.

Tabla 18. Densidad combinada de los agregados con agregado fino de tamaño nominal máximo del tamiz #4

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | |
|--|------|---------------------------|-------|-------------------|--|---------------|--|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA | | | | | | | | |
| NORMA: | | NTE INEN 858/ASTM-C 29 | | | | | | |
| ORIGEN: | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | | | | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | | FECHA: | | 06/11/2023 | |
| MASA RECIPIENTE (kg): | | 9.80 | | | VOLUMEN RECIPIENTE (dm ³): | | 20.85 | |
| TAMAÑO NOMINAL | | | | | #4 | | | |
| % MEZCLA | | CANTIDAD (Kg) | | FINO AÑADIDO (Kg) | AGREGADO+ RECIPIENTE (Kg) | AGREGADO (Kg) | PESO UNITARIO MEZCLA (Kg/dm ³) | PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm ³) |
| GRUESO | FINO | GRUESO | FINO | FINO | AGREGADO GRUESO+AGREGADO FINO | | | |
| | | | | | 38.80 | 29.00 | 1.39 | 1.39 |
| 100% | 0% | 40.00 | 0.00 | 0.00 | 38.60 | 28.80 | 1.38 | |
| | | | | | 40.80 | 31.00 | 1.49 | 1.51 |
| 90% | 10% | 40.00 | 4.44 | 4.44 | 41.60 | 31.80 | 1.53 | |
| | | | | | 43.80 | 34.00 | 1.63 | 1.64 |
| 80% | 20% | 40.00 | 10.00 | 5.56 | 44.20 | 34.40 | 1.65 | |
| | | | | | 46.20 | 36.40 | 1.75 | 1.74 |
| 70% | 30% | 40.00 | 17.14 | 7.14 | 45.80 | 36.00 | 1.73 | |
| | | | | | 47.40 | 37.60 | 1.8 | 1.8 |
| 60% | 40% | 40.00 | 26.67 | 9.53 | 47.20 | 37.40 | 1.79 | |
| | | | | | 46.80 | 37.00 | 1.77 | 1.78 |
| 50% | 50% | 40.00 | 40.00 | 13.33 | 47.00 | 37.20 | 1.78 | |
| | | | | | 46.60 | 36.80 | 1.76 | 1.75 |
| 40% | 60% | 40.00 | 60.00 | 20.00 | 45.80 | 36.00 | 1.73 | |

CURVA DENSIDAD COMPACTADA - PORCENTAJE DE LA MEZCLA

| Porcentaje Óptimo de la Mezcla (%) | Peso Unitario Promedio (kg/dm³) |
|------------------------------------|---------------------------------|
| 0 | 1.39 |
| 0.1 | 1.51 |
| 0.2 | 1.64 |
| 0.3 | 1.74 |
| 0.4 | 1.8 |
| 0.43 | 1.8 |
| 0.47 | 1.788 |
| 0.5 | 1.78 |
| 0.6 | 1.75 |

| | | |
|--|-------|--------------------|
| PORCENTAJE MÁXIMO DE AGREGADO FINO (%) | 47 | % |
| PORCENTAJE MÁXIMO DE AGREGADO GRUESO (%) | 53 | % |
| PORCENTAJE ÓPTIMO DE AGREGADO FINO (%) | 43 | % |
| PORCENTAJE ÓPTIMO DE AGREGADO GRUESO (%) | 57 | % |
| PESO UNITARIO MÁXIMO (gr/cm ³) | 1.788 | Kg/dm ³ |
| PESO UNITARIO ÓPTIMO (gr/cm ³) | 1.785 | Kg/dm ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 18, el ensayo de la densidad aparente de la mezcla se obtuvo los siguientes datos para la dosificación, un porcentaje óptimo del agregado fino del 47%, mientras que para el agregado grueso de 53 %. Asimismo, la densidad aparente máxima y óptimo de la mezcla que se obtuvo de la curva densidad compactada –

porcentaje de la mezcla, da valores de 1.788 kg/dm^3 y 1.785 kg/dm^3 correlativamente.

Tabla 19. Densidad combinada de los agregados con agregado fino de tamaño nominal máximo del tamiz #8

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
|--|------|---|-------|--|-------------------------------|---------------|--|--|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA | | | | | | |
| NORMA: | | NTE INEN 858/ASTM-C 29 | | | | | | |
| ORIGEN: | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | | | | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | FECHA: | | | | |
| MASA RECIPIENTE (kg): | | 9.80 | | VOLUMEN RECIPIENTE (dm ³): | | | | |
| | | | | 20.85 | | | | |
| TAMAÑO NOMINAL | | #8 | | | | | | |
| % MEZCLA | | CANTIDAD (Kg) | | FINO AÑADIDO (Kg) | AGREGADO+RECIPIENTE (Kg) | AGREGADO (Kg) | PESO UNITARIO MEZCLA (Kg/dm ³) | PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm ³) |
| GRUESO | FINO | GRUESO | FINO | FINO | AGREGADO GRUESO+AGREGADO FINO | | | |
| 100% | 0% | 40.00 | 0.00 | 0.00 | 39.05 | 29.25 | 1.4 | 1.41 |
| | | | | | 39.20 | 29.40 | 1.41 | |
| 90% | 10% | 40.00 | 4.44 | 4.44 | 42.33 | 32.53 | 1.56 | 1.57 |
| | | | | | 42.72 | 32.92 | 1.58 | |
| 80% | 20% | 40.00 | 10.00 | 5.56 | 44.80 | 35.00 | 1.68 | 1.7 |
| | | | | | 45.50 | 35.70 | 1.71 | |
| 70% | 30% | 40.00 | 17.14 | 7.14 | 46.00 | 36.20 | 1.74 | 1.82 |
| | | | | | 49.46 | 39.66 | 1.9 | |
| 60% | 40% | 40.00 | 26.67 | 9.53 | 49.70 | 39.90 | 1.91 | 1.9 |
| | | | | | 49.05 | 39.25 | 1.88 | |
| 50% | 50% | 40.00 | 40.00 | 13.33 | 49.30 | 39.50 | 1.89 | 1.89 |
| | | | | | 49.31 | 39.51 | 1.89 | |
| 40% | 60% | 40.00 | 60.00 | 20.00 | 49.00 | 39.20 | 1.88 | 1.86 |
| | | | | | 48.05 | 38.25 | 1.83 | |

CURVA DENSIDAD COMPACTADA - PORCENTAJE DE LA MEZCLA

El gráfico muestra la relación entre el porcentaje de agregado fino y el peso unitario promedio. El punto óptimo se encuentra a un 46% de agregado fino, con un peso unitario promedio de 1.787 Kg/dm³.

| | | |
|--|-------|--------------------|
| PORCENTAJE MÁXIMO DE AGREGADO FINO (%) | 50 | % |
| PORCENTAJE MÁXIMO DE AGREGADO GRUESO (%) | 50 | % |
| PORCENTAJE ÓPTIMO DE AGREGADO FINO (%) | 46 | % |
| PORCENTAJE ÓPTIMO DE AGREGADO GRUESO (%) | 54 | % |
| PESO UNITARIO MÁXIMO (gr/cm ³) | 1.786 | Kg/dm ³ |
| PESO UNITARIO ÓPTIMO (gr/cm ³) | 1.787 | Kg/dm ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 19, el ensayo de la densidad aparente de la mezcla se obtuvo los siguientes datos para la dosificación, un porcentaje óptimo del agregado fino del 46%, mientras que para el agregado grueso de 54 %. Asimismo, la densidad aparente máximo y óptimo de la mezcla que se obtuvo de la curva densidad compactada – porcentaje de la mezcla, da valores de 1.786 kg/dm^3 y 1.787 kg/dm^3 correlativamente.

Tabla 20. Densidad combinada de los agregados con agregado fino de tamaño nominal máximo del tamiz #16

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | |
|--|------|---------------------------|-------|-------------------|--|---------------|--|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA | | | | | | | | |
| NORMA: | | NTE INEN 858/ASTM-C 29 | | | | | | |
| ORIGEN: | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | | | | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | | FECHA: | | | |
| MASA RECIPIENTE (kg): | | 9.80 | | | VOLUMEN RECIPIENTE (dm ³): | | | |
| | | | | | 20.85 | | | |
| TAMAÑO NOMINAL | | | | #16 | | | | |
| % MEZCLA | | CANTIDAD (Kg) | | FINO AÑADIDO (Kg) | AGREGADO+ RECIPIENTE (Kg) | AGREGADO (Kg) | PESO UNITARIO MEZCLA (Kg/dm ³) | PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm ³) |
| GRUESO | FINO | GRUESO | FINO | FINO | AGREGADO GRUESO+AGREGADO FINO | | | |
| 100% | 0% | 40.00 | 0.00 | 0.00 | 41.30 | 31.50 | 1.51 | 1.53 |
| | | | | | 42.15 | 32.35 | 1.55 | |
| 90% | 10% | 40.00 | 4.44 | 4.44 | 44.20 | 34.40 | 1.65 | 1.67 |
| | | | | | 44.90 | 35.10 | 1.68 | |
| 80% | 20% | 40.00 | 10.00 | 5.56 | 46.80 | 37.00 | 1.77 | 1.78 |
| | | | | | 47.05 | 37.25 | 1.79 | |
| 70% | 30% | 40.00 | 17.14 | 7.14 | 48.00 | 38.20 | 1.83 | 1.84 |
| | | | | | 48.40 | 38.60 | 1.85 | |
| 60% | 40% | 40.00 | 26.67 | 9.53 | 49.05 | 39.25 | 1.88 | 1.89 |
| | | | | | 49.30 | 39.50 | 1.89 | |
| 50% | 50% | 40.00 | 40.00 | 13.33 | 50.80 | 41.00 | 1.97 | 1.93 |
| | | | | | 49.00 | 39.20 | 1.88 | |
| 40% | 60% | 40.00 | 60.00 | 20.00 | 48.70 | 38.90 | 1.87 | 1.86 |
| | | | | | 48.40 | 38.60 | 1.85 | |

| CURVA DENSIDAD COMPACTADA - PORCENTAJE DE LA MEZCLA | | |
|---|--------------------------------|--|
| PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm ³) | PORCENTAJE ÓPTIMO DE LA MEZCLA | |
| 1.53 | 0% | |
| 1.67 | 10% | |
| 1.78 | 20% | |
| 1.84 | 30% | |
| 1.89 | 40% | |
| 1.93 | 44% | |
| 1.86 | 48% | |
| 1.86 | 50% | |
| 1.86 | 60% | |

| | | |
|--|-------|--------------------|
| PORCENTAJE MÁXIMO DE AGREGADO FINO (%) | 48 | % |
| PORCENTAJE MÁXIMO DE AGREGADO GRUESO (%) | 52 | % |
| PORCENTAJE ÓPTIMO DE AGREGADO FINO (%) | 44 | % |
| PORCENTAJE ÓPTIMO DE AGREGADO GRUESO (%) | 56 | % |
| PESO UNITARIO MÁXIMO (gr/cm ³) | 1.787 | Kg/dm ³ |
| PESO UNITARIO ÓPTIMO (gr/cm ³) | 1.786 | Kg/dm ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 20, el ensayo de la densidad aparente de la mezcla se obtuvo los siguientes datos para la dosificación, un porcentaje óptimo del agregado fino del 44%,

mientras que para el agregado grueso de 56 %. Asimismo, la densidad aparente máximo y óptimo de la mezcla que se obtuvo de la curva densidad compactada – porcentaje de la mezcla, da valores de 1.787 kg/dm^3 y 1.786 kg/dm^3 correlativamente.

Tabla 21. Densidad combinada de los agregados con agregado fino de tamaño nominal máximo del tamiz #30

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
|--|------|---|-------|---|-------------------------------|---------------|--|--|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA | | | | | | | | |
| NORMA: | | NTE INEN 858/ASTM-C 29 | | | | | | |
| ORIGEN: | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | | | | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | FECHA: 01/11/2023 | | | | |
| MASA RECIPIENTE (kg): | | 9.80 | | VOLUMEN RECIPIENTE (dm³): 20.85 | | | | |
| TAMAÑO NOMINAL #30 | | | | | | | | |
| % MEZCLA | | CANTIDAD (Kg) | | FINO AÑADIDO (Kg) | AGREGADO+ RECIPIENTE (Kg) | AGREGADO (Kg) | PESO UNITARIO MEZCLA (Kg/dm ³) | PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm ³) |
| GRUESO | FINO | GRUESO | FINO | FINO | AGREGADO GRUESO+AGREGADO FINO | | | |
| 100% | 0% | 40.00 | 0.00 | 0.00 | 39.93 | 30.13 | 1.45 | 1.45 |
| | | | | | 40.05 | 30.25 | 1.45 | |
| 90% | 10% | 40.00 | 4.44 | 4.44 | 40.20 | 30.40 | 1.46 | 1.49 |
| | | | | | 41.20 | 31.40 | 1.51 | |
| 80% | 20% | 40.00 | 10.00 | 5.56 | 43.50 | 33.70 | 1.62 | 1.63 |
| | | | | | 44.05 | 34.25 | 1.64 | |
| 70% | 30% | 40.00 | 17.14 | 7.14 | 46.80 | 37.00 | 1.77 | 1.71 |
| | | | | | 44.20 | 34.40 | 1.65 | |
| 60% | 40% | 40.00 | 26.67 | 9.53 | 47.05 | 37.25 | 1.79 | 1.78 |
| | | | | | 46.40 | 36.60 | 1.76 | |
| 50% | 50% | 40.00 | 40.00 | 13.33 | 48.60 | 38.80 | 1.86 | 1.82 |
| | | | | | 47.00 | 37.20 | 1.78 | |
| 40% | 60% | 40.00 | 60.00 | 20.00 | 46.20 | 36.40 | 1.75 | 1.75 |
| | | | | | 46.00 | 36.20 | 1.74 | |

CURVA DENSIDAD COMPACTADA - PORCENTAJE DE LA MEZCLA

| | | |
|--|-------|--------------------|
| PORCENTAJE MÁXIMO DE AGREGADO FINO (%) | 53 | % |
| PORCENTAJE MÁXIMO DE AGREGADO GRUESO (%) | 47 | % |
| PORCENTAJE ÓPTIMO DE AGREGADO FINO (%) | 49 | % |
| PORCENTAJE ÓPTIMO DE AGREGADO GRUESO (%) | 51 | % |
| PESO UNITARIO MÁXIMO (gr/cm ³) | 1.781 | Kg/dm ³ |
| PESO UNITARIO ÓPTIMO (gr/cm ³) | 1.787 | Kg/dm ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 21, el ensayo de la densidad aparente de la mezcla se obtuvo los siguientes datos para la dosificación, un porcentaje óptimo del agregado fino del 49%, mientras que para el agregado grueso de 51 %. Asimismo, la densidad aparente

máximo y óptimo de la mezcla que se obtuvo de la curva densidad compactada – porcentaje de la mezcla, da valores de 1.781 kg/dm^3 y 1.787 kg/dm^3 correlativamente.

Tabla 22. Densidad combinada de los agregados con agregado fino de tamaño nominal máximo del tamiz #50

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | |
|--|------|---------------------------|-------|-------------------|--|---------------|--|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA | | | | | | | | |
| NORMA: | | NTE INEN 858/ASTM-C 29 | | | | | | |
| ORIGEN: | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | | | | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | | FECHA: | | 01/11/2023 | |
| MASA RECIPIENTE (kg): | | 9.80 | | | VOLUMEN RECIPIENTE (dm ³): | | 20.85 | |
| TAMAÑO NOMINAL | | | | | #50 | | | |
| % MEZCLA | | CANTIDAD (Kg) | | FINO AÑADIDO (Kg) | AGREGADO+RECIPIENTE (Kg) | AGREGADO (Kg) | PESO UNITARIO MEZCLA (Kg/dm ³) | PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm ³) |
| GRUESO | FINO | GRUESO | FINO | FINO | AGREGADO GRUESO+AGREGADO FINO | | | |
| 100% | 0% | 40.00 | 0.00 | 0.00 | 40.20 | 30.40 | 1.46 | 1.5 |
| | | | | | 41.90 | 32.10 | 1.54 | |
| 90% | 10% | 40.00 | 4.44 | 4.44 | 43.05 | 33.25 | 1.59 | 1.66 |
| | | | | | 45.90 | 36.10 | 1.73 | |
| 80% | 20% | 40.00 | 10.00 | 5.56 | 47.30 | 37.50 | 1.8 | 1.79 |
| | | | | | 47.00 | 37.20 | 1.78 | |
| 70% | 30% | 40.00 | 17.14 | 7.14 | 49.50 | 39.70 | 1.9 | 1.93 |
| | | | | | 50.40 | 40.60 | 1.95 | |
| 60% | 40% | 40.00 | 26.67 | 9.53 | 50.70 | 40.90 | 1.96 | 1.95 |
| | | | | | 50.20 | 40.40 | 1.94 | |
| 50% | 50% | 40.00 | 40.00 | 13.33 | 50.05 | 40.25 | 1.93 | 1.92 |
| | | | | | 49.50 | 39.70 | 1.9 | |
| 40% | 60% | 40.00 | 60.00 | 20.00 | 49.00 | 39.20 | 1.88 | 1.88 |
| | | | | | 49.00 | 39.20 | 1.88 | |

CURVA DENSIDAD COMPACTADA - PORCENTAJE DE LA MEZCLA

El gráfico muestra una curva de densidad compactada que comienza en 1.5 kg/dm³ a 0% de agregado fino y alcanza un máximo de 1.786 kg/dm³ a un 40% de agregado fino. Después de este punto, la densidad disminuye gradualmente hasta 1.779 kg/dm³ a un 60% de agregado fino. Se indican con líneas de puntos los valores de 44% y 60% en el eje X, correspondientes a los porcentajes máximos de agregado fino y grueso respectivamente.

| | | |
|--|-------|--------------------|
| PORCENTAJE MÁXIMO DE AGREGADO FINO (%) | 44 | % |
| PORCENTAJE MÁXIMO DE AGREGADO GRUESO (%) | 56 | % |
| PORCENTAJE ÓPTIMO DE AGREGADO FINO (%) | 40 | % |
| PORCENTAJE ÓPTIMO DE AGREGADO GRUESO (%) | 60 | % |
| PESO UNITARIO MÁXIMO (gr/cm ³) | 1.786 | Kg/dm ³ |
| PESO UNITARIO ÓPTIMO (gr/cm ³) | 1.779 | Kg/dm ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 22, el ensayo de la densidad aparente de la mezcla se obtuvo los siguientes datos para la dosificación, un porcentaje óptimo del agregado fino del 40%, mientras que para el agregado grueso de 60 %. Asimismo, la densidad aparente

máximo y óptimo de la mezcla que se obtuvo de la curva densidad compactada – porcentaje de la mezcla, da valores de 1.786 kg/dm^3 y 1.779 kg/dm^3 correlativamente.

Tabla 23. Densidad combinada de los agregados con agregado fino de tamaño nominal máximo del tamiz #100

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | |
|--|------|---------------------------|-------|-------------------|--|---------------|--|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA | | | | | | | | |
| NORMA: | | NTE INEN 858/ASTM-C 29 | | | | | | |
| ORIGEN: | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | | | | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | | FECHA: | | 01/11/2023 | |
| MASA RECIPIENTE (kg): | | 9.80 | | | VOLUMEN RECIPIENTE (dm ³): | | 20.85 | |
| TAMAÑO NOMINAL | | | | | #100 | | | |
| % MEZCLA | | CANTIDAD (Kg) | | FINO AÑADIDO (Kg) | AGREGADO+RECIPIENTE (Kg) | AGREGADO (Kg) | PESO UNITARIO MEZCLA (Kg/dm ³) | PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm ³) |
| GRUESO | FINO | GRUESO | FINO | FINO | AGREGADO GRUESO+AGREGADO FINO | | | |
| 100% | 0% | 40.00 | 0.00 | 0.00 | 40.80 | 31.00 | 1.49 | 1.5 |
| | | | | | 41.20 | 31.40 | 1.51 | |
| 90% | 10% | 40.00 | 4.44 | 4.44 | 43.60 | 33.80 | 1.62 | 1.63 |
| | | | | | 44.00 | 34.20 | 1.64 | |
| 80% | 20% | 40.00 | 10.00 | 5.56 | 46.20 | 36.40 | 1.75 | 1.78 |
| | | | | | 47.50 | 37.70 | 1.81 | |
| 70% | 30% | 40.00 | 17.14 | 7.14 | 49.05 | 39.25 | 1.88 | 1.9 |
| | | | | | 49.70 | 39.90 | 1.91 | |
| 60% | 40% | 40.00 | 26.67 | 9.53 | 50.20 | 40.40 | 1.94 | 1.94 |
| | | | | | 50.00 | 40.20 | 1.93 | |
| 50% | 50% | 40.00 | 40.00 | 13.33 | 49.80 | 40.00 | 1.92 | 1.91 |
| | | | | | 49.20 | 39.40 | 1.89 | |
| 40% | 60% | 40.00 | 60.00 | 20.00 | 48.90 | 39.10 | 1.88 | 1.88 |
| | | | | | 48.70 | 38.90 | 1.87 | |

| CURVA DENSIDAD COMPACTADA - PORCENTAJE DE LA MEZCLA | | |
|---|-------|--------------------|
| | | |
| <p>PORCENTAJE MÁXIMO DE AGREGADO FINO (%)</p> | 45 | % |
| <p>PORCENTAJE MÁXIMO DE AGREGADO GRUESO (%)</p> | 55 | % |
| <p>PORCENTAJE ÓPTIMO DE AGREGADO FINO (%)</p> | 41 | % |
| <p>PORCENTAJE ÓPTIMO DE AGREGADO GRUESO (%)</p> | 59 | % |
| <p>PESO UNITARIO MÁXIMO (gr/cm³)</p> | 1.787 | Kg/dm ³ |
| <p>PESO UNITARIO ÓPTIMO (gr/cm³)</p> | 1.781 | Kg/dm ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 23, el ensayo de la densidad aparente de la mezcla se obtuvo los siguientes datos para la dosificación, un porcentaje óptimo del agregado fino del 41%, mientras que para el agregado grueso de 59 %. Asimismo, la densidad aparente

máximo y óptimo de la mezcla que se obtuvo de la curva densidad compactada – porcentaje de la mezcla, da valores de 1.787 kg/dm^3 y 1.781 kg/dm^3 correlativamente.

Tabla 24. Contenido de humedad del agregado fino y grueso

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |
|--|------------------------------------|---|-------------------|-----------------------------|-------------------|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| NORMA: | | NTE INEN 862 | | | |
| ORIGEN: | | MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO | | | |
| ENSAYADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | FECHA: | | 06/11/2023 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS FINO Y GRUESO | | | | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | AGREGADO GRUESO | | |
| M1 | Masa del recipiente | gr | 278 | 257 | |
| M2 | Masa del recipiente+muestra húmeda | gr | 4278 | 4257 | |
| M3 | Masa del recipiente+muestra seca | gr | 4227.8 | 4220.2 | |
| M4=M2-M3 | Masa del agua | gr | 50.2 | 36.8 | |
| M5=M3-M1 | Masa de la muestra seca | gr | 3949.8 | 3963.2 | |
| CH=(M4/M5)*100 | Contenido de humedad | % | 1.27 | 0.93 | |
| CHP | Contenido de humedad promedio | % | 1.1 | | |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | AGREGADO FINO #4 | | AGREGADO FINO #8 |
| M1 | Masa del recipiente | gr | 270 | 258 | 272 |
| M2 | Masa del recipiente+muestra húmeda | gr | 768 | 758 | 771 |
| M3 | Masa del recipiente+muestra seca | gr | 755.4 | 744.6 | 759.1 |
| M4=M2-M3 | Masa del agua | gr | 12.6 | 13.4 | 11.9 |
| M5=M3-M1 | Masa de la muestra seca | gr | 485.4 | 486.6 | 487.1 |
| CH=(M4/M5)*100 | Contenido de humedad | % | 2.6 | 2.75 | 2.44 |
| CHP | Contenido de humedad promedio | % | 2.68 | | 2.59 |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | AGREGADO FINO #16 | | AGREGADO FINO #30 |
| M1 | Masa del recipiente | gr | 258 | 272 | 255 |
| M2 | Masa del recipiente+muestra húmeda | gr | 758 | 773 | 755 |
| M3 | Masa del recipiente+muestra seca | gr | 749.6 | 764.2 | 748.9 |
| M4=M2-M3 | Masa del agua | gr | 8.4 | 8.8 | 6.1 |
| M5=M3-M1 | Masa de la muestra seca | gr | 491.6 | 492.2 | 493.9 |
| CH=(M4/M5)*100 | Contenido de humedad | % | 1.71 | 1.79 | 1.24 |
| CHP | Contenido de humedad promedio | % | 1.75 | | 1.13 |
| DATOS | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | AGREGADO FINO #50 | | AGREGADO FINO |
| M1 | Masa del recipiente | gr | 270 | 257 | 258 |
| M2 | Masa del recipiente+muestra húmeda | gr | 771 | 757 | 758 |
| M3 | Masa del recipiente+muestra seca | gr | 767.3 | 752.1 | 755.6 |
| M4=M2-M3 | Masa del agua | gr | 3.7 | 4.9 | 2.4 |
| M5=M3-M1 | Masa de la muestra seca | gr | 497.3 | 495.1 | 497.6 |
| CH=(M4/M5)*100 | Contenido de humedad | % | 0.74 | 0.99 | 0.48 |
| CHP | Contenido de humedad promedio | % | 0.87 | | 0.4 |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 24, se obtuvo del ensayo de contenido de humedad respectivamente al ripio 1.1 y para la arena para cada tamaño nominal máximo #4, #8, #16, #30, #50, #100, 2.68 %, 2.59%, 1.75 %, 1.13%, 0.87% y 0.4%.

- **Correlaciones entre las propiedades del agregado fino**

Para cumplir con el objetivo del trabajo experimental se correlaciono el tamaño del agregado fino con los resultados de los ensayos necesarios para elaborar hormigón simple para posteriormente correlacionar la resistencia con el tamaño nominal máximo.

Tabla 25. Propuesta de correlación (tamaño, módulo de finura y capacidad de absorción)

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|---|--|---|-------|------------|--------|-----------|----------------------------------|--------------------------------------|----|----------|--------|----------------|-------|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | | |
| CORRELACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AGREGADO FINO | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | FECHA: | | 08/01/2024 | | | | | | | | | |
| RESISTENCIA: | | 240 KG/CM2 | | DÍAS DE CURADO: | | 7 | | | | | | | | | |
| REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE | | | | | | | | | | | | | | | |
| Especimen | TAMAÑO (mm) | MODULO DE FINURA | CAPACIDAD DE ABSORCIÓN AGREGADO FINO (%) | $y=a+b1x1+b2x2$ | | | | ERROR (e) | SUMA DE CUADRADOS DE ERROR (SCE) | SUMA DE CUADRADOS DE REGRESIÓN (SCR) | | | | | |
| n | X1 | X2 | Y | $y' =$ | 4.860 | + | 0.1140 | X1 | + | -1.5596 | X2 | $y - y'$ | e^2 | $y' - \bar{y}$ | |
| 1 | 4.76 | 2.75 | 1.11 | | | | | | | | | 1.114 | -0.004 | 0.000 | 1.668 |
| 2 | 2.38 | 2.49 | 1.21 | | | | | | | | | 1.254 | -0.044 | 0.002 | 1.326 |
| 3 | 1.19 | 2.02 | 1.99 | | | | | | | | | 1.839 | -0.151 | 0.023 | 0.321 |
| 4 | 0.59 | 1.40 | 2.69 | | | | | | | | | 2.738 | -0.048 | 0.002 | 0.111 |
| 5 | 0.30 | 1.06 | 3.09 | | | | | | | | | 3.239 | -0.149 | 0.022 | 0.695 |
| 6 | 0.15 | 0.40 | 4.34 | | | | | | | | | 4.248 | 0.092 | 0.009 | 3.395 |
| | | | $\bar{y} =$ | SUMATORIA | | | | | | | | 0.058 | 7.514 | | |
| | | | | SUMA TOTAL DE CUADRADOS (STC) | | | | | | | | 7.572 | | | |
| | | | | COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R ² (SCR/STC) | | | | | | | | 0.99 | | | |
| | | | | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE | | | | | | | | 1.00 | | | |
| | | | | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE (%) | | | | | | | | 99.62% | | | |
| REGRESIÓN LINEAL | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>CORRELACIÓN TAMAÑO VS CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</p> <p>$y = -0.5677x + 3.2911$ $R^2 = 0.668$</p> | | | | <p>CORRELACIÓN MODULO DE FINURA VS CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</p> <p>$y = -1.3656x + 4.7106$ $R^2 = 0.9855$</p> | | | | | | | | | | | |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 25, se observa la correlación que existen entre el tamaño nominal máximo del agregado fino con la capacidad de absorción del agregado fino, siendo teniendo un coeficiente de determinación de 0.6668, así mismo la correlación entre el módulo de finura con la capacidad de absorción del agregado fino dio como resultado un coeficiente de determinación de 0.9855. Finalmente, el coeficiente obtenido de la relación de las tres propiedades fue de 99.62%.

$$y' = 4.860 - 0.1140x_1 - 1.5596x_2 \quad \text{Ecuación 20}$$

Siendo: y' la propuesta para capacidad de absorción del agregado fino, X_1 la variable del tamaño nominal máximo y X_2 el módulo de finura.

Tabla 26. Propuesta de correlación (tamaño, densidad suelta del agregado fino y densidad compactada del agregado fino)

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|---|---|---------------|-------|---|---------|-----------------|---|------------|----|----------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| CORRELACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AGREGADO FINO EN EL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | | | | | FECHA: | | 08/01/2024 | | | | |
| RESISTENCIA: | | 240 KG/CM2 | | | | | | DÍAS DE CURADO: | | 7 | | | | |
| REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| Especimen | TAMAÑO (mm) | DENSIDAD SUELTA DEL AGREGADO FINO (Kg/dm ³) | DENSIDAD COMPACTADA DEL AGREGADO FINO (kg/dm ³) | y=a+b1x1+b2x2 | | | | | | | | ERROR (e) | SUMA DE CUADRADOS DE ERROR (SCE) | SUMA DE CUADRADOS DE REGRESIÓN (SCR) |
| | | | | y' | 1.027 | + | -0.0235 | X1 | + | 0.4415 | X2 | | | |
| n | X1 | X2 | Y | | | | | | | | | e ² | y' - \bar{y} | |
| 1 | 4.76 | 1.41 | 1.55 | | | | | | | | | 0.014 | 0.000 | 17.120 |
| 2 | 2.38 | 1.43 | 1.56 | | | | | | | | | -0.040 | 0.002 | 16.556 |
| 3 | 1.19 | 1.45 | 1.66 | | | | | | | | | 0.019 | 0.000 | 16.262 |
| 4 | 0.59 | 1.50 | 1.69 | | | | | | | | | 0.012 | 0.000 | 15.975 |
| 5 | 0.30 | 1.59 | 1.72 | | | | | | | | | -0.004 | 0.000 | 15.619 |
| 6 | 0.15 | 1.66 | 1.76 | | | | | | | | | 0.000 | 0.000 | 15.327 |
| | | | \bar{y} | 1.66 | | | | | | | | | | |
| SUMATORIA | | | | | | | | | | | | 0.002 | 96.858 | |
| SUMA TOTAL DE CUADRADOS (STC) | | | | | | | | | | | | | 96.861 | |
| COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R ² (SCR/STC) | | | | | | | | | | | | | 1.00 | |
| COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE | | | | | | | | | | | | | 1.00 | |
| COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE (%) | | | | | | | | | | | | | 100.00% | |
| REGRESIÓN LINEAL | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 26 se observa la correlación que existen entre el tamaño nominal máximo del agregado fino con la densidad compactada del agregado fino, teniendo un coeficiente de determinación de 0.822, así mismo la correlación entre el módulo de finura con la densidad compactada del agregado fino dio como resultado un coeficiente de determinación de 0.835. Finalmente, el coeficiente obtenido de la relación de las tres propiedades fue de 100%.

$$y' = 1.027 - 0.0235x_1 - 0.4415x_2$$

Ecuación 21

Siendo: y' la propuesta para densidad compactada del agregado fino, X₁ la variable del tamaño nominal máximo y X₂ la densidad suelta del agregado fino

Tabla 27. Propuesta de correlación (tamaño, módulo de finura y densidad suelta del agregado fino)

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBAO | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|------------------|--|---|-------|---|-----------------|----|---|------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| CORRELACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AGREGADO FINO EN EL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | | | ANTHONY MOREJÓN | | | | FECHA: | | | 08/01/2024 | | | | |
| RESISTENCIA : | | | 240 KG/CM2 | | | | DÍAS DE CURADO: | | | 7 | | | | |
| REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| Espécimen | TAMAÑO (mm) | MODULO DE FINURA | DENSIDAD SUELTA DEL AGREGADO FINO (Kg/dm3) | y=a+b1x1+b2x2 | | | | | | ERROR (e) | SUMA DE CUADRADOS DE ERROR (SCE) | SUMA DE CUADRADOS DE REGRESIÓN (SCR) | | |
| n | X1 | X2 | Y | y= | 1.710 | + | 0.0141 | X1 | + | -0.1328 | X2 | y-y' | e ² | y' - \bar{y} |
| 1 | 4.76 | 2.75 | 1.41 | | | | | | | | | -0.007 | 0.000 | 18.162 |
| 2 | 2.38 | 2.49 | 1.43 | | | | | | | | | 0.021 | 0.000 | 18.149 |
| 3 | 1.19 | 2.02 | 1.45 | | | | | | | | | -0.005 | 0.000 | 17.770 |
| 4 | 0.59 | 1.40 | 1.50 | | | | | | | | | -0.030 | 0.001 | 17.153 |
| 5 | 0.30 | 1.06 | 1.59 | | | | | | | | | 0.015 | 0.000 | 16.811 |
| 6 | 0.15 | 0.40 | 1.66 | | | | | | | | | 0.006 | 0.000 | 16.119 |
| | | | \bar{y} = | SUMATORIA | | | | | | | 0.002 | 104.165 | | |
| | | | | SUMA TOTAL DE CUADRADOS (STC) | | | | | | | | 104.167 | | |
| | | | | COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R ² (SCR/STC) | | | | | | | | 1.00 | | |
| | | | | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE | | | | | | | | 1.00 | | |
| | | | | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE (%) | | | | | | | | 100.00% | | |
| REGRESIÓN LINEAL | | | | | | | | | | | | | | |

CORRELACIÓN TAMAÑO VS DENSIDAD SUELTA DEL AGREGADO FINO

$y = -0.044x + 1.5763$
 $R^2 = 0.6044$

MODULO DE FINURA VS DENSIDAD SUELTA DEL AGREGADO FINO

$y = -0.1089x + 1.6915$
 $R^2 = 0.9513$

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 27 se observa la correlación que existen entre el tamaño nominal máximo del agregado fino con la densidad suelta del agregado fino, teniendo un coeficiente de determinación de 0.6044, así mismo la correlación entre el módulo de finura con la densidad suelta del agregado fino dio como resultado un coeficiente de determinación de 0.9513. Finalmente, el coeficiente obtenido de la relación de las tres propiedades fue de 100%.

$$y' = 1.710 - 0.0141x_1 - 0.132x_2 \quad \text{Ecuación 22}$$

Siendo: y' la propuesta para densidad suelta del agregado fino, X_1 la variable del tamaño nominal máximo y X_2 la densidad compactada del agregado fino

Las correlaciones propuestas existen entre las propiedades del agregado fino, la cual se verá reflejado su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón simple posteriormente.

3.1.2 Etapa 2: Elaboración de las probetas

Se necesitaron una cantidad mínima de probetas cilíndricas para ver la influencia del tamaño nominal máximo del agregado fino siendo por normativa mínimo 2 por lo que se decidió hacer 3 probetas de cada resistencia y a los 7, 14 y 28 días para llevar un control de la resistencia como se muestra en la tabla 28.

Tabla 28. Muestras elaboradas

| TAMAÑO NOMINAL | F ^c (kg/cm ²) | EDAD (DIAS) | | | TOTAL |
|----------------|--------------------------------------|-------------|----|----|-------|
| | | 7 | 14 | 28 | |
| #4 | 240 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| | 280 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| #8 | 240 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| | 280 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| #16 | 240 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| | 280 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| #30 | 240 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| | 280 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| #50 | 240 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| | 280 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| #100 | 240 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| | 280 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| TOTAL | | | | | 108 |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

- **Método de la Densidad Optima para dosificar**

Se elaboró dosificaciones para las probetas de prueba siendo 3 para cada resistencia requerida.

- **Probetas de prueba**

Tabla 29. Datos de los ensayos para calcular la dosificación de $f'c=240\text{kg/cm}^2$

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | |
|---|-------|-----------------------|-----------------|--------|--------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | |
| ORIGEN: | | Mina Las Viñas-Ambato | | | |
| ELABORADO POR | | Anthony Morejón | FECHA: | | 06/11/2024 |
| PROBETAS DE PRUEBA | | | W/C | 0.56 | |
| DATOS DE ENSAYO | | | CÁLCULOS | | |
| fc | 240 | kg/cm ² | CP | | POV+2%+8% (POV) |
| Asentamiento | 6-9 | cm | DRM | 2.38 | gr/cm ³ |
| DRC | 2.693 | gr/cm ³ | POV | 24.88 | % |
| DRA | 2.37 | gr/cm ³ | CP | 288.69 | dm ³ |
| DRR | 2.38 | gr/cm ³ | W | 173.59 | kg |
| POA | 43 | % | C | 309.98 | kg |
| POR | 57 | % | A | 724.89 | kg |
| DOM | 1.785 | gr/cm ³ | R | 964.96 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 30. Cálculo de la dosificación para la resistencia de $f'c=240\text{kg/cm}^2$

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | |
|---|---|-----------------------|------------------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | |
| ORIGEN: | | Mina Las Viñas-Ambato | |
| ELABORADO POR | | Anthony Morejón | FECHA: 06/11/2024 |
| DOSIFICACIÓN AL PESO | | | |
| MATERIAL | CANTIDAD EN KG POR m ³ DE CONCRETO | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD EN (KG) POR SACO DE 50 KG |
| W | 173.59 | 0.56 | 28.00 |
| C | 309.98 | 1 | 50.00 |
| A | 724.89 | 2.34 | 116.93 |
| R | 964.96 | 3.11 | 155.65 |
| TOTAL | 2173.42 | | kg/m ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 31. Corrección de humedad $f'c=240\text{kg/cm}^2$

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
|---|-----------------------|---|-------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|-----|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | | 15/11/2024 | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| D | 0.1 | m | N de probetas | 3 | u | | | |
| H | 0.2 | m | Volumen Requerido | 0.005 | m ³ | | | |
| Cantidad de Cemento | 309.98 | kg | Volumen Requerido | 1.461 | kg | | | |
| CORRECIÓN DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| MATERIAL | C.A | C.H | Corrección | | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD NECESARIA | CANTIDAD CORREGIDA | |
| | % | % | % | kg | | | | |
| W (KG) | | | | 0.03 | 0.47 | 0.82 | 0.84 | lts |
| C (KG) | | | | | 1.00 | 1.46 | 1.46 | kg |
| A(KG) | 1.11 | 2.68 | -1.57 | -0.05 | 2.30 | 3.42 | 3.36 | kg |
| R (KG) | 2.84 | 1.1 | 1.74 | 0.08 | 3.17 | 4.55 | 4.63 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 31, al realizar la corrección de humedad se estableció la cantidad necesaria para elaborar las 3 probetas cilíndricas de prueba con resistencia de 240 kg/cm², dando como resultado 0.84 kg de agua (W), 1.46 kg de cemento (C), 3.36 kg de arena (A) y 4.63 kg de ripio (R).

Tabla 32. Datos de los ensayos para calcular la dosificación de $f'c= 280\text{kg/cm}^2$

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |
|---|-----------------------|---|----------|-----------------------------|--------------------|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | | 06/11/2024 |
| PROBETAS DE PRUEBA | | | W/C | | 0.52 |
| DATOS DE ENSAYO | | | CÁLCULOS | | |
| fc | 240 | kg/cm ² | CP | | POV+2%+8% (POV) |
| Asentamiento | 6-9 | cm | DRM | 2.38 | gr/cm ³ |
| DRC | 2.693 | gr/cm ³ | POV | 24.88 | % |
| DRA | 2.37 | gr/cm ³ | CP | 288.69 | dm ³ |
| DRR | 2.38 | gr/cm ³ | W | 168.42 | kg |
| POA | 43 | % | C | 323.89 | kg |
| POR | 57 | % | A | 724.89 | kg |
| DOM | 1.785 | gr/cm ³ | R | 964.96 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 33. Cálculo de la dosificación por peso para la resistencia de $f'c=280\text{kg/cm}^2$

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | |
|--|---|----------------------|------------------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | 06/11/2024 |
| DOSIFICACIÓN AL PESO | | | |
| MATERIAL | CANTIDAD EN KG POR m ³ DE CONCRETO | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD EN (KG) POR SACO DE 50 KG |
| W | 168.42 | 0.52 | 26.00 |
| C | 323.89 | 1 | 50.00 |
| A | 724.89 | 2.24 | 111.91 |
| R | 964.96 | 2.98 | 148.97 |
| TOTAL | 2182.16 | | kg/m ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 34. Corrección de humedad $f'c=280\text{kg/cm}^2$

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | |
|--|-----------------------|---------------|-------------------|-------|----------------------|--------------------|--------------------|-----|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | | 15/11/2024 | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| D | 0.1 | m | N de probetas | 3 | u | | | |
| H | 0.2 | m | Volumen Requerido | 0.005 | m ³ | | | |
| Cantidad de Cemento | 323.89 | kg | Volumen Requerido | 1.526 | kg | | | |
| CORRECCIÓN DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| MATERIAL | C.A | C.H | Corrección | | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD NECESARIA | CANTIDAD CORREGIDA | |
| | % | % | % | kg | | | | |
| W (KG) | | | | 0.03 | 0.43 | 0.79 | 0.82 | lts |
| C (KG) | | | | | 1.00 | 1.53 | 1.53 | kg |
| A(KG) | 1.11 | 2.68 | -1.57 | -0.05 | 2.20 | 3.42 | 3.36 | kg |
| R (KG) | 2.84 | 1.1 | 1.74 | 0.08 | 3.03 | 4.55 | 4.63 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 34, al establecer la dosificación para las 3 probetas de prueba con resistencia de 280 kg/cm², se calculó 0.82 kg de agua (W), 1.53 kg de cemento (C), 3.36 kg de arena (A) y 4.63 kg de ripio (R).

- **Dosificación de las probetas con variación del tamaño nominal máximo del agregado fino**

Tabla 35. Datos de los ensayos para calcular la dosificación de $f'c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #4

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | |
|---|-----------------|-----------------------|------------|----------------|--------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | |
| ORIGEN: | | Mina Las Viñas-Ambato | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | 06/11/2024 | | |
| TAMAÑO NOMINAL | #4 | W/C | 0.56 | | |
| DATOS DE ENSAYO | | | CÁLCULOS | | |
| fc | 240 | kg/cm ² | CP | POV+2%+8%(POV) | |
| Asentamiento | 6-9 | cm | DRM | 2.38 | gr/cm ³ |
| DRC | 2.693 | gr/cm ³ | POV | 24.88 | % |
| DRA | 2.37 | gr/cm ³ | CP | 288.69 | dm ³ |
| DRR | 2.38 | gr/cm ³ | W | 173.59 | kg |
| POA | 43 | % | C | 309.98 | kg |
| POR | 57 | % | A | 724.89 | kg |
| DOM | 1.785 | gr/cm ³ | R | 964.96 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 36. Cálculo de la dosificación para la resistencia de $f'c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #4

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | |
|---|---|-----------------------|------------------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | |
| ORIGEN: | | Mina Las Viñas-Ambato | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | 15/11/2024 |
| DOSIFICACIÓN AL PESO | | | |
| MATERIAL | CANTIDAD EN KG POR m ³ DE CONCRETO | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD EN (KG) POR SACO DE 50 KG |
| W | 173.59 | 0.56 | 28.00 |
| C | 309.98 | 1 | 50.00 |
| A | 724.89 | 2.34 | 116.93 |
| R | 964.96 | 3.11 | 155.65 |
| TOTAL | 2173.42 | | kg/m ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 37. Corrección de humedad $f^c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #4

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
|--|-----------------------|---|-------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|-----|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | | 15/11/2024 | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| D | 0.1 | m | N de probetas | 9 | u | | | |
| H | 0.2 | m | Volumen Requerido | 0.014 | m ³ | | | |
| Cantidad de Cemento | 309.98 | kg | Volumen Requerido | 4.382 | kg | | | |
| CORRECCIÓN DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| MATERIAL | C.A | C.H | Corrección | | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD NECESARIA | CANTIDAD CORREGIDA | |
| | % | % | % | kg | | | | |
| W (KG) | | | | 0.08 | 1.42 | 2.45 | 2.53 | lts |
| C (KG) | | | | | 1.00 | 4.38 | 4.38 | kg |
| A(KG) | 1.11 | 2.68 | -1.57 | -0.16 | 2.30 | 10.25 | 10.09 | kg |
| R (KG) | 2.84 | 1.1 | 1.74 | 0.24 | 3.17 | 13.64 | 13.88 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 37, al realizar la corrección de humedad se estableció la cantidad necesaria para elaborar las 9 probetas cilíndricas de prueba con resistencia de 240 kg/cm^2 , dando como resultado 2.53 kg de agua (W), 4.38 kg de cemento (C), 10.09 kg de arena (A) y 13.88 kg de ripio (R).

Tabla 38. Datos de los ensayos para calcular la dosificación de $f^c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #8

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |
|--|-----------------------|---|----------|-----------------------------|--------------------|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | | 06/11/2024 |
| TAMAÑO NOMINAL | #8 | W/C | | | 0.56 |
| DATOS DE ENSAYO | | | CÁLCULOS | | |
| fc | 240 | kg/cm ² | CP | | POV+2%+8% (POV) |
| Asentamiento | 6-9 | cm | DRM | 2.52 | gr/cm ³ |
| DRC | 2.693 | gr/cm ³ | POV | 29.15 | % |
| DRA | 2.69 | gr/cm ³ | CP | 334.78 | dm ³ |
| DRR | 2.38 | gr/cm ³ | W | 173.59 | kg |
| POA | 46 | % | C | 309.98 | kg |
| POR | 54 | % | A | 823.14 | kg |
| DOM | 1.787 | gr/cm ³ | R | 854.94 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 39. Cálculo de la dosificación para la resistencia de $f'c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #8

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | |
|--|---|----------------------|------------------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | 15/11/2024 |
| DOSIFICACIÓN AL PESO | | | |
| MATERIAL | CANTIDAD EN KG POR m ³ DE CONCRETO | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD EN (KG) POR SACO DE 50 KG |
| W | 173.59 | 0.56 | 28.00 |
| C | 309.98 | 1 | 50.00 |
| A | 823.14 | 2.66 | 132.78 |
| R | 854.94 | 2.76 | 137.90 |
| TOTAL | 2161.65 | | kg/m ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 40. Corrección de humedad $f'c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #8

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--------|-------------------|-------|----------------------|--------------------|--------------------|-----|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | | | | 15/11/2024 | |
| DATOS | | | | | | | | |
| D | 0.1 | m | N de probetas | | 9 | | u | |
| H | 0.2 | m | Volumen Requerido | | 0.014 | | m ³ | |
| Cantidad de Cemento | 309.98 | kg | Volumen Requerido | | 4.382 | | kg | |
| CORRECCIÓN DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| MATERIAL | C.A | C.H | Corrección | | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD NECESARIA | CANTIDAD CORREGIDA | |
| | % | % | % | kg | | | | |
| W (KG) | | | | 0.05 | 1.40 | 2.45 | 2.50 | lts |
| C (KG) | | | | | 1.00 | 4.38 | 4.38 | kg |
| A (KG) | 1.21 | 2.59 | -1.38 | -0.16 | 2.62 | 11.64 | 11.48 | kg |
| R (KG) | 2.84 | 1.1 | 1.74 | 0.21 | 2.81 | 12.09 | 12.30 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 40, al realizar la corrección de humedad se estableció la cantidad necesaria para elaborar las 9 probetas cilíndricas de prueba con resistencia de 240kg/cm^2 , dando como resultado 2.50 kg de agua (W), 4.38 kg de cemento (C), 11.48 kg de arena (A) y 12.30 kg de ripio (R).

Tabla 41. Datos de los ensayos para calcular la dosificación de $f'c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #16

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | |
|---|-----------------------|--------------------|------------|----------------|--------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | 06/11/2024 | | |
| TAMAÑO NOMINAL | #16 | W/C | 0.56 | | |
| DATOS DE ENSAYO | | | CÁLCULOS | | |
| fc | 240 | kg/cm ² | CP | POV+2%+8%(POV) | |
| Asentamiento | 6-9 | cm | DRM | 2.56 | gr/cm ³ |
| DRC | 2.693 | gr/cm ³ | POV | 30.13 | % |
| DRA | 2.78 | gr/cm ³ | CP | 345.38 | dm ³ |
| DRR | 2.38 | gr/cm ³ | W | 173.59 | kg |
| POA | 44 | % | C | 309.98 | kg |
| POR | 56 | % | A | 800.73 | kg |
| DOM | 1.786 | gr/cm ³ | R | 872.48 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 42. Cálculo de la dosificación para la resistencia de $f'c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #16

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | |
|---|---|----------------------|------------------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | 15/11/2024 |
| DOSIFICACIÓN AL PESO | | | |
| MATERIAL | CANTIDAD EN KG POR m ³ DE CONCRETO | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD EN (KG) POR SACO DE 50 KG |
| W | 173.59 | 0.56 | 28.00 |
| C | 309.98 | 1 | 50.00 |
| A | 800.73 | 2.58 | 129.16 |
| R | 872.48 | 2.81 | 140.73 |
| TOTAL | 2156.77 | | kg/m ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 43. Corrección de humedad $f'c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #16

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | |
|---|-----------------------|------|-------------------|---------------|----------------------|--------------------|--------------------|-----|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | | | FECHA: | 15/11/2024 | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| D | 0.1 | m | N de probetas | | 9 | | u | |
| H | 0.2 | m | Volumen Requerido | | 0.014 | | m ³ | |
| Cantidad de Cemento | 309.98 | kg | Volumen Requerido | | 4.382 | | kg | |
| CORRECCIÓN DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| MATERIAL | C.A | C.H | Corrección | | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD NECESARIA | CANTIDAD CORREGIDA | |
| | % | % | % | kg | | | | |
| W (KG) | | | | 0.24 | 1.51 | 2.45 | 2.70 | lts |
| C (KG) | | | | | 1.00 | 4.38 | 4.38 | kg |
| A(KG) | 1.99 | 1.75 | 0.24 | 0.03 | 2.59 | 11.32 | 11.35 | kg |
| R (KG) | 2.84 | 1.1 | 1.74 | 0.21 | 2.86 | 12.33 | 12.55 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 43, al realizar la corrección de humedad se estableció la cantidad necesaria para elaborar las 9 probetas cilíndricas de prueba con resistencia de 240 kg/cm², dando como resultado 2.70 kg de agua (W), 4.38 kg de cemento (C), 11.35 kg de arena (A) y 12.55 kg de ripio (R).

Tabla 44. Datos de los ensayos para calcular la dosificación de $f'c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #30

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | |
|---|-----------------------|--------------------|---------------|-----------------|--------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | | FECHA: | 06/11/2024 | |
| TAMAÑO NOMINAL | #30 | | W/C | 0.56 | |
| DATOS DE ENSAYO | | | CÁLCULOS | | |
| fc | 240 | kg/cm ² | CP | POV+2%+8% (POV) | |
| Asentamiento | 6-9 | cm | DRM | 2.60 | gr/cm ³ |
| DRC | 2.693 | gr/cm ³ | POV | 31.29 | % |
| DRA | 2.83 | gr/cm ³ | CP | 357.98 | dm ³ |
| DRR | 2.38 | gr/cm ³ | W | 173.59 | kg |
| POA | 49 | % | C | 309.98 | kg |
| POR | 51 | % | A | 890.28 | kg |
| DOM | 1.787 | gr/cm ³ | R | 779.28 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 45. Cálculo de la dosificación para la resistencia de $f'c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #30

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | |
|--|---|----------------------|------------------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | 15/11/2024 |
| DOSIFICACIÓN AL PESO | | | |
| MATERIAL | CANTIDAD EN KG POR m ³ DE CONCRETO | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD EN (KG) POR SACO DE 50 KG |
| W | 173.59 | 0.56 | 28.00 |
| C | 309.98 | 1 | 50.00 |
| A | 890.28 | 2.87 | 143.60 |
| R | 779.28 | 2.51 | 125.70 |
| TOTAL | 2153.13 | | kg/m ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 46. Corrección de humedad $f'c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #30

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | |
|--|-----------------------|---------------|-------------------|-------|----------------------|--------------------|--------------------|-----|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | | 15/11/2024 | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| D | 0.1 | m | N de probetas | 9 | u | | | |
| H | 0.2 | m | Volumen Requerido | 0.014 | m ³ | | | |
| Cantidad de Cemento | 309.98 | kg | Volumen Requerido | 4.382 | kg | | | |
| CORRECCIÓN DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| MATERIAL | C.A | C.H | Corrección | | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD NECESARIA | CANTIDAD CORREGIDA | |
| | % | % | % | kg | | | | |
| W (KG) | | | | 0.39 | 1.59 | 2.45 | 2.84 | lts |
| C (KG) | | | | | 1.00 | 4.38 | 4.38 | kg |
| A(KG) | 2.69 | 1.13 | 1.56 | 0.20 | 2.92 | 12.59 | 12.78 | kg |
| R (KG) | 2.84 | 1.1 | 1.74 | 0.19 | 2.56 | 11.02 | 11.21 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 46, al realizar la corrección de humedad se estableció la cantidad necesaria para elaborar las 9 probetas cilíndricas de prueba con resistencia de 240kg/cm^2 , dando como resultado 2.84 kg de agua (W), 4.38 kg de cemento (C), 12.78 kg de arena (A) y 11.21 kg de ripio (R).

Tabla 47. Datos de los ensayos para calcular la dosificación de $f'c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #50

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | |
|---|-----------------------|--------------------|----------|-----------|--------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | 6/11/2024 | |
| TAMAÑO NOMINAL | #50 | W/C | | 0,56 | |
| DATOS DE ENSAYO | | | CÁLCULOS | | |
| fc | 240 | kg/cm ² | CP | | POV+2%+8% (POV) |
| Asentamiento | 6-9 | cm | DRM | 2,61 | gr/cm ³ |
| DRC | 2,693 | gr/cm ³ | POV | 31,91 | % |
| DRA | 2,96 | gr/cm ³ | CP | 364,61 | dm ³ |
| DRR | 2,38 | gr/cm ³ | W | 173,59 | kg |
| POA | 40 | % | C | 309,98 | kg |
| POR | 60 | % | A | 752,30 | kg |
| DOM | 1,779 | gr/cm ³ | R | 907,34 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 48. Cálculo de la dosificación para la resistencia de $f'c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #50

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | |
|---|---|----------------------|------------------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | 15/11/2024 |
| DOSIFICACIÓN AL PESO | | | |
| MATERIAL | CANTIDAD EN KG POR m ³ DE CONCRETO | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD EN (KG) POR SACO DE 50 KG |
| W | 173.59 | 0.56 | 28.00 |
| C | 309.98 | 1 | 50.00 |
| A | 752.30 | 2.43 | 121.35 |
| R | 907.34 | 2.93 | 146.36 |
| TOTAL | 2143.21 | | kg/m ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 49. Corrección de humedad $f'c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #50

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
|---|-----------------------|---|-------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|-----|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | | 15/11/2024 | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| D | 0.1 | m | N de probetas | 9 | u | | | |
| H | 0.2 | m | Volumen Requerido | 0.014 | m ³ | | | |
| Cantidad de Cemento | 309.98 | kg | Volumen Requerido | 4.382 | kg | | | |
| CORRECCIÓN DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| MATERIAL | C.A | C.H | Corrección | | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD NECESARIA | CANTIDAD CORREGIDA | |
| | % | % | % | kg | | | | |
| W (KG) | | | | 0.46 | 1.63 | 2.45 | 2.91 | lts |
| C (KG) | | | | | 1.00 | 4.38 | 4.38 | kg |
| A(KG) | 3.09 | 0.87 | 2.22 | 0.24 | 2.48 | 10.64 | 10.87 | kg |
| R (KG) | 2.84 | 1.1 | 1.74 | 0.22 | 2.98 | 12.83 | 13.05 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 49, al realizar la corrección de humedad se estableció la cantidad necesaria para elaborar las 9 probetas cilíndricas de prueba con resistencia de 240 kg/cm², dando como resultado 2.91 kg de agua (W), 4.38 kg de cemento (C), 10.87 kg de arena (A) y 13.05 kg de ripio (R).

Tabla 50. Datos de los ensayos para calcular la dosificación de $f'c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #100

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |
|---|-----------------------|---|----------|-----------------------------|--------------------|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | | 06/11/2024 |
| TAMAÑO NOMINAL | #100 | W/C | | | 0.56 |
| DATOS DE ENSAYO | | | CÁLCULOS | | |
| fc | 240 | kg/cm ² | CP | | POV+2%+8%(POV) |
| Asentamiento | 6-9 | cm | DRM | 2.38 | gr/cm ³ |
| DRC | 2.693 | gr/cm ³ | POV | 25.04 | % |
| DRA | 2.37 | gr/cm ³ | CP | 290.44 | dm ³ |
| DRR | 2.38 | gr/cm ³ | W | 173.59 | kg |
| POA | 41 | % | C | 309.98 | kg |
| POR | 59 | % | A | 689.48 | kg |
| DOM | 1.781 | gr/cm ³ | R | 996.37 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 51. Cálculo de la dosificación para la resistencia de $f'c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #100

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | |
|--|---|----------------------|------------------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | 15/11/2024 |
| DOSIFICACIÓN AL PESO | | | |
| MATERIAL | CANTIDAD EN KG POR m ³ DE CONCRETO | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD EN (KG) POR SACO DE 50 KG |
| W | 173.59 | 0.56 | 28.00 |
| C | 309.98 | 1 | 50.00 |
| A | 689.48 | 2.22 | 111.22 |
| R | 996.37 | 3.21 | 160.72 |
| TOTAL | 2169.42 | | kg/m³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 52. Corrección de humedad $f'c=240\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #100

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | |
|--|-----------------------|---------------|-------------------|-------|----------------------|--------------------|--------------------|-----|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | | 15/11/2024 | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| D | 0.1 | m | N de probetas | 9 | u | | | |
| H | 0.2 | m | Volumen Requerido | 0.014 | m ³ | | | |
| Cantidad de Cemento | 309.98 | kg | Volumen Requerido | 4.382 | kg | | | |
| CORRECCIÓN POR HUMEDAD | | | | | | | | |
| MATERIAL | C.A | C.H | Corrección | | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD NECESARIA | CANTIDAD CORREGIDA | |
| | % | % | % | kg | | | | |
| W (KG) | | | | 0.63 | 1.73 | 2.45 | 3.08 | lts |
| C (KG) | | | | | 1.00 | 4.38 | 4.38 | kg |
| A(KG) | 4.34 | 0.4 | 3.94 | 0.38 | 2.31 | 9.75 | 10.13 | kg |
| R (KG) | 2.84 | 1.1 | 1.74 | 0.25 | 3.27 | 14.09 | 14.33 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 52, al realizar la corrección de humedad se estableció la cantidad necesaria para elaborar las 9 probetas cilíndricas de prueba con resistencia de 240kg/cm^2 , dando como resultado 3.08 kg de agua (W), 4.38 kg de cemento (C), 10.13 kg de arena (A) y 14.33 kg de ripio (R).

Tabla 53. Datos de los ensayos para calcular la dosificación de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #4

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | |
|---|-----------------------|--------------------|----------|-----------------|--------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | 06/11/2024 | |
| TAMAÑO NOMINAL | #4 | W/C | | 0.52 | |
| DATOS DE ENSAYO | | | CÁLCULOS | | |
| fc | 240 | kg/cm ² | CP | POV+2%+8% (POV) | |
| Asentamiento | 6-9 | cm | DRM | 2.38 | gr/cm ³ |
| DRC | 2.693 | gr/cm ³ | POV | 24.88 | % |
| DRA | 2.37 | gr/cm ³ | CP | 288.69 | dm ³ |
| DRR | 2.38 | gr/cm ³ | W | 168.42 | kg |
| POA | 43 | % | C | 323.89 | kg |
| POR | 57 | % | A | 724.89 | kg |
| DOM | 1.785 | gr/cm ³ | R | 964.96 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 54. Cálculo de la dosificación para la resistencia de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #4

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | |
|---|---|----------------------|------------------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | 15/11/2024 |
| DOSIFICACIÓN AL PESO | | | |
| MATERIAL | CANTIDAD EN KG POR m ³ DE CONCRETO | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD EN (KG) POR SACO DE 50 KG |
| W | 168.42 | 0.52 | 26.00 |
| C | 323.89 | 1 | 50.00 |
| A | 724.89 | 2.24 | 111.91 |
| R | 964.96 | 2.98 | 148.97 |
| TOTAL | 2182.16 | | kg/m ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 55. Corrección de humedad $f'c=280\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #4

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | |
|---|--------|-----------------------|-------------------|-------|----------------------|--------------------|--------------------|-----|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | | | | | |
| ORIGEN: | | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | | |
| ELABORADO POR | | Anthony Morejón | | | FECHA: | | 15/11/2024 | | |
| DATOS | | | | | | | | | |
| D | 0.1 | m | N de probetas | | 9 | | u | | |
| H | 0.2 | m | Volumen Requerido | | 0.014 | | m ³ | | |
| Cantidad de Cemento | 323.89 | kg | Volumen Requerido | | 4.579 | | kg | | |
| CORRECCIÓN DE HUMEDAD | | | | | | | | | |
| MATERIAL | C.A | C.H | Corrección | | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD NECESARIA | CANTIDAD CORREGIDA | | |
| | % | % | % | kg | | | | | |
| W (KG) | | | | 0.08 | 1.28 | 2.38 | 2.46 | lts | |
| C (KG) | | | | | 1.00 | 4.58 | 4.58 | kg | |
| A(KG) | 1.11 | 2.68 | -1.57 | -0.16 | 2.20 | 10.25 | 10.09 | kg | |
| R (KG) | 2.84 | 1.1 | 1.74 | 0.24 | 3.03 | 13.64 | 13.88 | kg | |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 55, al realizar la corrección de humedad se estableció la cantidad necesaria para elaborar las 9 probetas cilíndricas de prueba con resistencia de 280 kg/cm², dando como resultado 2.71 kg de agua (W), 4.58 kg de cemento (C), 10.34 kg de arena (A) y 13.88 kg de ripio (R).

Tabla 56. Datos de los ensayos para calcular la dosificación de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #8

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | |
|---|-------|-----------------------|-----|--------|--------------------|--|------------|--|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | | | | | |
| ORIGEN: | | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | | |
| ELABORADO POR | | Anthony Morejón | | | FECHA: | | 06/11/2024 | | |
| TAMAÑO NOMINAL | | #8 | | | W/C | | 0.52 | | |
| DATOS DE ENSAYO | | | | | CÁLCULOS | | | | |
| fc | 240 | kg/cm ² | CP | | POV+2%+8%(POV) | | | | |
| Asentamiento | 6-9 | cm | DRM | 2.52 | gr/cm ³ | | | | |
| DRC | 2.693 | gr/cm ³ | POV | 29.15 | % | | | | |
| DRA | 2.69 | gr/cm ³ | CP | 334.78 | dm ³ | | | | |
| DRR | 2.38 | gr/cm ³ | W | 161.19 | kg | | | | |
| POA | 46 | % | C | 309.98 | kg | | | | |
| POR | 54 | % | A | 823.14 | kg | | | | |
| DOM | 1.787 | gr/cm ³ | R | 854.94 | kg | | | | |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 57. Cálculo de la dosificación para la resistencia de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #8

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | |
|--|---|----------------------|------------------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | 15/11/2024 |
| DOSIFICACIÓN AL PESO | | | |
| MATERIAL | CANTIDAD EN KG POR m ³ DE CONCRETO | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD EN (KG) POR SACO DE 50 KG |
| W | 168.42 | 0.52 | 26.00 |
| C | 323.89 | 1 | 50.00 |
| A | 823.14 | 2.54 | 127.07 |
| R | 854.94 | 2.64 | 131.98 |
| TOTAL | 2170.40 | | kg/m ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 58. Corrección de humedad $f'c=280\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #8

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--------|-------------------|-------|----------------------|--------------------|--------------------|-----|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | | | | 15/11/2024 | |
| DATOS | | | | | | | | |
| D | 0.1 | m | N de probetas | 9 | | | u | |
| H | 0.2 | m | Volumen Requerido | 0.014 | | | m ³ | |
| Cantidad de Cemento | 323.89 | kg | Volumen Requerido | 4.579 | | | kg | |
| CORRECCIÓN DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| MATERIAL | C.A | C.H | Corrección | | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD NECESARIA | CANTIDAD CORREGIDA | |
| | % | % | % | kg | | | | |
| W (KG) | | | | 0.05 | 1.26 | 2.38 | 2.43 | Its |
| C (KG) | | | | | 1.00 | 4.58 | 4.58 | kg |
| A(KG) | 1.21 | 2.59 | -1.38 | -0.16 | 2.51 | 11.64 | 11.48 | kg |
| R (KG) | 2.84 | 1.1 | 1.74 | 0.21 | 2.69 | 12.09 | 12.30 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 58, al realizar la corrección de humedad se estableció la cantidad necesaria para elaborar las 9 probetas cilíndricas de prueba con resistencia de 280 kg/cm², dando como resultado 2.43 kg de agua (W), 4.58 kg de cemento (C), 11.48 kg de arena (A) y 12.30 kg de ripio (R).

Tabla 59. Datos de los ensayos para calcular la dosificación de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #16

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | |
|---|-----------------------|--------------------|----------|----------------|--------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | 06/11/2024 | |
| TAMAÑO NOMINAL | #16 | W/C | | 0.52 | |
| DATOS DE ENSAYO | | | CÁLCULOS | | |
| fc | 240 | kg/cm ² | CP | POV+2%+8%(POV) | |
| Asentamiento | 6-9 | cm | DRM | 2.56 | gr/cm ³ |
| DRC | 2.693 | gr/cm ³ | POV | 30.13 | % |
| DRA | 2.78 | gr/cm ³ | CP | 345.38 | dm ³ |
| DRR | 2.38 | gr/cm ³ | W | 161.19 | kg |
| POA | 44 | % | C | 309.98 | kg |
| POR | 56 | % | A | 800.73 | kg |
| DOM | 1.786 | gr/cm ³ | R | 872.48 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 60. Cálculo de la dosificación para la resistencia de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #16

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | |
|---|---|----------------------|------------------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | 15/11/2024 |
| DOSIFICACIÓN AL PESO | | | |
| MATERIAL | CANTIDAD EN KG POR m ³ DE CONCRETO | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD EN (KG) POR SACO DE 50 KG |
| W | 168.42 | 0.52 | 26.00 |
| C | 323.89 | 1 | 50.00 |
| A | 800.73 | 2.47 | 123.61 |
| R | 872.48 | 2.69 | 134.69 |
| TOTAL | 2165.51 | | kg/m ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 61. Corrección de humedad $f'c=280$ kg/cm²-agregado fino #16

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | |
|---|-----------------------|--------|-------------------|------|-------------------------|-----------------------|--------------------|------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | | | | | 15/11/2024 |
| DATOS | | | | | | | | |
| D | 0.1 | m | N de probetas | | 9 | u | | |
| H | 0.2 | m | Volumen Requerido | | 0.014 | m ³ | | |
| Cantidad de Cemento | 323.89 | kg | Volumen Requerido | | 4.579 | kg | | |
| CORRECCIÓN DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| MATERIAL | C.A | C.H | Corrección | | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD NECESARIA | CANTIDAD CORREGIDA | |
| | % | % | % | kg | | | | |
| W (KG) | | | | 0.24 | 1.36 | 2.38 | 2.62 | Its |
| C (KG) | | | | | 1.00 | 4.58 | 4.58 | kg |
| A(KG) | 1.99 | 1.75 | 0.24 | 0.03 | 2.48 | 11.32 | 11.35 | kg |
| R (KG) | 2.84 | 1.1 | 1.74 | 0.21 | 2.74 | 12.33 | 12.55 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 61, al realizar la corrección de humedad se estableció la cantidad necesaria para elaborar las 9 probetas cilíndricas de prueba con resistencia de 280 kg/cm², dando como resultado 2.62 kg de agua (W), 4.58 kg de cemento (C), 11.35 kg de arena (A) y 12.55 kg de ripio (R).

Tabla 62. Datos de los ensayos para calcular la dosificación de $f'c=280$ kg/cm²-agregado fino #30

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | |
|---|-----------------------|--------------------|----------|--------|--------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | | 6/11/2024 |
| TAMAÑO NOMINAL | #30 | W/C | | | 0,52 |
| DATOS DE ENSAYO | | | CÁLCULOS | | |
| f_c | 240 | kg/cm ² | CP | | POV+2%+8%(POV) |
| Asentamiento | 6-9 | cm | DRM | 2,60 | gr/cm ³ |
| DRC | 2,693 | gr/cm ³ | POV | 31,29 | % |
| DRA | 2,83 | gr/cm ³ | CP | 357,98 | dm ³ |
| DRR | 2,38 | gr/cm ³ | W | 168,42 | kg |
| POA | 49 | % | C | 323,89 | kg |
| POR | 51 | % | A | 890,28 | kg |
| DOM | 1,787 | gr/cm ³ | R | 779,28 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 63. Cálculo de la dosificación para la resistencia de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #30

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | |
|--|---|----------------------|------------------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | 15/11/2024 |
| DOSIFICACIÓN AL PESO | | | |
| MATERIAL | CANTIDAD EN KG POR m ³ DE CONCRETO | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD EN (KG) POR SACO DE 50 KG |
| W | 168.42 | 0.52 | 26.00 |
| C | 323.89 | 1 | 50.00 |
| A | 890.28 | 2.75 | 137.44 |
| R | 779.28 | 2.41 | 120.30 |
| TOTAL | 2161.87 | | kg/m ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 64. Corrección de humedad $f'c$ 280kg/cm²-agregado fino #30

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--------|-------------------|-------|----------------------|--------------------|--------------------|-----|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | | 15/11/2024 | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| D | 0.1 | m | N de probetas | 9 | u | | | |
| H | 0.2 | m | Volumen Requerido | 0.014 | m ³ | | | |
| Cantidad de Cemento | 323.89 | kg | Volumen Requerido | 4.579 | kg | | | |
| CORRECCIÓN DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| MATERIAL | C.A | C.H | Corrección | | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD NECESARIA | CANTIDAD CORREGIDA | |
| | % | % | % | kg | | | | |
| W (KG) | | | | 0.39 | 1.44 | 2.38 | 2.77 | lts |
| C (KG) | | | | | 1.00 | 4.58 | 4.58 | kg |
| A(KG) | 2.69 | 1.13 | 1.56 | 0.20 | 2.79 | 12.59 | 12.78 | kg |
| R (KG) | 2.84 | 1.1 | 1.74 | 0.19 | 2.45 | 11.02 | 11.21 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 64, al realizar la corrección de humedad se estableció la cantidad necesaria para elaborar las 9 probetas cilíndricas de prueba con resistencia de 280 kg/cm², dando como resultado 2.77 kg de agua (W), 4.58 kg de cemento (C), 12.78 kg de arena (A) y 11.21 kg de ripio (R).

Tabla 65. Datos de los ensayos para calcular la dosificación de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #50

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | |
|---|-----------------------|--------------------|-----------------|------------|--------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | 06/11/2024 | |
| TAMAÑO NOMINAL | #50 | W/C | | 0.52 | |
| DATOS DE ENSAYO | | | CÁLCULOS | | |
| fc | 240 | kg/cm ² | CP | | POV+2%+8%(POV) |
| Asentamiento | 6-9 | cm | DRM | 2.61 | gr/cm ³ |
| DRC | 2.693 | gr/cm ³ | POV | 31.91 | % |
| DRA | 2.96 | gr/cm ³ | CP | 364.61 | dm ³ |
| DRR | 2.38 | gr/cm ³ | W | 161.19 | kg |
| POA | 40 | % | C | 309.98 | kg |
| POR | 60 | % | A | 752.30 | kg |
| DOM | 1.779 | gr/cm ³ | R | 907.34 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 66. Cálculo de la dosificación para la resistencia de $f'c 280\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #50

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | |
|---|---|----------------------|------------------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | 06/11/2024 |
| DOSIFICACIÓN AL PESO | | | |
| MATERIAL | CANTIDAD EN KG POR m ³ DE CONCRETO | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD EN (KG) POR SACO DE 50 KG |
| W | 168.42 | 0.52 | 26.00 |
| C | 323.89 | 1 | 50.00 |
| A | 752.30 | 2.32 | 116.14 |
| R | 907.34 | 2.80 | 140.07 |
| TOTAL | 2151.95 | | kg/m ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 67. Corrección de humedad $f^c=280\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #50

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | |
|---|--------|------|-----------------------|------|----------------------|--------------------|--------------------|------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| ORIGEN: | | | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | |
| ELABORADO POR | | | Anthony Morejón | | | FECHA: | | 15/11/2024 |
| DATOS | | | | | | | | |
| D | 0.1 | m | N de probetas | | 9 | | u | |
| H | 0.2 | m | Volumen Requerido | | 0.014 | | m ³ | |
| Cantidad de Cemento | 323.89 | kg | Volumen Requerido | | 4.579 | | kg | |
| CORRECIÓN DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| MATERIAL | C.A | C.H | Corrección | | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD NECESARIA | CANTIDAD CORREGIDA | |
| | % | % | % | kg | | | | |
| W (KG) | | | | 0.46 | 1.48 | 2.38 | 2.84 | lts |
| C (KG) | | | | | 1.00 | 4.58 | 4.58 | kg |
| A(KG) | 3.09 | 0.87 | 2.22 | 0.24 | 2.37 | 10.64 | 10.87 | kg |
| R (KG) | 2.84 | 1.1 | 1.74 | 0.22 | 2.85 | 12.83 | 13.05 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 67, al realizar la corrección de humedad se estableció la cantidad necesaria para elaborar las 9 probetas cilíndricas de prueba con resistencia de 280 kg/cm², dando como resultado 2.84 kg de agua (W), 4.58 kg de cemento (C), 10.87 kg de arena (A) y 13.05 kg de ripio (R).

Tabla 68. Datos de los ensayos para calcular la dosificación de $f^c=280\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #100

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | |
|---|-------|--------------------|-----------------------|----------|--------------------|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | | |
| ORIGEN: | | | Mina Las Viñas-Ambato | | | |
| ELABORADO POR | | | Anthony Morejón | | FECHA: | |
| TAMAÑO NOMINAL | | | #100 | | W/C | |
| | | | | | 0.52 | |
| DATOS DE ENSAYO | | | | CÁLCULOS | | |
| fc | 240 | kg/cm ² | CP | | POV+2%+8% (POV) | |
| Asentamiento | 6-9 | cm | DRM | 2.38 | gr/cm ³ | |
| DRC | 2.693 | gr/cm ³ | POV | 25.04 | % | |
| DRA | 2.37 | gr/cm ³ | CP | 290.44 | dm ³ | |
| DRR | 2.38 | gr/cm ³ | W | 161.19 | kg | |
| POA | 41 | % | C | 309.98 | kg | |
| POR | 59 | % | A | 689.48 | kg | |
| DOM | 1.781 | gr/cm ³ | R | 996.37 | kg | |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 69. Cálculo de la dosificación para la resistencia de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #100

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | |
|--|---|---|------------------------------------|
|  | |  | |
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | 15/11/2024 |
| DOSIFICACIÓN AL PESO | | | |
| MATERIAL | CANTIDAD EN KG POR m ³ DE CONCRETO | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD EN (KG) POR SACO DE 50 KG |
| W | 168.42 | 0.52 | 26.00 |
| C | 323.89 | 1 | 50.00 |
| A | 689.48 | 2.13 | 106.44 |
| R | 996.37 | 3.08 | 153.81 |
| TOTAL | 2178.16 | | kg/m ³ |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Tabla 70. Corrección de humedad $f'c=280\text{kg/cm}^2$ -agregado fino #100

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--|-------------------|-------|----------------------|--------------------|--------------------|-----|
|  | |  | | | | | | |
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | |
| DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | FECHA: | | | 15/11/2024 | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| D | 0.1 | m | N de probetas | 9 | u | | | |
| H | 0.2 | m | Volumen Requerido | 0.014 | m ³ | | | |
| Cantidad de Cemento | 323.89 | kg | Volumen Requerido | 4.579 | kg | | | |
| CORRECCIÓN POR HUMEDAD | | | | | | | | |
| MATERIAL | C.A | C.H | Corrección | | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD NECESARIA | CANTIDAD CORREGIDA | |
| | % | % | % | kg | | | | |
| W (KG) | | | | 0.63 | 1.57 | 2.38 | 3.01 | lts |
| C (KG) | | | | | 1.00 | 4.58 | 4.58 | kg |
| A (KG) | 4.34 | 0.4 | 3.94 | 0.38 | 2.21 | 9.75 | 10.13 | kg |
| R (KG) | 2.84 | 1.1 | 1.74 | 0.25 | 3.13 | 14.09 | 14.33 | kg |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la tabla 70, al realizar la corrección de humedad se estableció la cantidad necesaria para elaborar las 9 probetas cilíndricas de prueba con resistencia de 280 kg/cm², dando como resultado 3.01 kg de agua (W), 4.58 kg de cemento (C), 10.13 kg de arena (A) y 14.33 kg de ripio (R).

3.1.3 Etapa 3: Ensayo de resistencia a compresión

- Resultados de los cilindros de prueba

Tabla 71. Propiedades y densidad en estado fresco de los cilindros de prueba

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------|---------------|-----------|-------------|---------------|------------------|------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA | | | | | | | | | | |
| MUESTRA DE PRUEBAS RESISTENCIA 240 KG/CM2-280 KG/CM2 | | | | | | | | | | |
| ORIGEN: | | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | | | |
| ELABORADO POR | | Anthony Morejón | | | FECHA: | | 22/11/2023 | | | |
| PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO | | | | | | | | | | |
| Asentamiento | | 7 | | | Homogeneidad | | Buena | | | |
| Trabajabilidad | | Buena | | | Consistencia | | Buena | | | |
| PESO ESPECIFICO DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO | | | | | | | | | | |
| Número de Cilindro | RESISTENCIA (kg/cm2) | Peso del Molde (kg) | Peso del molde + Fresca (kg) | Peso muestra Fresca (kg) | Diametro (cm) | Área (m2) | Altura (cm) | Volumen (cm3) | Densidad (Kg/m3) | PROMEDIO (kg/m3) |
| 1 | 240 | 7.71 | 11.28 | 3.568 | 10.00 | 0.008 | 20.00 | 0.0016 | 2230.00 | 2200.63 |
| 2 | 240 | 7.71 | 11.24 | 3.525 | 10.00 | 0.008 | 20.00 | 0.0016 | 2203.13 | |
| 3 | 240 | 7.50 | 10.97 | 3.470 | 10.00 | 0.008 | 20.00 | 0.0016 | 2168.75 | |
| 1 | 280 | 7.71 | 11.34 | 3.630 | 10.00 | 0.008 | 20.00 | 0.0016 | 2268.75 | 2256.25 |
| 2 | 280 | 7.71 | 11.28 | 3.570 | 10.00 | 0.008 | 20.00 | 0.0016 | 2231.25 | |
| 3 | 280 | 7.71 | 11.34 | 3.630 | 10.00 | 0.008 | 20.00 | 0.0016 | 2268.75 | |

Análisis: Con los resultados de la tabla 71, se determinó las propiedades del hormigón en estado fresco dando un asentamiento 7 cm que cumple el rango de 6-9 cm y una densidad promedio de los 3 cilindros de prueba de 2200.63 kg/m^3 para la resistencia de 240 kg/cm^2 y 2256.25 kg/m^3 para la resistencia de 280 kg/cm^2 cumpliendo con el rango de un hormigón simple de 2200 kg/m^3 a 2300 kg/m^3 en estado fresco.

Tabla 72. Propiedades y densidad en estado seco de los cilindros de prueba

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|------------------------|---------------|-----------|-------------|---------------|------------------|------------------|--|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA | | | | | | | | | | |
| MUESTRA DE PRUEBAS RESISTENCIA 240 KG/CM2-280 KG/CM2 | | | | | | | | | | |
| ORIGEN: | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR | | | | | FECHA: | | 22/11/2023 | | | |
| PESO ESPECIFICO DEL HORMIGÓN EN ESTADO SECO | | | | | | | | | | |
| Número de Cilindro | Resistencia (kg/cm2) | Peso muestra seca (kg) | Diametro (cm) | Área (m2) | Altura (cm) | Volumen (cm3) | Densidad (Kg/m3) | PROMEDIO (kg/m3) | | |
| 1 | 240 | 3.537 | 10.00 | 0.008 | 20.00 | 0.0016 | 2210.63 | 2232.71 | | |
| 2 | 240 | 3.724 | 10.00 | 0.008 | 20.00 | 0.0016 | 2327.50 | | | |
| 3 | 240 | 3.456 | 10.00 | 0.008 | 20.00 | 0.0016 | 2160.00 | | | |
| 1 | 280 | 3.816 | 10.00 | 0.008 | 20.00 | 0.0016 | 2385.00 | 2298.13 | | |
| 2 | 280 | 3.776 | 10.00 | 0.008 | 20.00 | 0.0016 | 2360.00 | | | |
| 3 | 280 | 3.439 | 10.00 | 0.008 | 20.00 | 0.0016 | 2149.38 | | | |

Análisis: Se determinó las propiedades del hormigón en estado seco dando una densidad promedio de los 3 cilindros de prueba de 2232.71 kg/m^3 para la resistencia

de 240 kg/cm^2 y 2298.13 kg/m^3 para la resistencia de 280 kg/cm^2 cumpliendo con el rango de un hormigón simple de 2200 kg/m^3 a 2400 kg/m^3 en estado seco.

Tabla 73. Resistencia a compresión de las probetas de prueba

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | |
|---|----------------------|---------------|-----------------------|--------------|--------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA | | | | | | | | |
| MUESTRA DE PRUEBAS RESISTENCIA 240 KG/CM2-280 KG/CM2 | | | | | | | | |
| ORIGEN: | | | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | |
| ELABORADO POR | | | Anthony Morejón | | | FECHA: | | 22/11/2023 |
| PESO ESPECIFICO DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO | | | | | | | | |
| Número de Cilindro | RESISTENCIA (kg/cm2) | Diámetro (cm) | Área (cm2) | Carga P (Kn) | Carga P (Kg) | Resistencia a compresión (kg/cm2) | Resistencia promedio (kg/cm2) | Rango a los 7 días |
| 1 | 240 | 10.00 | 78.54 | 140 | 14000 | 178.253 | 172.31 | R1=156.0 |
| 2 | 240 | 10.00 | 78.54 | 135 | 14000 | 171.887 | | RP=168.0 |
| 3 | 240 | 10.00 | 78.54 | 131 | 131000 | 166.794 | | R2=180.0 |
| 1 | 280 | 10.00 | 78.54 | 161 | 14000 | 204.354 | 198.41 | R1=182.0 |
| 2 | 280 | 10.00 | 78.54 | 157 | 14000 | 199.898 | | RP=196.0 |
| 3 | 280 | 10.00 | 78.54 | 150 | 13100 | 190.985 | | R2=210.0 |

Análisis: En la tabla 73, al ensayar a compresión las probetas de prueba a los 7 días, dio como resultado los cilindros de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 una resistencia promedio de 172.31 kg/cm^2 y 198.41 kg/cm^2 respectivamente.

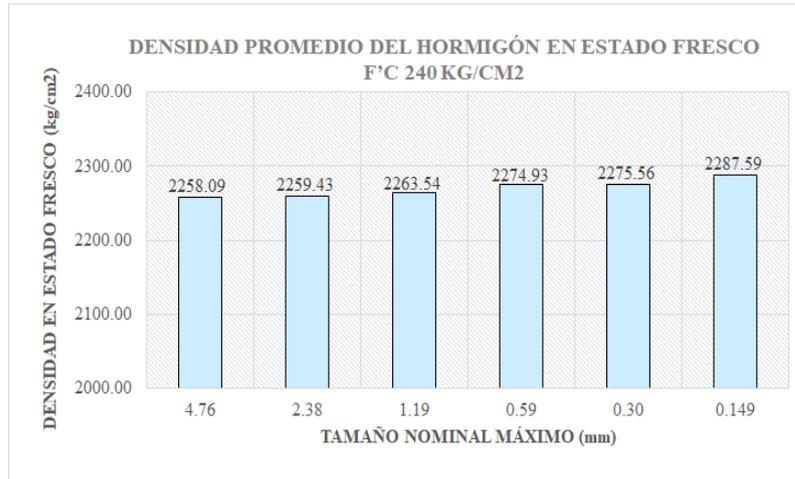
Una vez comprobado la resistencia de los cilindros de prueba se procede a realizar los cilindros con variación en el tamaño nominal máximo del agregado fino.

- **Resultados de los cilindros con variación del tamaño nominal del agregado fino**

Tabla 74. Densidad del hormigón para $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$

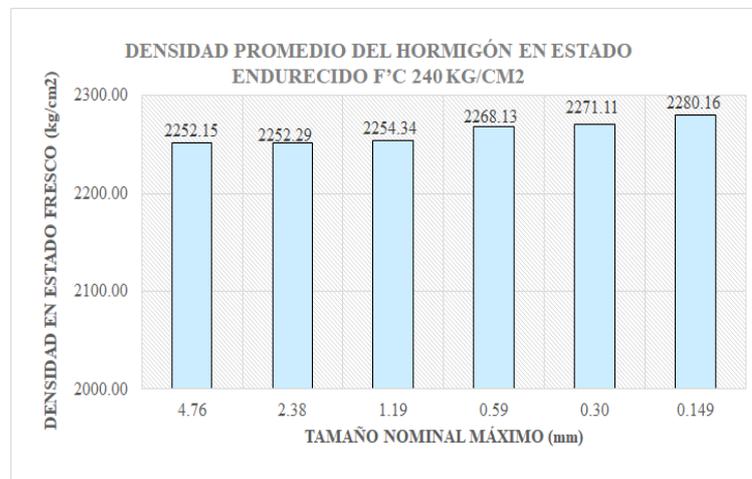
| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------|---------------------------------------|------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | |
| MUESTRA DE PRUEBAS RESISTENCIA 240 KG/CM2 | | | | | | | | | |
| NORMA: | | | | | NTE INEN 1579 | | | | |
| ORIGEN: | | | | | Mina Las Viñas-Ambato | | | | |
| ELABORADO POR | | | | | Anthony Morejón | | 01/12/2023 | | |
| PESO ESPECIFICO DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO | | | | | | | | | |
| Especificaciones del cilindro | | | | | | | | | |
| Diámetro | 10 | cm | Altura | 20 | cm | Volumen | | 0.0016 | m3 |
| Número de Cilindro | TAMAÑO DEL AGREGADO FINO (mm) | Peso del Molde (kg) | Peso del molde + Fresca (kg) | Peso muestra Fresca (kg) | Peso muestra seca (kg) | Densidad en estado fresco (Kg/m3) | PROMEDIO (kg/m3) | Densidad en estado endurecido (Kg/m3) | PROMEDIO (kg/m3) |
| HS-#4-240/1 | 4.76 | 7.71 | 11.28 | 3.568 | 3.556 | 2271.46 | 2258.09 | 2263.82 | 2252.15 |
| HS-#4-240/2 | | 7.72 | 11.24 | 3.515 | 3.514 | 2237.72 | | 2237.08 | |
| HS-#4-240/3 | | 7.73 | 11.17 | 3.440 | 3.434 | 2189.97 | | 2186.15 | |
| HS-#4-240/4 | | 7.71 | 11.34 | 3.630 | 3.627 | 2310.93 | | 2309.02 | |
| HS-#4-240/5 | | 7.72 | 11.28 | 3.560 | 3.548 | 2266.37 | | 2258.73 | |
| HS-#4-240/6 | | 7.71 | 11.22 | 3.510 | 3.506 | 2234.54 | | 2231.99 | |
| HS-#4-240/7 | | 7.67 | 11.23 | 3.560 | 3.547 | 2266.37 | | 2258.09 | |
| HS-#4-240/8 | | 7.69 | 11.30 | 3.610 | 3.593 | 2298.20 | | 2287.37 | |
| HS-#4-240/9 | | 7.72 | 11.25 | 3.530 | 3.514 | 2247.27 | | 2237.08 | |
| HS-#8-240/1 | 2.38 | 7.71 | 11.32 | 3.612 | 3.601 | 2299.47 | 2259.43 | 2292.47 | 2252.29 |
| HS-#8-240/2 | | 7.72 | 11.25 | 3.530 | 3.516 | 2247.27 | | 2238.36 | |
| HS-#8-240/3 | | 7.69 | 11.22 | 3.530 | 3.523 | 2247.27 | | 2242.81 | |
| HS-#8-240/4 | | 7.67 | 11.30 | 3.630 | 3.609 | 2310.93 | | 2297.56 | |
| HS-#8-240/5 | | 7.72 | 11.26 | 3.540 | 3.531 | 2253.63 | | 2247.90 | |
| HS-#8-240/6 | | 7.71 | 11.25 | 3.540 | 3.536 | 2253.63 | | 2251.09 | |
| HS-#8-240/7 | | 7.76 | 11.30 | 3.540 | 3.532 | 2253.63 | | 2248.54 | |
| HS-#8-240/8 | | 7.72 | 11.23 | 3.510 | 3.498 | 2234.54 | | 2226.90 | |
| HS-#8-240/9 | | 7.74 | 11.25 | 3.510 | 3.495 | 2234.54 | | 2224.99 | |
| HS-#16-240/1 | 1.19 | 7.72 | 11.25 | 3.530 | 3.524 | 2247.27 | 2263.54 | 2243.45 | 2254.34 |
| HS-#16-240/2 | | 7.74 | 11.24 | 3.500 | 3.489 | 2228.17 | | 2221.17 | |
| HS-#16-240/3 | | 7.73 | 11.32 | 3.590 | 3.586 | 2285.46 | | 2282.92 | |
| HS-#16-240/4 | | 7.72 | 11.34 | 3.620 | 3.617 | 2304.56 | | 2302.65 | |
| HS-#16-240/5 | | 7.67 | 11.28 | 3.610 | 3.604 | 2298.20 | | 2294.38 | |
| HS-#16-240/6 | | 7.73 | 11.26 | 3.530 | 3.526 | 2247.27 | | 2244.72 | |
| HS-#16-240/7 | | 7.72 | 11.30 | 3.580 | 3.501 | 2279.10 | | 2228.81 | |
| HS-#16-240/8 | | 7.74 | 11.23 | 3.490 | 3.480 | 2221.80 | | 2215.44 | |
| HS-#16-240/9 | | 7.73 | 11.28 | 3.550 | 3.543 | 2260.00 | | 2255.54 | |
| HS-#30-240/1 | 0.59 | 7.71 | 11.30 | 3.590 | 3.586 | 2285.46 | 2274.93 | 2282.92 | 2268.13 |
| HS-#30-240/2 | | 7.73 | 11.28 | 3.550 | 3.548 | 2260.00 | | 2258.73 | |
| HS-#30-240/3 | | 7.69 | 11.26 | 3.570 | 3.540 | 2272.73 | | 2253.63 | |
| HS-#30-240/4 | | 7.76 | 11.30 | 3.540 | 3.500 | 2253.63 | | 2228.17 | |
| HS-#30-240/5 | | 7.71 | 11.26 | 3.550 | 3.544 | 2260.00 | | 2256.18 | |
| HS-#30-240/6 | | 7.70 | 11.29 | 3.590 | 3.586 | 2285.46 | | 2282.92 | |
| HS-#30-240/7 | | 7.72 | 11.32 | 3.603 | 3.600 | 2294.01 | | 2291.83 | |
| HS-#30-240/8 | | 7.72 | 11.32 | 3.600 | 3.596 | 2292.06 | | 2289.28 | |
| HS-#30-240/9 | | 7.72 | 11.29 | 3.567 | 3.565 | 2271.00 | | 2269.55 | |
| HS-#50-240/1 | 0.297 | 7.73 | 11.29 | 3.560 | 3.557 | 2266.37 | 2275.56 | 2264.46 | 2271.11 |
| HS-#50-240/2 | | 7.67 | 11.25 | 3.580 | 3.579 | 2279.10 | | 2278.46 | |
| HS-#50-240/3 | | 7.72 | 11.29 | 3.570 | 3.587 | 2272.73 | | 2283.56 | |
| HS-#50-240/4 | | 7.70 | 11.29 | 3.590 | 3.585 | 2285.46 | | 2282.28 | |
| HS-#50-240/5 | | 7.69 | 11.27 | 3.580 | 3.576 | 2279.10 | | 2276.55 | |
| HS-#50-240/6 | | 7.73 | 11.32 | 3.590 | 3.586 | 2285.46 | | 2282.92 | |
| HS-#50-240/7 | | 7.72 | 11.26 | 3.540 | 3.490 | 2253.63 | | 2221.80 | |
| HS-#50-240/8 | | 7.72 | 11.32 | 3.600 | 3.597 | 2291.83 | | 2289.92 | |
| HS-#50-240/9 | | 7.72 | 11.28 | 3.560 | 3.550 | 2266.37 | | 2260.00 | |
| HS-#100-240/1 | 0.149 | 7.67 | 11.29 | 3.620 | 3.618 | 2304.56 | 2287.59 | 2303.29 | 2280.16 |
| HS-#100-240/2 | | 7.72 | 11.28 | 3.560 | 3.556 | 2266.37 | | 2263.82 | |
| HS-#100-240/3 | | 7.68 | 11.32 | 3.640 | 3.638 | 2317.30 | | 2316.02 | |
| HS-#100-240/4 | | 7.70 | 11.32 | 3.620 | 3.600 | 2304.56 | | 2291.83 | |
| HS-#100-240/5 | | 7.72 | 11.32 | 3.600 | 3.596 | 2291.83 | | 2289.28 | |
| HS-#100-240/6 | | 7.70 | 11.32 | 3.620 | 3.617 | 2304.56 | | 2302.65 | |
| HS-#100-240/7 | | 7.72 | 11.28 | 3.560 | 3.550 | 2266.37 | | 2260.00 | |
| HS-#100-240/8 | | 7.74 | 11.26 | 3.520 | 3.500 | 2240.90 | | 2228.17 | |
| HS-#100-240/9 | | 7.72 | 11.32 | 3.600 | 3.560 | 2291.83 | | 2266.37 | |

Análisis: Con los resultados de la tabla 74, se determinó las propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido dando una densidad promedio de los 9 cilindros para las muestras #4, #8, #16, #30, #50, #100 de 2258.09 kg/m^3 , 2259.43 kg/m^3 , 2263.54 kg/m^3 , 2274.93 kg/m^3 y 2275.56 kg/m^3 y 2287.59 kg/m^3 correspondientemente, cumpliendo con el rango de un hormigón simple de resistencia de 240 kg/cm^2 de 1842 kg/m^3 a 2483 kg/m^3 en estado fresco.



Gráfica 1. Densidad promedio del hormigón en estado fresco ($f'c=240$ kg/cm²)

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz



Gráfica 2. Densidad promedio del hormigón en estado fresco ($f'c=240$ kg/cm²)

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

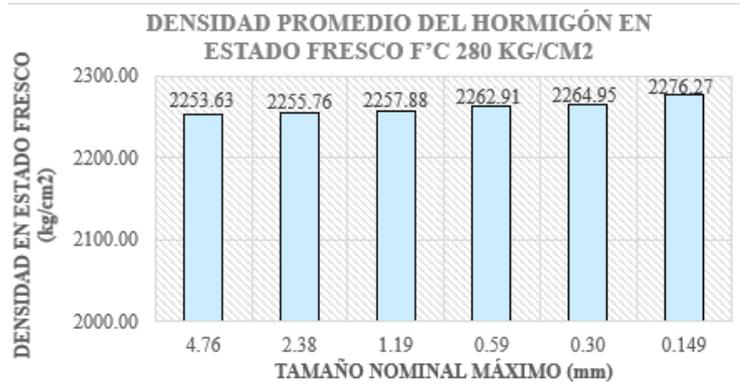
Análisis: En la gráfica 1 y 2, se distingue la diferencia de densidad siendo el aumento más notable en estado endurecido.

Tabla 75. Densidad del hormigón para $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

|   | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|----|--|---------|--|--------|--|----------------|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MUESTRA DE PRUEBAS RESISTENCIA 240 KG/CM2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NORMA: | | | | | NTE INEN 1579 | | | | | | | | | | | | |
| ORIGEN: | | | | | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR | | | | | Anthony Morejón | | | 01/12/2023 | | | | | | | | | |
| PESO ESPECIFICO DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Especificaciones del cilindro | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diámetro | | 10 | | cm | | Altura | | 20 | | cm | | Volumen | | 0.0016 | | m ³ | |
| Número de Cilindro | TAMAÑO DEL AGREGADO FINO (mm) | Peso del Molde (kg) | Peso del molde + Fresca (kg) | Peso muestra Fresca (kg) | Peso muestra seca (kg) | Densidad en estado fresco (Kg/m ³) | PROMEDIO (kg/m ³) | Densidad en estado endurecido (Kg/m ³) | PROMEDIO (kg/m ³) | | | | | | | | |
| HS-#4-280/1 | 4.76 | 7.67 | 11.22 | 3.550 | 3.556 | 2260.00 | 2253.63 | 2263.82 | 2252.15 | | | | | | | | |
| HS-#4-280/2 | | 7.72 | 11.25 | 3.530 | 3.514 | 2247.27 | | 2237.08 | | | | | | | | | |
| HS-#4-280/3 | | 7.73 | 11.28 | 3.550 | 3.434 | 2260.00 | | 2186.15 | | | | | | | | | |
| HS-#4-280/4 | | 7.71 | 11.31 | 3.600 | 3.627 | 2291.83 | | 2309.02 | | | | | | | | | |
| HS-#4-280/5 | | 7.76 | 11.23 | 3.470 | 3.548 | 2209.07 | | 2258.73 | | | | | | | | | |
| HS-#4-280/6 | | 7.72 | 11.22 | 3.500 | 3.506 | 2228.17 | | 2231.99 | | | | | | | | | |
| HS-#4-280/7 | | 7.73 | 11.30 | 3.570 | 3.547 | 2272.73 | | 2258.09 | | | | | | | | | |
| HS-#4-280/8 | | 7.72 | 11.30 | 3.580 | 3.593 | 2279.10 | | 2287.37 | | | | | | | | | |
| HS-#4-280/9 | | 7.74 | 11.25 | 3.510 | 3.514 | 2234.54 | | 2237.08 | | | | | | | | | |
| HS-#8-280/1 | 2.38 | 7.72 | 11.23 | 3.510 | 3.601 | 2234.54 | 2255.76 | 2292.47 | 2252.29 | | | | | | | | |
| HS-#8-280/2 | | 7.76 | 11.29 | 3.530 | 3.516 | 2247.27 | | 2238.36 | | | | | | | | | |
| HS-#8-280/3 | | 7.69 | 11.28 | 3.590 | 3.523 | 2285.46 | | 2242.81 | | | | | | | | | |
| HS-#8-280/4 | | 7.71 | 11.26 | 3.550 | 3.609 | 2260.00 | | 2297.56 | | | | | | | | | |
| HS-#8-280/5 | | 7.70 | 11.30 | 3.600 | 3.531 | 2291.83 | | 2247.90 | | | | | | | | | |
| HS-#8-280/6 | | 7.72 | 11.25 | 3.530 | 3.536 | 2247.27 | | 2251.09 | | | | | | | | | |
| HS-#8-280/7 | | 7.72 | 11.30 | 3.580 | 3.532 | 2279.10 | | 2248.54 | | | | | | | | | |
| HS-#8-280/8 | | 7.76 | 11.23 | 3.470 | 3.498 | 2209.07 | | 2226.90 | | | | | | | | | |
| HS-#8-280/9 | | 7.72 | 11.25 | 3.530 | 3.495 | 2247.27 | | 2224.99 | | | | | | | | | |
| HS-#16-280/1 | 1.19 | 7.73 | 11.25 | 3.520 | 3.524 | 2240.90 | 2257.88 | 2243.45 | 2254.34 | | | | | | | | |
| HS-#16-280/2 | | 7.69 | 11.17 | 3.480 | 3.489 | 2215.44 | | 2221.17 | | | | | | | | | |
| HS-#16-280/3 | | 7.72 | 11.30 | 3.580 | 3.586 | 2279.10 | | 2282.92 | | | | | | | | | |
| HS-#16-280/4 | | 7.72 | 11.29 | 3.570 | 3.617 | 2272.73 | | 2302.65 | | | | | | | | | |
| HS-#16-280/5 | | 7.67 | 11.29 | 3.620 | 3.604 | 2304.56 | | 2294.38 | | | | | | | | | |
| HS-#16-280/6 | | 7.72 | 11.22 | 3.500 | 3.526 | 2228.17 | | 2244.72 | | | | | | | | | |
| HS-#16-280/7 | | 7.73 | 11.32 | 3.590 | 3.501 | 2285.46 | | 2228.81 | | | | | | | | | |
| HS-#16-280/8 | | 7.73 | 11.23 | 3.500 | 3.480 | 2228.17 | | 2215.44 | | | | | | | | | |
| HS-#16-280/9 | | 7.70 | 11.26 | 3.560 | 3.543 | 2266.37 | | 2255.54 | | | | | | | | | |
| HS-#30-280/1 | 0.59 | 7.72 | 11.28 | 3.560 | 3.586 | 2266.37 | 2262.91 | 2282.92 | 2268.13 | | | | | | | | |
| HS-#30-280/2 | | 7.67 | 11.32 | 3.650 | 3.548 | 2323.66 | | 2258.73 | | | | | | | | | |
| HS-#30-280/3 | | 7.68 | 11.22 | 3.540 | 3.540 | 2253.63 | | 2253.63 | | | | | | | | | |
| HS-#30-280/4 | | 7.74 | 11.19 | 3.450 | 3.500 | 2196.34 | | 2228.17 | | | | | | | | | |
| HS-#30-280/5 | | 7.70 | 11.26 | 3.560 | 3.544 | 2266.37 | | 2256.18 | | | | | | | | | |
| HS-#30-280/6 | | 7.72 | 11.30 | 3.580 | 3.586 | 2279.10 | | 2282.92 | | | | | | | | | |
| HS-#30-280/7 | | 7.72 | 11.29 | 3.573 | 3.600 | 2274.92 | | 2291.83 | | | | | | | | | |
| HS-#30-280/8 | | 7.72 | 11.28 | 3.560 | 3.596 | 2266.59 | | 2289.28 | | | | | | | | | |
| HS-#30-280/9 | | 7.72 | 11.24 | 3.517 | 3.565 | 2239.17 | | 2269.55 | | | | | | | | | |
| HS-#50-280/1 | 0.297 | 7.74 | 11.28 | 3.540 | 3.557 | 2253.63 | 2264.95 | 2264.46 | 2271.11 | | | | | | | | |
| HS-#50-280/2 | | 7.72 | 11.30 | 3.580 | 3.579 | 2279.10 | | 2278.46 | | | | | | | | | |
| HS-#50-280/3 | | 7.72 | 11.32 | 3.600 | 3.587 | 2291.83 | | 2283.56 | | | | | | | | | |
| HS-#50-280/4 | | 7.67 | 11.26 | 3.590 | 3.585 | 2285.46 | | 2282.28 | | | | | | | | | |
| HS-#50-280/5 | | 7.72 | 11.24 | 3.520 | 3.576 | 2240.90 | | 2276.55 | | | | | | | | | |
| HS-#50-280/6 | | 7.74 | 11.23 | 3.490 | 3.586 | 2221.80 | | 2282.92 | | | | | | | | | |
| HS-#50-280/7 | | 7.72 | 11.30 | 3.580 | 3.490 | 2279.10 | | 2221.80 | | | | | | | | | |
| HS-#50-280/8 | | 7.72 | 11.32 | 3.600 | 3.597 | 2291.83 | | 2289.92 | | | | | | | | | |
| HS-#50-280/9 | | 7.73 | 11.25 | 3.520 | 3.550 | 2240.90 | | 2260.00 | | | | | | | | | |
| HS-#100-280/1 | 0.149 | 7.71 | 11.32 | 3.610 | 3.618 | 2298.20 | 2276.27 | 2303.29 | 2280.16 | | | | | | | | |
| HS-#100-280/2 | | 7.72 | 11.30 | 3.580 | 3.556 | 2279.10 | | 2263.82 | | | | | | | | | |
| HS-#100-280/3 | | 7.72 | 11.24 | 3.520 | 3.638 | 2240.90 | | 2316.02 | | | | | | | | | |
| HS-#100-280/4 | | 7.70 | 11.30 | 3.600 | 3.600 | 2291.83 | | 2291.83 | | | | | | | | | |
| HS-#100-280/5 | | 7.69 | 11.32 | 3.630 | 3.596 | 2310.93 | | 2289.28 | | | | | | | | | |
| HS-#100-280/6 | | 7.72 | 11.22 | 3.500 | 3.617 | 2228.17 | | 2302.65 | | | | | | | | | |
| HS-#100-280/7 | | 7.72 | 11.26 | 3.540 | 3.550 | 2253.63 | | 2260.00 | | | | | | | | | |
| HS-#100-280/8 | | 7.70 | 11.30 | 3.600 | 3.500 | 2291.83 | | 2228.17 | | | | | | | | | |
| HS-#100-280/9 | | 7.72 | 11.32 | 3.600 | 3.560 | 2291.83 | | 2266.37 | | | | | | | | | |

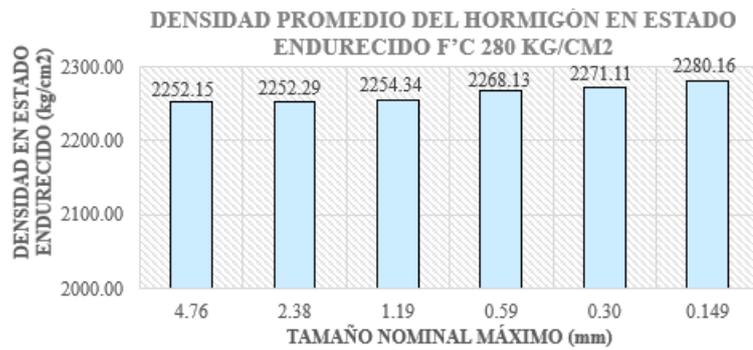
Análisis: Con los resultados de la tabla 75, se determinó las propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido dando una densidad promedio de los 9 cilindros para las muestras #4, #8, #16, #30, #50, #100 de 2253.63 kg/m^3 , 2255.76 kg/m^3 , 2257.88

kg/m^3 , $2262.91 kg/m^3$, $2264.95 kg/m^3$ y $2276.27 kg/m^3$ correspondientemente, cumpliendo con el rango de un hormigón simple de resistencia de $280 kg/cm^2$ de $2200 kg/m^3$ a $2300 kg/m^3$ en estado fresco.



Gráfica 3. Densidad promedio del hormigón en estado fresco ($f'c=280 kg/cm^2$)

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz



Gráfica 4. Densidad promedio del hormigón en estado endurecido ($f'c=280 kg/cm^2$)

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la gráfica 3 y 4 se distingue la diferencia de densidad teniendo un poco diferencia tanto en estado fresco como en estado endurecido

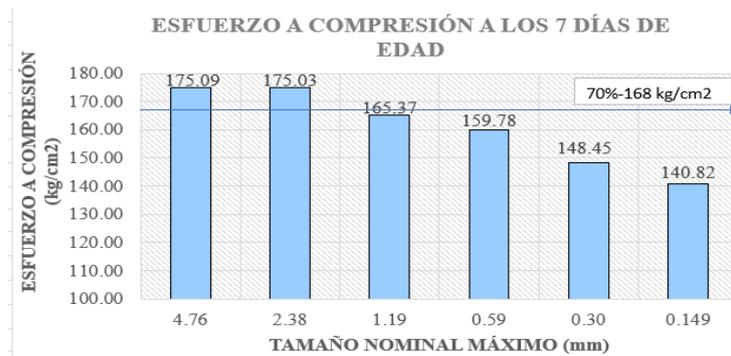
- Cilindros de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 76. Resistencia a la compresión de las muestras $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---|--|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA | | | | | | | |
| MUESTRA DE PRUEBAS RESISTENCIA 240 KG | | | | | | | |
| ORIGEN: | | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | |
| ELABORADO POR | | Anthony Morejón | | | FECHA: | | 22/11/2023 |
| EDAD: | | 7 Días | | | NORMA | | NTE INEN 1573 |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | | | | | |
| Número de Cilindro | TAMAÑO DEL AGREGADO FINO (mm) | Área (cm ²) | Carga P (Kn) | Carga P (Kg) | Esfuerzo a compresión (kg/cm ²) | Esfuerzo a compresión promedio (kg/cm ²) | Rango a los 7 días (kg/cm ²) |
| HS-#4-240/1 | 4.76 | 78.54 | 134.15 | 13415 | 170.805 | 175.09 | R1=156.0 |
| HS-#4-240/2 | | 78.54 | 142.36 | 14236 | 181.26 | | RP=168.0 |
| HS-#4-240/3 | | 78.54 | 136.04 | 13604 | 173.21 | | R2=180.0 |
| HS-#8-240/1 | 2.38 | 78.54 | 140.28 | 14028 | 178.61 | 175.03 | R1=156.0 |
| HS-#8-240/2 | | 78.54 | 140.97 | 14097 | 179.49 | | RP=168.0 |
| HS-#8-240/3 | | 78.54 | 131.15 | 13115 | 166.99 | | R2=180.0 |
| HS-#16-240/1 | 1.19 | 78.54 | 130.23 | 13023 | 165.81 | 165.37 | R1=156.0 |
| HS-#16-240/2 | | 78.54 | 128.72 | 12872 | 163.89 | | RP=168.0 |
| HS-#16-240/3 | | 78.54 | 130.69 | 13069 | 166.40 | | R2=180.0 |
| HS-#30-240/1 | 0.59 | 78.54 | 123.39 | 12339 | 157.11 | 159.78 | R1=156.0 |
| HS-#30-240/2 | | 78.54 | 124.77 | 12477 | 158.86 | | RP=168.0 |
| HS-#30-240/3 | | 78.54 | 128.32 | 12832 | 163.38 | | R2=180.0 |
| HS-#50-240/1 | 0.297 | 78.54 | 117.65 | 11765 | 149.80 | 148.45 | R1=156.0 |
| HS-#50-240/2 | | 78.54 | 120.68 | 12068 | 153.65 | | RP=168.0 |
| HS-#50-240/3 | | 78.54 | 111.45 | 11145 | 141.90 | | R2=180.0 |
| HS-#100-240/1 | 0.149 | 78.54 | 108.65 | 10865 | 138.34 | 140.82 | R1=156.0 |
| HS-#100-240/2 | | 78.54 | 112.36 | 11236 | 143.06 | | RP=168.0 |
| HS-#100-240/3 | | 78.54 | 110.78 | 11078 | 141.05 | | R2=180.0 |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la Tabla 76, se presentan los resultados del ensayo de compresión a los 7 días, donde se evaluaron tres cilindros para cada tamaño nominal máximo del agregado fino, manteniendo una resistencia objetivo de 240 kg/cm^2 . Los valores obtenidos para el esfuerzo medio varían de acuerdo con el tamaño de las partículas. En particular, para los cilindros con un diámetro de 4.76 mm (tamiz #4), se registró un esfuerzo promedio de 175.09 kg/cm^2 . Asimismo, los cilindros de 2.38 mm (tamiz #8) exhibieron un esfuerzo medio de 175.03 kg/cm^2 , mientras que los de 1.19 mm (tamiz #16), 0.59 mm (tamiz #30) y 0.297 mm (tamiz #50) presentaron esfuerzos de 165.37 kg/cm^2 , 159.78 kg/cm^2 y 148.45 kg/cm^2 , respectivamente. Para los cilindros de 0.149 mm (tamiz #100), el esfuerzo promedio fue de 140.82 kg/cm^2 . Los valores de las dos últimas variaciones no cumplen con el rango de 156 kg/cm^2 límite inferior y 180 kg/cm^2 límite superior.



Gráfica 5. Esfuerzo a compresión 7 días ($f'c=240 \text{ kg/cm}^2$)

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la gráfica 5, las probetas cilíndricas con el tamaño nominal de 0.30 mm y 0.149 mm no llegaron al 70 % de la resistencia esperada por lo que se espera que no llegue a su resistencia diseñada a los 28 días.

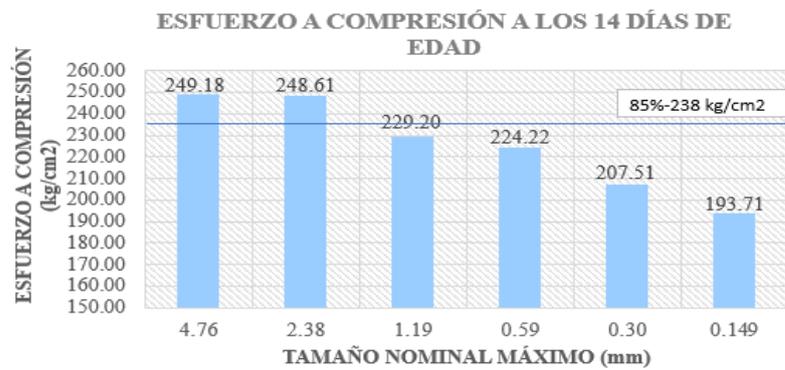
Tabla 77 Resistencia a la compresión de las muestras $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---|--|---|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA | | | | | | | |
| MUESTRA DE PRUEBAS RESISTENCIA 240 KG | | | | | | | |
| ORIGEN: | | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | |
| ELABORADO POR | | Anthony Morejón | | | FECHA: | | 22/11/2023 |
| EDAD: | | 14 Días | | | NORMA | | NTE INEN 1573 |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | | | | | |
| Número de Cilindro | TAMAÑO DEL AGREGADO FINO (mm) | Área (cm ²) | Carga P (Kn) | Carga P (Kg) | Esfuerzo a compresión (kg/cm ²) | Esfuerzo a compresión promedio (kg/cm ²) | Rango a los 14 días (kg/cm ²) |
| HS-#4-240/4 | 4.76 | 78.54 | 160.94 | 16094 | 204.915 | 209.80 | R1=192.0 |
| HS-#4-240/5 | | 78.54 | 165.63 | 16563 | 210.886 | | RP=204.0 |
| HS-#4-240/6 | | 78.54 | 167.75 | 16775 | 213.585 | | R2=216.0 |
| HS-#8-240/4 | 2.38 | 78.54 | 152.11 | 15211 | 193.672 | 200.82 | R1=192.0 |
| HS-#8-240/5 | | 78.54 | 162.84 | 16284 | 207.334 | | RP=204.0 |
| HS-#8-240/6 | | 78.54 | 158.22 | 15822 | 201.451 | | R2=216.0 |
| HS-#16-240/4 | 1.19 | 78.54 | 155.62 | 15562 | 198.141 | 200.03 | R1=192.0 |
| HS-#16-240/5 | | 78.54 | 159.03 | 15903 | 202.483 | | RP=204.0 |
| HS-#16-240/6 | | 78.54 | 156.67 | 15667 | 199.478 | | R2=216.0 |
| HS-#30-240/4 | 0.59 | 78.54 | 147.76 | 14776 | 188.133 | 190.88 | R1=192.0 |
| HS-#30-240/5 | | 78.54 | 152.62 | 15262 | 194.321 | | RP=204.0 |
| HS-#30-240/6 | | 78.54 | 149.37 | 14937 | 190.183 | | R2=216.0 |
| HS-#50-240/4 | 0.297 | 78.54 | 140.63 | 14063 | 179.055 | 171.10 | R1=192.0 |
| HS-#50-240/5 | | 78.54 | 132.91 | 13291 | 169.226 | | RP=204.0 |
| HS-#50-240/6 | | 78.54 | 129.61 | 12961 | 165.024 | | R2=216.0 |
| HS-#100-240/4 | 0.149 | 78.54 | 127.87 | 12787 | 162.809 | 161.37 | R1=192.0 |
| HS-#100-240/5 | | 78.54 | 122.85 | 12285 | 156.417 | | RP=204.0 |
| HS-#100-240/6 | | 78.54 | 129.49 | 12949 | 164.871 | | R2=216.0 |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la Tabla 77, se presentan los resultados del ensayo de compresión a los 14 días, donde se evaluaron tres cilindros para cada tamaño nominal máximo del agregado fino, manteniendo una resistencia objetivo de 240 kg/cm^2 . Los valores obtenidos para el esfuerzo medio varían de acuerdo con el tamaño de las partículas.

En particular, para los cilindros con un diámetro de 4.76 mm (tamiz #4), se registró un esfuerzo promedio de 209.80 kg/cm^2 . Asimismo, los cilindros de 2.38 mm (tamiz #8) exhibieron un esfuerzo medio de 200.82 kg/cm^2 , mientras que los de 1.19 mm (tamiz #16), 0.59 mm (tamiz #30) y 0.297 mm (tamiz #50) presentaron esfuerzos de 200.03 kg/cm^2 , 190.88 kg/cm^2 y 171.10 kg/cm^2 , respectivamente. Para el cilindro de 0.149 mm (tamiz #100), el esfuerzo promedio fue de 161.37 kg/cm^2 . Los valores de las dos últimas variaciones no cumplen con el rango de 156 kg/cm^2 límite inferior y 180 kg/cm^2 límite superior.



Gráfica 6. Esfuerzo a compresión 14 días ($f'c=240 \text{ kg/cm}^2$)

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

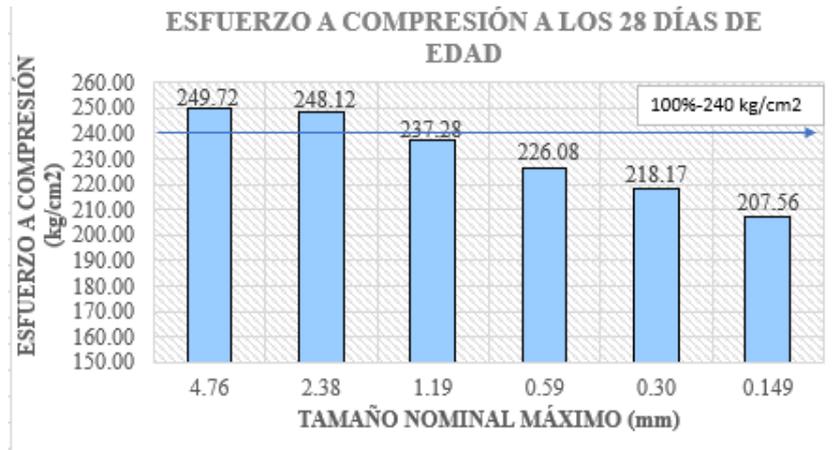
Análisis: En la gráfica 6, las probetas cilíndricas con el tamaño nominal de 0.30 mm y 0.149 mm no llegaron al 85 % de la resistencia esperada lo cual fue previsto desde la recolección de datos de los 7 días.

Tabla 78. Resistencia a la compresión de las muestras $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---|--|---|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA | | | | | | | |
| MUESTRA DE PRUEBAS RESISTENCIA 240 KG | | | | | | | |
| ORIGEN: | | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | |
| ELABORADO POR | | Anthony Morejón | | | FECHA: | | 22/11/2023 |
| EDAD: | | 28 Días | | | NORMA | | NTE INEN 1573 |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'C 240KG/CM2 | | | | | | | |
| Número de Cilindro | TAMAÑO DEL AGREGADO FINO (mm) | Área (cm ²) | Carga P (Kn) | Carga P (Kg) | Esfuerzo a compresión (kg/cm ²) | Esfuerzo a compresión promedio (kg/cm ²) | Rango a los 28 días (kg/cm ²) |
| HS-#4-240/7 | 4.76 | 78.54 | 196.65 | 19665 | 250.383 | 249.72 | R1=228 |
| HS-#4-240/8 | | 78.54 | 201.15 | 20115 | 256.112 | | RP=240 |
| HS-#4-240/9 | | 78.54 | 190.59 | 19059 | 242.667 | | R2=252 |
| HS-#8-240/7 | 2.38 | 78.54 | 199.78 | 19978 | 254.368 | 248.12 | R1=228 |
| HS-#8-240/8 | | 78.54 | 196.29 | 19629 | 249.924 | | RP=240 |
| HS-#8-240/9 | | 78.54 | 188.56 | 18856 | 240.082 | | R2=252 |
| HS-#16-240/7 | 1.19 | 78.54 | 180.62 | 18062 | 229.973 | 237.28 | R1=228 |
| HS-#16-240/8 | | 78.54 | 186.12 | 18612 | 236.975 | | RP=240 |
| HS-#16-240/9 | | 78.54 | 192.34 | 19234 | 244.895 | | R2=252 |
| HS-#30-240/7 | 0.59 | 78.54 | 178.65 | 17865 | 227.464 | 226.08 | R1=228 |
| HS-#30-240/8 | | 78.54 | 181.22 | 18122 | 230.736 | | RP=240 |
| HS-#30-240/9 | | 78.54 | 172.81 | 17281 | 220.029 | | R2=252 |
| HS-#50-240/7 | 0.297 | 78.54 | 175.32 | 17532 | 223.224 | 218.17 | R1=228 |
| HS-#50-240/8 | | 78.54 | 170.57 | 17057 | 217.176 | | RP=240 |
| HS-#50-240/9 | | 78.54 | 168.15 | 16815 | 214.095 | | R2=252 |
| HS-#100-240/7 | 0.149 | 78.54 | 161.45 | 16145 | 205.565 | 207.56 | R1=228 |
| HS-#100-240/8 | | 78.54 | 169.61 | 16961 | 215.954 | | RP=240 |
| HS-#100-240/9 | | 78.54 | 157.98 | 15798 | 201.146 | | R2=252 |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la Tabla 78, se presentan los resultados del ensayo de compresión a los 28 días, donde se evaluaron tres cilindros para cada tamaño nominal máximo del agregado fino, manteniendo una resistencia objetivo de 240 kg/cm^2 . Los valores obtenidos para el esfuerzo medio varían de acuerdo con el tamaño de las partículas. En particular, para los cilindros con un diámetro de 4.76 mm (tamiz #4), se registró un esfuerzo promedio de 249.72 kg/cm^2 . Asimismo, los cilindros de 2.38 mm (tamiz #8) exhibieron un esfuerzo medio de 248.12 kg/cm^2 , mientras que los de 1.19 mm (tamiz #16), 0.59 mm (tamiz #30) y 0.297 mm (tamiz #50) presentaron esfuerzos de 237.28 kg/cm^2 , 226.08 kg/cm^2 y 218.17 kg/cm^2 , respectivamente. Para el cilindro de 0.149 mm (tamiz #100), el esfuerzo promedio fue de 207.56 kg/cm^2 . Los valores de las dos últimas variaciones no cumplen con el rango de 228 kg/cm^2 límite inferior y 252 kg/cm^2 límite superior.



Gráfica 7. Esfuerzo a compresión 28 días ($f'c=240$ kg/cm²)

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la gráfica 7, las probetas cilíndricas con el tamaño nominal de 0.30 mm y 0.149 mm no llegaron al 100 % de la resistencia diseñada por lo que se considera que usar el tamaño nominal máximo del tamiz #50 y #100 no es adecuado para elaborar hormigón.

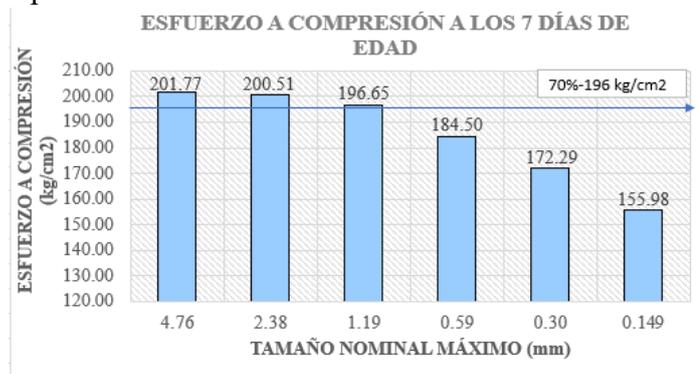
- **Cilindros de $f'c=280$ kg/cm²**

Tabla 79. Resistencia a la compresión de las muestras $f'c=280$ kg/cm² a los 7 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---|--|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA | | | | | | | |
| MUESTRA DE PRUEBAS RESISTENCIA 240 KG | | | | | | | |
| ORIGEN: | | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | |
| ELABORADO POR | | Anthony Morejón | | | FECHA: | | 22/11/2023 |
| EDAD: | | 7 Días | | | NORMA | | NTE INEN 1573 |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | | | | | |
| Número de Cilindro | TAMAÑO DEL AGREGADO FINO (mm) | Área (cm ²) | Carga P (Kn) | Carga P (Kg) | Esfuerzo a compresión (kg/cm ²) | Esfuerzo a compresión promedio (kg/cm ²) | Rango a los 7 días (kg/cm ²) |
| HS-#4-240/1 | 4.76 | 78.54 | 162.81 | 16281 | 207.296 | 201.77 | R1=182.0 |
| HS-#4-240/2 | | 78.54 | 155.32 | 15532 | 197.76 | | RP=196.0 |
| HS-#4-240/3 | | 78.54 | 157.29 | 15729 | 200.27 | | R2=210.0 |
| HS-#8-240/1 | 2.38 | 78.54 | 160.34 | 16034 | 204.15 | 200.51 | R1=182.0 |
| HS-#8-240/2 | | 78.54 | 159.65 | 15965 | 203.27 | | RP=196.0 |
| HS-#8-240/3 | | 78.54 | 152.46 | 15246 | 194.12 | | R2=210.0 |
| HS-#16-240/1 | 1.19 | 78.54 | 157.38 | 15738 | 200.38 | 196.65 | R1=182.0 |
| HS-#16-240/2 | | 78.54 | 150.22 | 15022 | 191.27 | | RP=196.0 |
| HS-#16-240/3 | | 78.54 | 155.74 | 15574 | 198.29 | | R2=210.0 |
| HS-#30-240/1 | 0.59 | 78.54 | 144.28 | 14428 | 183.70 | 184.50 | R1=182.0 |
| HS-#30-240/2 | | 78.54 | 149.43 | 14943 | 190.26 | | RP=196.0 |
| HS-#30-240/3 | | 78.54 | 141.00 | 14100 | 179.53 | | R2=210.0 |
| HS-#50-240/1 | 0.297 | 78.54 | 135.67 | 13567 | 172.74 | 172.29 | R1=182.0 |
| HS-#50-240/2 | | 78.54 | 132.94 | 13294 | 169.26 | | RP=196.0 |
| HS-#50-240/3 | | 78.54 | 137.35 | 13735 | 174.88 | | R2=210.0 |
| HS-#100-240/1 | 0.149 | 78.54 | 122.12 | 12212 | 155.49 | 155.98 | R1=182.0 |
| HS-#100-240/2 | | 78.54 | 125.57 | 12557 | 159.88 | | RP=196.0 |
| HS-#100-240/3 | | 78.54 | 119.84 | 11984 | 152.59 | | R2=210.0 |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la Tabla 79, se presentan los resultados del ensayo de compresión a los 7 días, donde se evaluaron tres cilindros para cada tamaño nominal máximo del agregado fino, manteniendo una resistencia objetivo de 280 kg/cm^2 . Los valores obtenidos para el esfuerzo medio varían de acuerdo con el tamaño de las partículas. En particular, para los cilindros con un diámetro de 4.76 mm (tamiz #4), se registró un esfuerzo promedio de 201.77 kg/cm^2 . Asimismo, los cilindros de 2.38 mm (tamiz #8) exhibieron un esfuerzo medio de 200.51 kg/cm^2 , mientras que los de 1.19 mm (tamiz #16), 0.59 mm (tamiz #30) y 0.297 mm (tamiz #50) presentaron esfuerzos de 196.65 kg/cm^2 , 184.50 kg/cm^2 y 172.29 kg/cm^2 , respectivamente. Para los cilindros de 0.149 mm (tamiz #100), el esfuerzo promedio fue de 155.98 kg/cm^2 . Los valores de las dos últimas variaciones no cumplen con el rango de 182 kg/cm^2 límite inferior y 210 kg/cm^2 límite superior.



Gráfica 8. Esfuerzo a compresión 7 días ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$)

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

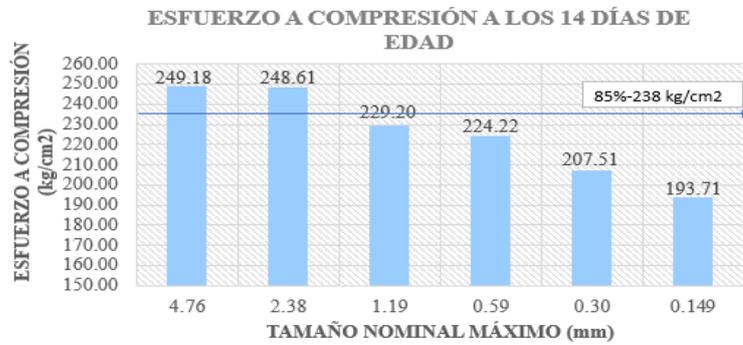
Análisis: En la gráfica 8, las probetas cilíndricas con el tamaño nominal de 0.30 mm y 0.149 mm no llegaron al 70 % de la resistencia esperada por lo que se espera que no llegue a su resistencia diseñada a los 28 días como sucedió en las probetas de resistencia de 240 kg/cm^2 .

Tabla 80. Resistencia a la compresión de las muestras $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---|--|---|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA | | | | | | | |
| MUESTRA DE PRUEBAS RESISTENCIA 240 KG | | | | | | | |
| ORIGEN: | | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | |
| ELABORADO POR | | Anthony Morejón | | | FECHA: | | 22/11/2023 |
| EDAD: | | 14 Días | | | NORMA | | NTE INEN 1573 |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | | | | | |
| Número de Cilindro | TAMAÑO DEL AGREGADO FINO (mm) | Área (cm ²) | Carga P (Kn) | Carga P (Kg) | Esfuerzo a compresión (kg/cm ²) | Esfuerzo a compresión promedio (kg/cm ²) | Rango a los 14 días (kg/cm ²) |
| HS-#4-240/4 | 4.76 | 78.54 | 190.32 | 19032 | 242.322 | 249.18 | R1=224.0 |
| HS-#4-240/5 | | 78.54 | 193.39 | 19339 | 246.231 | | RP=238.0 |
| HS-#4-240/6 | | 78.54 | 203.40 | 20340 | 258.976 | | R2=252.0 |
| HS-#8-240/4 | 2.38 | 78.54 | 201.20 | 20120 | 256.175 | 248.61 | R1=224.0 |
| HS-#8-240/5 | | 78.54 | 192.83 | 19283 | 245.518 | | RP=238.0 |
| HS-#8-240/6 | | 78.54 | 191.74 | 19174 | 244.130 | | R2=252.0 |
| HS-#16-240/4 | 1.19 | 78.54 | 184.38 | 18438 | 234.759 | 229.20 | R1=224.0 |
| HS-#16-240/5 | | 78.54 | 179.42 | 17942 | 228.444 | | RP=238.0 |
| HS-#16-240/6 | | 78.54 | 176.25 | 17625 | 224.408 | | R2=252.0 |
| HS-#30-240/4 | 0.59 | 78.54 | 179.87 | 17987 | 229.017 | 224.22 | R1=224.0 |
| HS-#30-240/5 | | 78.54 | 175.90 | 17590 | 223.962 | | RP=238.0 |
| HS-#30-240/6 | | 78.54 | 172.53 | 17253 | 219.672 | | R2=252.0 |
| HS-#50-240/4 | 0.297 | 78.54 | 158.63 | 15863 | 201.974 | 207.51 | R1=224.0 |
| HS-#50-240/5 | | 78.54 | 167.52 | 16752 | 213.293 | | RP=238.0 |
| HS-#50-240/6 | | 78.54 | 162.79 | 16279 | 207.270 | | R2=252.0 |
| HS-#100-240/4 | 0.149 | 78.54 | 151.85 | 15185 | 193.341 | 193.71 | R1=224.0 |
| HS-#100-240/5 | | 78.54 | 156.39 | 15639 | 199.121 | | RP=238.0 |
| HS-#100-240/6 | | 78.54 | 148.18 | 14818 | 188.668 | | R2=252.0 |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la Tabla 80, se presentan los resultados del ensayo de compresión a los 14 días, donde se evaluaron tres cilindros para cada tamaño nominal máximo del agregado fino, manteniendo una resistencia objetivo de 280 kg/cm^2 . Los valores obtenidos para el esfuerzo medio varían de acuerdo con el tamaño de las partículas. En particular, para los cilindros con un diámetro de 4.76 mm (tamiz #4), se registró un esfuerzo promedio de 249.18 kg/cm^2 . Asimismo, los cilindros de 2.38 mm (tamiz #8) exhibieron un esfuerzo medio de 248.61 kg/cm^2 , mientras que los de 1.19 mm (tamiz #16), 0.59 mm (tamiz #30) y 0.297 mm (tamiz #50) presentaron esfuerzos de 229.20 kg/cm^2 , 224.22 kg/cm^2 y 207.51 kg/cm^2 , respectivamente. Para el cilindro de 0.149 mm (tamiz #100), el esfuerzo promedio fue de 193.71 kg/cm^2 . Los valores de las dos últimas variaciones no cumplen con el rango de 224 kg/cm^2 límite inferior y 252 kg/cm^2 límite superior.



Gráfica 9. Esfuerzo a compresión 14 días ($f'c=240$ kg/cm²)

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la gráfica 9, las probetas cilíndricas con el tamaño nominal de 0.30 mm y 0.149 mm no llegaron al 85 % y la probeta con el tamaño nominal de 0.59 mm llegó al límite inferior se espera que para los 28 días ninguna de las 3 probetas llegué a la resistencia diseñada.

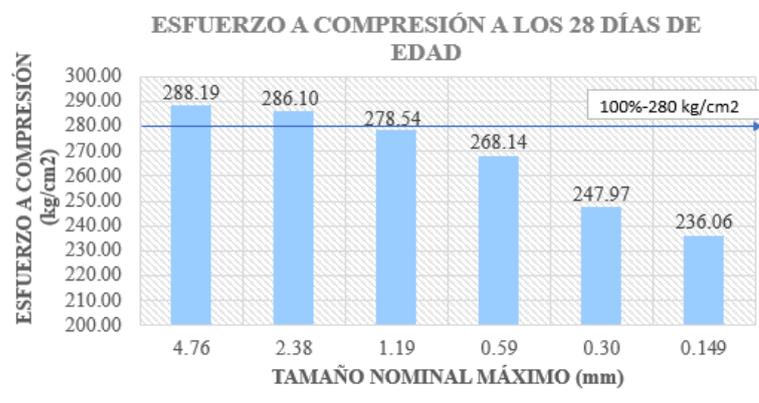
Tabla 81. Resistencia a la compresión de las muestras $f'c=240$ kg/cm² a los 28 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---|--|---|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA | | | | | | | |
| MUESTRA DE PRUEBAS RESISTENCIA 240 KG | | | | | | | |
| ORIGEN: | Mina Las Viñas-Ambato | | | | | | |
| ELABORADO POR | Anthony Morejón | | | FECHA: | 22/11/2023 | | |
| EDAD: | 28 Días | | | NORMA | NTE INEN 1573 | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F°C 240KG/CM2 | | | | | | | |
| Número de Cilindro | TAMAÑO DEL AGREGADO FINO (mm) | Área (cm ²) | Carga P (Kn) | Carga P (Kg) | Esfuerzo a compresión (kg/cm ²) | Esfuerzo a compresión promedio (kg/cm ²) | Rango a los 28 días (kg/cm ²) |
| HS-#4-240/7 | 4.76 | 78.54 | 229.35 | 22935 | 292.017 | 288.19 | R1=266.0 |
| HS-#4-240/8 | | 78.54 | 222.79 | 22279 | 283.665 | | RP=280.0 |
| HS-#4-240/9 | | 78.54 | 226.90 | 22690 | 288.898 | | R2=294.0 |
| HS-#8-240/7 | 2.38 | 78.54 | 218.78 | 21878 | 278.559 | 286.10 | R1=266.0 |
| HS-#8-240/8 | | 78.54 | 229.65 | 22965 | 292.399 | | RP=280.0 |
| HS-#8-240/9 | | 78.54 | 225.68 | 22568 | 287.345 | | R2=294.0 |
| HS-#16-240/7 | 1.19 | 78.54 | 215.37 | 21537 | 274.218 | 278.54 | R1=266.0 |
| HS-#16-240/8 | | 78.54 | 221.12 | 22112 | 281.539 | | RP=280.0 |
| HS-#16-240/9 | | 78.54 | 219.80 | 21980 | 279.858 | | R2=294.0 |
| HS-#30-240/7 | 0.59 | 78.54 | 211.91 | 21191 | 269.812 | 268.14 | R1=266.0 |
| HS-#30-240/8 | | 78.54 | 213.57 | 21357 | 271.926 | | RP=280.0 |
| HS-#30-240/9 | | 78.54 | 206.32 | 20632 | 262.695 | | R2=294.0 |
| HS-#50-240/7 | 0.297 | 78.54 | 191.44 | 19144 | 243.749 | 247.97 | R1=266.0 |
| HS-#50-240/8 | | 78.54 | 195.18 | 19518 | 248.511 | | RP=280.0 |
| HS-#50-240/9 | | 78.54 | 197.65 | 19765 | 251.656 | | R2=294.0 |
| HS-#100-240/7 | 0.149 | 78.54 | 186.20 | 18620 | 237.077 | 236.06 | R1=266.0 |
| HS-#100-240/8 | | 78.54 | 189.23 | 18923 | 240.935 | | RP=280.0 |
| HS-#100-240/9 | | 78.54 | 180.77 | 18077 | 230.164 | | R2=294.0 |

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la Tabla 81, se presentan los resultados del ensayo de compresión a los 28 días, donde se evaluaron tres cilindros para cada tamaño nominal máximo del agregado fino, manteniendo una resistencia objetivo de 280 kg/cm². Los valores obtenidos para el esfuerzo medio varían de acuerdo con el tamaño de las partículas.

En particular, para los cilindros con un diámetro de 4.76 mm (tamiz #4), se registró un esfuerzo promedio de 288.19 kg/cm^2 . Asimismo, los cilindros de 2.38 mm (tamiz #8) exhibieron un esfuerzo medio de 286.10 kg/cm^2 , mientras que los de 1.19 mm (tamiz #16), 0.59 mm (tamiz #30) y 0.297 mm (tamiz #50) presentaron esfuerzos de 278.54 kg/cm^2 , 268.14 kg/cm^2 y 247.97 kg/cm^2 , respectivamente. Para el cilindro de 0.149 mm (tamiz #100), el esfuerzo promedio fue de 236.06 kg/cm^2 . Los valores de las 3 últimas variaciones no cumplen con el rango de 266 kg/cm^2 límite inferior y 294 kg/cm^2 límite superior.



Gráfica 10. Esfuerzo a compresión 28 días ($f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$)

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

Análisis: En la gráfica 10, las probetas cilíndricas con el tamaño nominal de 0.30 mm, 0.149 mm y 0.59mm no llegaron al 100 % de la resistencia diseñada por lo que se considera que usar el tamaño nominal máximo del tamiz #50, #100 #30 no es adecuado para elaborar hormigón de $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$, desde el análisis de granulometría estos tamaños nominales máximos del agregado fino no cumplían con la respectiva normativa al igual que su módulo de finura.

- **Correlaciones de las propiedades del agregado fino con el hormigón simple**

Tabla 82. Correlación entre el tamaño nominal máximo, módulo de finura y resistencia a compresión de $f'c=240$ kg/cm (7 días de curado)

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | |
|--|-------------|---|--|-----------------------------|---------|---|-----------|----------------------------------|--------------------------------------|---------|----|---------|---------|----------------|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| CORRELACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AGREGADO FINO EN EL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | FECHA: | | | | | | | | | | |
| RESISTENCIA : | | 240 KG/CM2 | | DÍAS DE CURADO: | | | | | | | | | | |
| | | | | 7 | | | | | | | | | | |
| REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| Espécimen | TAMAÑO (mm) | MODULO DE FINURA | RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm2) | $y=a+b1x1+b2x2$ | | | ERROR (e) | SUMA DE CUADRADOS DE ERROR (SCE) | SUMA DE CUADRADOS DE REGRESIÓN (SCR) | | | | | |
| n | X1 | X2 | Y | $y' =$ | 133.181 | + | -1.1540 | X1 | + | 17.3999 | X2 | $y-y'$ | e^2 | $y' - \bar{y}$ |
| 1 | 4.76 | 2.75 | 175.09 | | | | 175.541 | -0.450 | 0.202 | | | 218.599 | | |
| 2 | 2.38 | 2.49 | 175.03 | | | | 173.698 | 1.330 | 1.769 | | | 167.481 | | |
| 3 | 1.19 | 2.02 | 165.37 | | | | 167.029 | -1.660 | 2.757 | | | 39.343 | | |
| 4 | 0.59 | 1.40 | 159.78 | | | | 156.932 | 2.852 | 8.131 | | | 14.629 | | |
| 5 | 0.30 | 1.06 | 148.45 | | | | 151.305 | -2.854 | 8.144 | | | 89.329 | | |
| 6 | 0.15 | 0.40 | 140.82 | | | | 140.034 | 0.782 | 0.612 | | | 429.432 | | |
| | | | $\bar{y} =$ | | | | 160.76 | | | | | 21.616 | 958.814 | |
| | | | | | | SUMATORIA | | | | | | 21.616 | 958.814 | |
| | | | | | | SUMA TOTAL DE CUADRADOS (STC) | | | | | | 980.430 | | |
| | | | | | | COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R ² (SCR/STC) | | | | | | 0.98 | | |
| | | | | | | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE | | | | | | 0.99 | | |
| | | | | | | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE (%) | | | | | | 98.89% | | |
| REGRESIÓN LINEAL | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Análisis: En la tabla 82, se observa la correlación que existen entre el tamaño nominal máximo del agregado fino con la resistencia a compresión promedio a los 7 días de curado con una resistencia de $f'c=240$ kg/cm², teniendo un coeficiente de determinación de 0.06613, así mismo la correlación entre el módulo de finura con la resistencia a compresión promedio dio como resultado un coeficiente de determinación de 0.9725. Finalmente, el coeficiente obtenido de la relación de las tres propiedades fue de 98.86%.

$$y' = 133.181 - 1.1540x_1 - 17.3999x_2$$

Ecuación 23

Siendo: y' la propuesta para resistencia a compresión, X_1 la variable del tamaño nominal máximo y X_2 módulo de finura

Tabla 83. Correlación entre el tamaño nominal máximo, módulo de finura y resistencia a compresión de $f'c=240$ kg/cm (14 días de curado)

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|------------------|--|-----------------|---------|-----------------|---------|----|--------|-----------|---|--------------------------------------|----------------|----------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | |
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| CORRELACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AGREGADO FINO EN EL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | | | ANTHONY MOREJÓN | | | | | | FECHA: | | 08/01/2024 | | | |
| RESISTENCIA : | | | 240 KG/CM2 | | | DÍAS DE CURADO: | | | 14 | | | | | |
| REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| Espécimen | TAMAÑO (mm) | MODULO DE FINURA | RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm2) | $y=a+b1x1+b2x2$ | | | | | | ERROR (e) | SUMA DE CUADRADOS DE ERROR (SCE) | SUMA DE CUADRADOS DE REGRESIÓN (SCR) | | |
| n | X1 | X2 | Y | y=- | 152.488 | + | -1.6493 | X1 | + | 23.1506 | X2 | y-y' | e ² | y' - \bar{y} |
| 1 | 4.76 | 2.75 | 209.80 | 208.306 | | | | | | 1.489 | 2.217 | 2261.011 | | |
| 2 | 2.38 | 2.49 | 200.82 | 206.125 | | | | | | -5.305 | 28.148 | 2058.275 | | |
| 3 | 1.19 | 2.02 | 200.03 | 197.387 | | | | | | 2.647 | 7.006 | 1341.803 | | |
| 4 | 0.59 | 1.40 | 190.88 | 184.021 | | | | | | 6.858 | 47.039 | 541.236 | | |
| 5 | 0.30 | 1.06 | 171.10 | 176.568 | | | | | | -5.466 | 29.881 | 250.010 | | |
| 6 | 0.15 | 0.40 | 161.37 | 161.588 | | | | | | -0.223 | 0.050 | 0.692 | | |
| | | | $\bar{y}= 189.00$ | SUMATORIA | | | | | | | 114.341 | 6453.027 | | |
| | | | | | | | | | | | SUMA TOTAL DE CUADRADOS (STC) | 6567.368 | | |
| | | | | | | | | | | | COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R ² (SCR/STC) | 0.98 | | |
| | | | | | | | | | | | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE | 0.99 | | |
| | | | | | | | | | | | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE (%) | 99.13% | | |
| REGRESIÓN LINEAL | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Análisis: En la tabla 83 se observa la correlación que existen entre el tamaño nominal máximo del agregado fino con la resistencia a compresión promedio a los 14 días de curado con una resistencia de $f'c=240$ kg/cm², teniendo un coeficiente de determinación de 0.6273, así mismo la correlación entre el módulo de finura con la resistencia a compresión promedio dio como resultado un coeficiente de determinación de 0.9297. Finalmente, el coeficiente obtenido de la relación de las tres propiedades fue de 99.13%.

$$y' = 152.488 - 1.6493x_1 - 23.1506x_2$$

Ecuación 24

Siendo: y' la propuesta para resistencia a compresión, X_1 la variable del tamaño nominal máximo y X_2 módulo de finura

Tabla 84. Correlación entre el tamaño nominal máximo, módulo de finura y resistencia a compresión de $f'c=240$ kg/cm (28 días de curado)

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|---|--|-----------------------------|---------|---|-----------|---|--------------------------------------|---------|----|----------|-------|----------------|--|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | | |
| CORRELACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AGREGADO FINO EN EL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | FECHA: | | | | | | | | | | | |
| RESISTENCIA : | | 240 KG/CM2 | | DÍAS DE CURADO: | | | | | | | | | | | |
| | | | | 28 | | | | | | | | | | | |
| REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE | | | | | | | | | | | | | | | |
| Especimen | TAMAÑO (mm) | MODULO DE FINURA | RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm2) | $y=a+b1x1+b2x2$ | | | ERROR (e) | SUMA DE CUADRADOS DE ERROR (SCE) | SUMA DE CUADRADOS DE REGRESIÓN (SCR) | | | | | | |
| n | X1 | X2 | Y | $y' =$ | 198.663 | + | -0.5745 | X1 | + | 19.7755 | X2 | $y - y'$ | e^2 | $y' - \bar{y}$ | |
| 1 | 4.76 | 2.75 | 249.72 | | | | | 250.315 | | | | -0.595 | 0.354 | 8020.760 | |
| 2 | 2.38 | 2.49 | 248.12 | | | | | 246.466 | | | | 1.659 | 2.752 | 7346.091 | |
| 3 | 1.19 | 2.02 | 237.28 | | | | | 238.009 | | | | -0.728 | 0.530 | 5967.999 | |
| 4 | 0.59 | 1.40 | 226.08 | | | | | 226.091 | | | | -0.015 | 0.000 | 4268.633 | |
| 5 | 0.30 | 1.06 | 218.17 | | | | | 219.480 | | | | -1.315 | 1.730 | 3448.518 | |
| 6 | 0.15 | 0.40 | 207.56 | | | | | 206.561 | | | | 0.994 | 0.988 | 2098.076 | |
| | | | $\bar{y} =$ | | | | | 231.15 | | | | | | | |
| | | | | | | | | SUMATORIA | | | | 6.354 | | 31150.078 | |
| | | | | | | | | SUMA TOTAL DE CUADRADOS (STC) | | | | | | 31156.431 | |
| | | | | | | | | COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R ² (SCR/STC) | | | | | | 1.00 | |
| | | | | | | | | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE | | | | | | 1.00 | |
| | | | | | | | | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE (%) | | | | | | 99.99% | |
| REGRESIÓN LINEAL | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Análisis: En la tabla 84 se observa la correlación que existen entre el tamaño nominal máximo del agregado fino con la resistencia a compresión promedio a los 28 días de curado con una resistencia de $f'c=240$ kg/cm², teniendo un coeficiente de determinación de 0.7134, así mismo la correlación entre el módulo de finura con la resistencia a compresión promedio dio como resultado un coeficiente de determinación de 0.9946. Finalmente, el coeficiente obtenido de la relación de las tres propiedades fue de 99.99%.

$$y' = 198.663 - 0.5745 - 19.7755x_2 \quad \text{Ecuación 25}$$

Siendo: y' la propuesta para resistencia a compresión, X_1 la variable del tamaño nominal máximo y X_2 módulo de finura

Tabla 85. Correlación entre el tamaño nominal máximo, módulo de finura y resistencia a compresión de $f'c=280$ kg/cm (7 días de curado)

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | |
|--|-------------|---|--|-----------------------------|---------|-----------|---|--------------------------------------|---|---------|----|--------|----------|----------|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| CORRELACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AGREGADO FINO EN EL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | FECHA: | | | | | | | | | | |
| RESISTENCIA : | | 240 KG/CM2 | | DÍAS DE CURADO: | | | | | | | | | | |
| | | | | 7 | | | | | | | | | | |
| REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| Espécimen | TAMAÑO (mm) | MODULO DE FINURA | RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm2) | $y=a+b_1x_1+b_2x_2$ | | ERROR (e) | SUMA DE CUADRADOS DE ERROR (SCE) | SUMA DE CUADRADOS DE REGRESIÓN (SCR) | | | | | | |
| n | X1 | X2 | Y | $y' =$ | 146.595 | + | -3.9284 | X1 | + | 26.5488 | X2 | $y-y'$ | e^2 | $y'-y$ |
| 1 | 4.76 | 2.75 | 201.77 | | | | 200.910 | | | | | 0.864 | 0.747 | 244.132 |
| 2 | 2.38 | 2.49 | 200.51 | | | | 203.256 | | | | | -2.742 | 7.519 | 322.950 |
| 3 | 1.19 | 2.02 | 196.65 | | | | 195.660 | | | | | 0.987 | 0.975 | 107.636 |
| 4 | 0.59 | 1.40 | 184.50 | | | | 181.554 | | | | | 2.942 | 8.658 | 13.921 |
| 5 | 0.30 | 1.06 | 172.29 | | | | 173.604 | | | | | -1.310 | 1.715 | 136.446 |
| 6 | 0.15 | 0.40 | 155.98 | | | | 156.727 | | | | | -0.743 | 0.552 | 815.567 |
| | | | $\bar{y} =$ | | | SUMATORIA | | | | | | 20.166 | | 1640.652 |
| | | | | | | | SUMA TOTAL DE CUADRADOS (STC) | | | | | | 1660.818 | |
| | | | | | | | COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R ² (SCR/STC) | | | | | | 0.99 | |
| | | | | | | | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE | | | | | | 0.99 | |
| | | | | | | | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE (%) | | | | | | 99.39% | |
| REGRESIÓN LINEAL | | | | | | | | | | | | | | |
| CORRELACIÓN TAMAÑO VS RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS DE CURADO | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| CORRELACIÓN MODULO DE FINURA VS RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS DE CURADO | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Análisis: En la tabla 85, se observa la correlación que existen entre el tamaño nominal máximo del agregado fino con la resistencia a compresión promedio a los 7 días de curado con una resistencia de $f'c=280$ kg/cm², teniendo un coeficiente de determinación de 0.5526, así mismo la correlación entre el módulo de finura con la resistencia a compresión promedio dio como resultado un coeficiente de determinación de 0.9505. Finalmente, el coeficiente obtenido de la relación de las tres propiedades fue de 99.35%.

$$y' = 146.595 - 3.9284 - 26.5488x_2$$

Ecuación 26

Siendo: y' la propuesta para resistencia a compresión, X_1 la variable del tamaño nominal máximo y X_2 módulo de finura

Tabla 86. Correlación entre el tamaño nominal máximo, módulo de finura y resistencia a compresión de $f'c=280$ kg/cm (14 días de curado)

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | |
|--|-------------|---|---|---|------------|-----------|----------------------------------|--------------------------------------|---|---------|----|-----------|----------------|----------------|
| INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| CORRELACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AGREGADO FINO EN EL HORMIGÓN SIMPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | | ANTHONY MOREJÓN | | FECHA: | 08/01/2024 | | | | | | | | | |
| RESISTENCIA : | | 240 KG/CM2 | | DÍAS DE CURADO: | 14 | | | | | | | | | |
| REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| Especimen | TAMAÑO (mm) | MODULO DE FINURA | RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm2) | $y=a+b1x1+b2x2$ | | ERROR (c) | SUMA DE CUADRADOS DE ERROR (SCE) | SUMA DE CUADRADOS DE REGRESIÓN (SCR) | | | | | | |
| n | X1 | X2 | Y | y= | 183.230 | + | -0.8526 | X1 | + | 25.7687 | X2 | y-y' | e ² | y' - \bar{y} |
| 1 | 4.76 | 2.75 | 249.18 | | | | | | | | | -0.864 | 0.746 | 4193.220 |
| 2 | 2.38 | 2.49 | 248.61 | | | | | | | | | 3.336 | 11.129 | 3598.383 |
| 3 | 1.19 | 2.02 | 229.20 | | | | | | | | | -5.172 | 26.754 | 2409.911 |
| 4 | 0.59 | 1.40 | 224.22 | | | | | | | | | 5.308 | 28.179 | 1130.523 |
| 5 | 0.30 | 1.06 | 207.51 | | | | | | | | | -2.813 | 7.912 | 626.979 |
| 6 | 0.15 | 0.40 | 193.71 | | | | | | | | | 0.205 | 0.042 | 67.573 |
| | | | \bar{y} = | SUMATORIA | | | | | | | | 74.762 | | 12026.589 |
| | | | | SUMA TOTAL DE CUADRADOS (STC) | | | | | | | | 12101.351 | | |
| | | | | COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R ² (SCR/STC) | | | | | | | | 0.99 | | |
| | | | | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE | | | | | | | | 1.00 | | |
| | | | | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE (%) | | | | | | | | 99.69% | | |
| REGRESIÓN LINEAL | | | | | | | | | | | | | | |
| CORRELACIÓN TAMAÑO VS RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS DE CURADO | | | CORRELACIÓN MODULO DE FINURA VS RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS DE CURADO | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Análisis: En la tabla 86, se observa la correlación que existen entre el tamaño nominal máximo del agregado fino con la resistencia a compresión promedio a los 14 días de curado con una resistencia de $f'c=280$ kg/cm², teniendo un coeficiente de determinación de 0.6908, así mismo la correlación entre el módulo de finura con la resistencia a compresión promedio dio como resultado un coeficiente de determinación de 0.9682. Finalmente, el coeficiente obtenido de la relación de las tres propiedades fue de 99.69%.

$$y' = 183.230 - 0.8526 - 25.7687x_2 \quad \text{Ecuación 27}$$

Siendo: y' la propuesta para resistencia a compresión, X_1 la variable del tamaño nominal máximo y X_2 módulo de finura

3.2 Verificación de hipótesis

Hipótesis: La variación del tamaño nominal máximo del agregado fino influye en la resistencia a la compresión del hormigón.

Considerando las 108 probetas diseñadas, en dos distintas resistencias y con variaciones del tamaño nominal máximo del agregado fino, en 6 diferentes tamaños nominales de 4.76 mm, 2.38 mm, 1.19mm, 0.59 mm, 0.297 mm y 0.149 mm, ensayadas en un periodo de 7 días, 14 días a 28 días, se puede determinar lo siguiente con respecto a la hipótesis:

Es acertada, debido que las probetas realizadas con diferentes tamaños del agregado fino presentan variaciones en sus resistencias finales, los últimos 3 tamaños nominales máximos del agregado fino son los que no cumplen con la normativa respecto a su granulometría y módulo de finura por las correlaciones realizadas estos aspectos cumplen con más del 90% de correlación con la resistencia a compresión del hormigón, afectándolo decrecientemente en su resistencia.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se realizaron ensayos de laboratorio para obtener información detallada sobre las propiedades de los materiales del hormigón especialmente en el agregado fino, dando como resultado que los tamaños nominales máximo del agregado fino 0.59 mm (#30), 0.297 mm (#50) y 0.149 mm (#100) no cumplen con el rango de finura de 2.3 a 3.1 causando que tenga muchos finos y afecte a las demás propiedades del agregado.
- Se realizó una dosificación por cada resistencia y tamaño nominal máximo de agregado fino demostrando que el agregado fino afecta al diseño de la mezcla, destacando en capacidad de absorción que va aumentando conforme el tamaño disminuya, siendo correlacionado un 98.96 % respecto al módulo de finura y tamaño del agregado fino.
- Se elaboraron un total de 108 muestras de hormigón con distintos porcentajes de tamaño nominal máximo del agregado fino, con el objetivo de lograr resistencias de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 a los 28 días de curado. Previamente, se elaboraron tres probetas cilíndricas prueba para evaluar la resistencia a los 7 días de curado, y los resultados obtenidos superaron satisfactoriamente el 70% de la resistencia normativa requerida para esa etapa.
- Las probetas cilíndricas muestran variación en sus resistencias desde los primeros 7 días de curado, se observa una tendencia en las probetas con tamaños nominales de 0.297 mm y 0.149 mm a mantenerse con resistencias bajas.
- Los cilindros de hormigón al ser ensayados a los 28 días de edad, se ha deducido la presencia de un patrón común en todas las muestras. Es importante destacar que, a medida que disminuye el tamaño nominal máximo, se observa de manera consistente una reducción en la resistencia a compresión, Teniendo una correlación del 99.99% en la resistencia de 240 kg/cm^2 y una correlación de 99.92% en la resistencia de 280 kg/cm^2 . Y en el mismo sentido, a medida que el TNM del agregado fino incrementa, la resistencia a la compresión del hormigón también lo hace como es de resultado para el tamiz #4 (4.76) una resistencia de 249.72 kg/cm^2 y para el tamiz #100 (0.149) una resistencia de $207.56.06 \text{ kg/cm}^2$ considerando la resistencia diseñada de 240 kg/cm^2 y se

obtuvo para el tamiz #4 (4.76) una resistencia de 288.19 kg/cm^2 y para el tamiz #100 (0.149) una resistencia de 236.06 kg/cm^2 considerando la resistencia diseñada de 280 kg/cm^2 .

- Se demostró que es factible utilizar el tamaño nominal máximo del agregado fino 1.19 mm (#16) a pesar de tener un módulo de finura de 2.02 y presentar más capacidad de absorción de agua que un agregado fino comúnmente utilizado para elaborar hormigón, al utilizar la variación del agregado se logró resistencias de 278.5 kg/cm^2 , para la resistencia diseñada de 280 kg/cm^2 .

4.2 Recomendaciones

- Se sugiere renovar los moldes utilizados en cilindros de hormigón y los instrumentos utilizados para ensayar a compresión. Este paso permitirá una comprensión más completa de la influencia en la resistencia a la compresión, contribuyendo a la obtención de resultados más precisos y detallados en las investigaciones relacionadas.
- Antes de ejecutar cualquier etapa de ensayo, se aconseja realizar un secado adecuado del agregado, de aproximadamente 1 o 2 días, con el propósito de reducir al mínimo el contenido de humedad superficial.
- Durante la realización de ensayos, se debe ejercer un control riguroso sobre las variables que podrían influir en la resistencia a la compresión. Esto incluye el control de la temperatura ambiente, uso correcto de neoprenos y otros factores que podrían afectar los resultados. De manera que se obtengan datos más coherentes y reproducibles.
- Se recomienda llevar un registro detallado de cada etapa del proceso experimental, desde la preparación de la mezcla hasta la ejecución de los ensayos. A fin de que dicho registro facilite la revisión y la reproducción de los experimentos, permitiendo una verificación precisa de los resultados y contribuyendo a la transparencia en la investigación.
- Se recomienda realizar el mismo proceso si el material es de diferente origen por lo que demostrado en el presente trabajo experimental es para el material procedente de la mina “Las Viñas”.

MATERIAL DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- [1] P. Perles, "Hormigón Armado", sexta edición ed., Editorial Nobuko, pp 13-24, 2016.
- [2] J. F. Venitez, Y. M. Córdoba, K. P. Mena-Ramírez y O. F. Pérez, "Propiedades mecánicas de concretos modificados con plástico marino reciclado en reemplazo de los agregados finos", *Revista Politécnica*, 16(31), pp. 77-84, 2020.
- [3] L. L. Consuegra y C. R. García, "Factores que influyen en la resistencia a la compresión del hormigón. Estado del Arte", vol. 16, *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, pp 2-4, 2022.
- [4] B. Z. Olarte, "ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE LAS PRINCIPALES CANTERAS DE LA CIUDAD DE ANDAHUAYLAS Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES", Apurimax: Universidad Tecnológica de los Andes, 2017.
- [5] P. Bhattarai, "Effect of Water Content on Workability of Concrete", Department of Civil Engineering, Pulchowk Campus Latitpur, Nepal, 2019.
- [6] P. E. Meseses Pozo y R. S. Torres Tarabata, "Análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con granulado de neumático reciclado, incorporado como reemplazo parcial del agregado fino", Quito: UCE: Tesis de licenciatura, 2021.
- [7] A. M. Zeyad, «"Effect of Curing Methods in Hot Weather on the Properties of High-Strength Concretes",» *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, vol. 31, nº 3, pp. 218-223, 2019.

- [8] L. D. Navarrete, R. J. Alavana, W.E. Ruíz y E.A. Menéndez, «"Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón",» de *Gaceta Técnica*, vol. 23, pp. 35-47, 2022.
- [9] A. G. Zerga Ardiles, «"Influencia de la forma y textura de los agregados fino de las Canteras Comasur y Cabeza de Toro en las propiedades físico mecánicas del mortero cementicio en el distrito de Independencia",» Provincia de Pisco, 2020.
- [10] L. De la Hoz, J. D. Guzmán, A. P. Rodríguez, y J. S. Romero, «"Resistencia a la compresión para cilindros de concretos",» 2018.
- [11] R. M. Rodríguez, «"Resistencia a la compresión de un concreto $f_c = 210$ kg/cm² con agregado fino sustituido en 5% y 10% por vidrio molido reciclado",» 2018.
- [12] M. P. León y F. Ramírez, "Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes", vol. 25, *Revista ingeniería de construcción*, pp. 215-240, 2010.
- [13] F. P. Reaño Palacios, "Evaluación experimental del uso de arena de duna como agregado fino para el concreto", Piura: Universidad de Piura , 2019.
- [14] M. E. Irigoín, «"Influencia del tamaño máximo nominal del agregado grueso en la resistencia a la compresión y flexión, densidad y succión capilar del concreto convencional",» 2021.
- [15] Y. P. Lua, Y. Lv, D. Wang, Z.Jiang, y G. Xue, The influence of coarse aggregate gradation on the mechanical properties, durability, and plantability of geopolymer pervious concrete", vol. 382, *Const Build Mater*, pp 4612-4615, 2023.
- [16] C. D. Vázquez y J. D. Serpa, "Determinación del módulo de elasticidad y la resistencia a compresión del hormigón en función de la variabilidad y caracterización de los agregados", 2018.

- [17] A. N. Briones Ponce, "Análisis de la prestación mecánica del hormigón empleando virutas de acero como agregado fino", *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT*, pp 15-23, 2020.
- [18] J. P. Araujo Bautista, "Resistencia a la compresión del concreto, adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, en reemplazo del agregado fino", 2019.
- [19] A. Danish, M. A. Mosaberpanah, T. Ozbakkaloglu, M. U. Salim, K. Khurshid, M. Bayram y D. N. Qader, "A compendious review on the influence of e-waste aggregates on the properties of concrete", *Case Studies in Construction Materials*, 18, pp 6-7, 2023.
- [20] L. A. Fernandez Torrez, J. H. Aquino Rocha y N. G. Cayo Chileno, "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del residuo de caucho de neumático como reemplazo parcial del agregado fino en el hormigón", vol. 12, *Revista hábitat sustentable*, pp. 52-65, 2022.
- [21] NTE INEN 1108, «ÁRIDOS. AGUA POTABLE REQUISITOS,» Quito, 2014.
- [22] NTE INEN 1576, «ELABORACIÓN Y CURADO PARA ESPECÍMENES,» Quito, 2014.
- [23] NTE INEN 1855-1, «HORMIGÓN PREMEZCLADO,» Quito, 2016.
- [24] NTE INEN 1578, «HORMIGÓN PREMEZCLADO,» Quito, 2010.
- [25] NTE INEN 3124 , «ELABORACIÓN Y CURADO DE ESPECÍMENES DE ENSAYO EN EL LABORATORIO,» Quito, 2017.
- [26] NTE INEN 2528, «CÁMARAS DE CURADO, GABINETES HÚMEDOS, TANQUES PARA ALMACENAMIENTO EN AGUA Y CUARTOS PARA ELABORAR MEZCLAS, UTILIZADOS EN ENSAYOS DE CEMENTO HIDRÁULICO Y HORMIGÓN,» Quito, 2017.
- [27] ASTM C330. 1573, «Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete,» 2012.

- [28] NTE INEN 1573, «HORMIGÓN DE CEMENTO HIDRÁULICO. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE HORMIGÓN DE CEMENTO HIDRÁULICO,» Quito, 2016.
- [29] NTE INEN 696, «ÁRIDOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS ÁRIDOS, FINO Y GRUESO,» Quito, 2011.
- [30] NTE INEN 857, «ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO GRUESO,» Quito, 2010.
- [31] NTE INEN 856, «ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO FINO,» Quito, 2010.
- [32] NTE INEN 862, «ÁRIDOS PARA HORMIGÓN. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO TOTAL DE HUMEDAD,» Quito, 2010.
- [33] J. Alfonso y. J. Rodríguez, Estadística para Psicología, Sevilla: Universidad de Sevilla, 2022.

ANEXOS

| Fotografía 1 | Fotografía 2 | Fotografía 3 |
|---|---|---|
|  |  |  |
| <p>Descripción: Recolección de material, agregado fino y agregado grueso en mina Las Viñas-Ambato.</p> | <p>Descripción: Clasificación del material por tamizado.</p> | <p>Descripción: Ensayo de capacidad de absorción de agregado grueso.</p> |
| Fotografía 4 | Fotografía 5 | Fotografía 6 |
|  |  |  |
| <p>Descripción: Ensayo de capacidad de absorción de agregado fino.</p> | <p>Descripción: Ensayo de capacidad de absorción de agregado grueso.</p> | <p>Descripción: Tamices para ensayo de granulometría de agregado fino.</p> |

| | | |
|--|---|--|
| <p style="text-align: center;">Fotografía 7</p>  | <p style="text-align: center;">Fotografía 8</p>  | <p style="text-align: center;">Fotografía 9</p>  |
| <p>Descripción: Tamices para ensayo de granulometría de agregado fino.</p> | <p>Descripción: Ensayo de la capacidad de absorción del agregado fino.</p> | <p>Descripción: Ensayo de la capacidad de absorción del agregado fino.</p> |
| <p style="text-align: center;">Fotografía 10</p> | <p style="text-align: center;">Fotografía 11</p> | <p style="text-align: center;">Fotografía 12</p> |
|  |  |  |
| <p>Descripción: Clasificación de agregado fino.</p> | <p>Descripción: Clasificación de agregado fino.</p> | <p>Descripción: Ensayo de densidad aparente compactada de agregado grueso.</p> |

| | | |
|---|--|---|
| <p style="text-align: center;">Fotografía 13</p>  | <p style="text-align: center;">Fotografía 14</p>  | <p style="text-align: center;">Fotografía 15</p>  |
| <p style="text-align: center;">Descripción: Secado de agregado fino.</p> | <p style="text-align: center;">Descripción: Elaboración de hormigón.</p> | <p style="text-align: center;">Descripción: Elaboración de hormigón.</p> |
| <p style="text-align: center;">Fotografía 16</p> | <p style="text-align: center;">Fotografía 17</p> | <p style="text-align: center;">Fotografía 18</p> |
|  |  |  |
| <p style="text-align: center;">Descripción: Elaboración de cilindros de 240kg/cm².</p> | <p style="text-align: center;">Descripción: Elaboración de cilindros 280kg/cm².</p> | <p style="text-align: center;">Descripción: Compactación mediante golpe de martillo de goma.</p> |

| | | |
|--|---|--|
| <p align="center">Fotografía 19</p>  | <p align="center">Fotografía 20</p>  | <p align="center">Fotografía 21</p>  |
| <p>Descripción: Compactación de los cilindros mediante varilla.</p> | <p>Descripción: Desmontaje de cilindros.</p> | <p>Descripción: Pesaje del cilindro para realizar el peso específico del hormigón.</p> |
| <p align="center">Fotografía 22</p> | <p align="center">Fotografía 23</p> | <p align="center">Fotografía 24</p> |
|  |  |  |
| <p>Descripción: Curado de las muestras.</p> | <p>Descripción: Resultado del ensayo de compresión.</p> | <p>Descripción: Ensayo de resistencia a la compresión.</p> |