



**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**

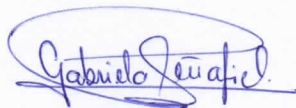
## APROBACIÓN DEL TUTOR

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 Peñaflor 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 $F'c=240\text{kg/Cm}^2$ .....	45
Tabla 30. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De $F'c=240\text{kg/Cm}^2$ .....	45
Tabla 32. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c= 280\text{kg/Cm}^2$ .....	46

Tabla 33. Cálculo De La Dosificación Por Peso Para La Resistencia De $F'c=280\text{kg/Cm}^2$ .....	47
Tabla 34. Corrección De Humedad $F'c=280\text{kg/Cm}^2$ .....	47
Tabla 35. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c=240\text{kg/Cm}^2$ - Agregado Fino #4.....	48
Tabla 36. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De.....	48
Tabla 37. Corrección De Humedad $F'c=240\text{kg/Cm}^2$ -Agregado Fino #4 .....	49
Tabla 39. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De.....	50
Tabla 40. Corrección De Humedad $F'c=240\text{kg/Cm}^2$ -Agregado Fino #8 .....	50
Tabla 41. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c=240\text{kg/Cm}^2$ - Agregado Fino #16.....	51
Tabla 42. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De.....	51
Tabla 43. Corrección De Humedad $F'c=240\text{kg/Cm}^2$ -Agregado Fino #16 .....	52
Tabla 44. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c=240\text{kg/Cm}^2$ - Agregado Fino #30.....	52
Tabla 45. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De.....	53
Tabla 46. Corrección De Humedad $F'c=240\text{kg/Cm}^2$ -Agregado Fino #30 .....	53
Tabla 47. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c=240\text{kg/Cm}^2$ - Agregado Fino #50.....	54
Tabla 48. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De.....	54
Tabla 49. Corrección De Humedad $F'c=240\text{kg/Cm}^2$ -Agregado Fino #50 .....	55
Tabla 50. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c=240\text{kg/Cm}^2$ - Agregado Fino #100.....	55
Tabla 51. Cálculo De La Dosificación Para La Resistencia De.....	56
Tabla 52. Corrección De Humedad $F'c=240\text{kg/Cm}^2$ -Agregado Fino #100 .....	56
Tabla 53. Datos De Los Ensayos Para Calcular La Dosificación De $F'c=280\text{kg/Cm}^2$ - 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 <sup>2</sup> A Los 7 Días .....	76
Tabla 80. Resistencia A La Compresión De Las Muestras $F'c=280$ Kg/Cm <sup>2</sup> A Los 14 Días .....	78
Tabla 81. Resistencia A La Compresión De Las Muestras $F'c=240$ Kg/Cm <sup>2</sup> A Los 28 Días .....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfica 1. Densidad Promedio Del Hormigón En Estado Fresco ( $F'c=240$ Kg/Cm <sup>2</sup> ) .....	69
Gráfica 2. Densidad Promedio Del Hormigón En Estado Fresco ( $F'c=240$ Kg/Cm <sup>2</sup> ) .....	69
Gráfica 3. Densidad Promedio Del Hormigón En Estado Fresco ( $F'c=280$ Kg/Cm <sup>2</sup> ) .....	71
Gráfica 4. Densidad Promedio Del Hormigón En Estado Endurecido ( $F'c=280$ Kg/Cm <sup>2</sup> ).....	71
Gráfica 5. Esfuerzo A Compresión 7 Días ( $F'c=240$ Kg/Cm <sup>2</sup> ).....	73
Gráfica 6. Esfuerzo A Compresión 14 Días ( $F'c=240$ Kg/Cm <sup>2</sup> ).....	74
Gráfica 7. Esfuerzo A Compresión 28 Días ( $F'c=240$ Kg/Cm <sup>2</sup> ).....	76
Gráfica 8. Esfuerzo A Compresión 7 Días ( $F'c=280$ Kg/Cm <sup>2</sup> ).....	77
Gráfica 9. Esfuerzo A Compresión 14 Días ( $F'c=240$ Kg/Cm <sup>2</sup> ).....	79
Gráfica 10. Esfuerzo A Compresión 28 Días ( $F'c=240$ Kg/Cm <sup>2</sup> ).....	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/cm<sup>2</sup> and 280 kg/cm<sup>2</sup> 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  $335.67 \text{ Kg/cm}^2$  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/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>.
- 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/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

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 m<sup>3</sup> 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  $240 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , 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<sub>SSS</sub>* = Masa en condición saturada superficialmente seca
- *M<sub>seco</sub>* = 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<sub>SSS</sub>* = Masa en condición saturada superficialmente seca
- *V<sub>SSS</sub>* = 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  $240 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , 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  $1 \text{ m}^3$  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  $240 \text{ kg/cm}^2$  y otros tres con la dosificación normal de  $280 \text{ kg/cm}^2$ . 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  $240 \text{ kg/cm}^2$  y treinta probetas de resistencia  $280 \text{ kg/cm}^2$ , 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.

$$y' = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

*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**

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 el eje Y etiquetado como 'PORCENTAJE QUE PASA (%)' y el eje X como 'ABERTURA TAMIZ (MM)'. Se incluyen tres líneas de datos: una línea azul con triángulos para el 'Porcentaje que pasa', una línea naranja con cuadrados para el 'Límite inferior' y una línea gris con triángulos para el 'Límite superior'. Los datos del gráfico corresponden a los valores de la tabla 4.</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 style="text-align: center;"><b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b></p> <p style="text-align: center;">—♦— Porcentaje que pasa    —■— Límite inferior    —▲— Límite superior</p>							

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 líneas: una línea punteada azul para '% Que pasa', una línea sólida naranja para 'Límite inferior' y una línea sólida gris para 'Límite superior'. El límite superior está por encima del límite inferior, lo que indica que el agregado no cumple con los requisitos de finura.</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 el eje Y etiquetado como 'PORCENTAJE QUE PASA (%)' y el eje X como 'ABERTURA TAMIZ (MM)'. Se incluyen 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). La curva real supera el límite superior en los tamaños de tamiz más pequeños y no alcanza el límite inferior en los tamaños de tamiz más grandes.</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

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 			
INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE			
<b>DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</b>			
<b>NORMA:</b>	NTE INEN 856/ASTM C-128		
<b>ORIGEN:</b>	MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO		
<b>ENSAYADO POR:</b>	ANTHONY MOREJÓN	<b>FECHA:</b>	22/10/2023
<b>Tamaño nominal máximo:</b>		<b>#4</b>	
<b>DENSIDAD REAL DEL AGREGADO</b>			
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 <sup>3</sup>	Densidad del agua	gr/cm <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	210,4
DRA=Msss/Vsss	Densidad real de la arena	gr/cm <sup>3</sup>	2,37
<b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO</b>			
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  $2.370 \text{ gr/cm}^3$  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

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>			
<b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE			
<b>DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</b>			
<b>NORMA:</b>	NTE INEN 856/ASTM C-128		
<b>ORIGEN:</b>	MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO		
<b>ENSAYADO POR:</b>	ANTHONY MOREJÓN	<b>FECHA:</b>	22/10/2023
<b>Tamaño nominal máximo:</b>		<b>#8</b>	
<b>DENSIDAD REAL DEL AGREGADO</b>			
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 <sup>3</sup>	Densidad del agua	gr/cm <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	185.97
DRA=Msss/Vsss	Densidad real de la arena	gr/cm <sup>3</sup>	2.69
<b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO</b>			
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  $2.69 \text{ gr/cm}^3$  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

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>			
<b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE			
<b>DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</b>			
<b>NORMA:</b>		NTE INEN 856/ASTM C-128	
<b>ORIGEN:</b>		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO	
<b>ENSAYADO POR:</b>		ANTHONY MOREJÓN	<b>FECHA:</b> 23/10/2023
<b>Tamaño nominal máximo:</b>		<b>#16</b>	
<b>DENSIDAD REAL DEL AGREGADO</b>			
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 <sup>3</sup>	Densidad del agua	gr/cm <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	179.53
DRA=Msss/Vsss	Densidad real de la arena	gr/cm <sup>3</sup>	2.78
<b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO</b>			
DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
M8	Masa del recipiente	gr	132
M9	Masa del recipiente+muestra SSS	gr	632
M10=M9-M8	Masa de la muestra SSS	gr	500
M11	Masa del recipiente+muestra seca	gr	622.4
M12=M11-M8	Masa de la muestra seca	gr	490.4
CA=((M10-M12)/M12)*100	Capacidad de absorción	%	1.96
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  $2.78 \text{ gr/cm}^3$  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

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>			
<b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE			
<b>DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</b>			
<b>NORMA:</b>	NTE INEN 856/ASTM C-128		
<b>ORIGEN:</b>	MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO		
<b>ENSAYADO POR:</b>	ANTHONY MOREJÓN	<b>FECHA:</b>	23/10/2023
<b>Tamaño nominal máximo:</b>		<b>#30</b>	
<b>DENSIDAD REAL DEL AGREGADO</b>			
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 <sup>3</sup>	Densidad del agua	gr/cm <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	176.92
DRA=Msss/Vsss	Densidad real de la arena	gr/cm <sup>3</sup>	2.83
<b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO</b>			
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/cm<sup>3</sup> 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

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 				
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				
<b>NORMA:</b>		NTE INEN 856/ASTM C-128		
<b>ORIGEN:</b>		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO		
<b>ENSAYADO POR:</b>		ANTHONY MOREJÓN	<b>FECHA:</b>	24/10/2023
<b>Tamaño nominal máximo:</b>			<b>#50</b>	
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 <sup>3</sup>	Densidad del agua	gr/cm <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	168.72	
DRA=Msss/Vsss	Densidad real de la arena	gr/cm <sup>3</sup>	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  $2.96 \text{ gr/cm}^3$  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

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 				
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				
<b>NORMA:</b>		NTE INEN 856/ASTM C-128		
<b>ORIGEN:</b>		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO		
<b>ENSAYADO POR:</b>		ANTHONY MOREJÓN	<b>FECHA:</b>	24/10/2023
<b>Tamaño nominal máximo:</b>			<b>#100</b>	
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 <sup>3</sup>	Densidad del agua	gr/cm <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	210.4	
DRA=Msss/Vsss	Densidad real de la arena	gr/cm <sup>3</sup>	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  $2.370 \text{ gr/cm}^3$  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

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 			
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			
<b>NORMA:</b>	NTE INEN 857/ASTM C-127		
<b>ORIGEN:</b>	MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO		
<b>ENSAYADO POR:</b>	ANTHONY MOREJÓN	<b>FECHA:</b>	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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	4284
DRR=M5/VRM	Densidad real del ripio	gr/cm <sup>3</sup>	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  $2.380 \text{ gr/cm}^3$ , 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 <sup>3</sup> de gasolina	gr	519.660	519.450
M6=M5-M1	Masa de 500cm <sup>3</sup> de gasolina	gr	366.980	366.760
DA=M6/500cm <sup>3</sup>	Densidad de la gasolina	gr/cm <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	37.332	36.932
DRA=Msss/Vsss	Densidad real del cemento	gr/cm <sup>3</sup>	2.693	

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

**Análisis:** La densidad real del cemento Holcim Fuerte Tipo Gu es de 2.693 gr/cm<sup>3</sup>



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 <sup>3</sup> ):	20.85	
DENSIDAD SUELTA				
TIPO AGREGADO	AGREGADO + RECIPIENTE (kg)	AGREGADO (kg)	PESO UNITARIO (kg/dm <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/dm <sup>3</sup> )
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/dm<sup>3</sup>. Los resultados correspondientes al ensayo de la densidad aparente compactada es 1.386 kg/dm<sup>3</sup>.

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 <sup>3</sup> ):		20.85
DENSIDAD SUELTA					
TIPO AGREGADO	TAMIZ	AGREGADO + RECIPIENTE (kg)	AGREGADO (kg)	PESO UNITARIO (kg/dm <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/dm <sup>3</sup> )
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 <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/dm <sup>3</sup> )
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/dm<sup>3</sup>, 1.434 kg/dm<sup>3</sup>, 1.453 kg/dm<sup>3</sup>, 1.502 kg/dm<sup>3</sup>, 1.588 kg/dm<sup>3</sup>, 1.664 kg/dm<sup>3</sup> respectivamente. Los resultados de la densidad compactada respecto al agregado fino para cada tamaño nominal máximo es 1.55 kg/dm<sup>3</sup>, 1.564 kg/dm<sup>3</sup>, 1.660 kg/dm<sup>3</sup>, 1.688 kg/dm<sup>3</sup>, 1.717 kg/dm<sup>3</sup>, 1.758 kg/dm<sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> ): 20.85				
TAMAÑO NOMINAL				#4				
% MEZCLA		CANTIDAD (Kg)		FINO AÑADIDO (Kg)	AGREGADO+ RECIPIENTE (Kg)	AGREGADO (Kg)	PESO UNITARIO MEZCLA (Kg/dm <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm <sup>3</sup> )
GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	FINO	AGREGADO GRUESO+AGREGADO FINO			
100%	0%	40.00	0.00	0.00	38.80	29.00	1.39	1.39
					38.60	28.80	1.38	
90%	10%	40.00	4.44	4.44	40.80	31.00	1.49	1.51
					41.60	31.80	1.53	
80%	20%	40.00	10.00	5.56	43.80	34.00	1.63	1.64
					44.20	34.40	1.65	
70%	30%	40.00	17.14	7.14	46.20	36.40	1.75	1.74
					45.80	36.00	1.73	
60%	40%	40.00	26.67	9.53	47.40	37.60	1.8	1.8
					47.20	37.40	1.79	
50%	50%	40.00	40.00	13.33	46.80	37.00	1.77	1.78
					47.00	37.20	1.78	
40%	60%	40.00	60.00	20.00	46.60	36.80	1.76	1.75
					45.80	36.00	1.73	

CURVA DENSIDAD COMPACTADA - PORCENTAJE DE LA MEZCLA

Porcentaje Óptimo de la Mezcla (%)	Peso Unitario Promedio (kg/dm <sup>3</sup> )
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	1.78
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 <sup>3</sup> )	1.788	Kg/dm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO ÓPTIMO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.785	Kg/dm <sup>3</sup>

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  $1.788 \text{ kg/dm}^3$  y  $1.785 \text{ kg/dm}^3$  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								
<b>NORMA:</b>		NTE INEN 858/ASTM-C 29						
<b>ORIGEN:</b>		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO						
<b>ENSAYADO POR:</b>		ANTHONY MOREJÓN			<b>FECHA:</b>		06/11/2023	
<b>MASA RECIPIENTE (kg):</b>		9.80			<b>VOLUMEN RECIPIENTE (dm<sup>3</sup>):</b>		20.85	
TAMAÑO NOMINAL					#8			
% MEZCLA		CANTIDAD (Kg)		FINO AÑADIDO (Kg)	AGREGADO+RECIPIENTE (Kg)	AGREGADO (Kg)	PESO UNITARIO MEZCLA (Kg/dm <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm <sup>3</sup> )
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

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 <sup>3</sup> )	1.786	Kg/dm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO ÓPTIMO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.787	Kg/dm <sup>3</sup>

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  $1.786 \text{ kg/dm}^3$  y  $1.787 \text{ kg/dm}^3$  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 <sup>3</sup> ):			
					20.85			
TAMAÑO NOMINAL				#16				
% MEZCLA		CANTIDAD (Kg)		FINO AÑADIDO (Kg)	AGREGADO+ RECIPIENTE (Kg)	AGREGADO (Kg)	PESO UNITARIO MEZCLA (Kg/dm <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm <sup>3</sup> )
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 <sup>3</sup> )	PORCENTAJE ÓPTIMO DE LA MEZCLA	
1.5	0%	
1.68	10%	
1.78	20%	
1.84	30%	
1.89	40%	
1.93	44%	
1.97	48%	
1.93	50%	
1.88	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 <sup>3</sup> )	1.787	Kg/dm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO ÓPTIMO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.786	Kg/dm <sup>3</sup>

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  $1.787 \text{ kg/dm}^3$  y  $1.786 \text{ kg/dm}^3$  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								
<b>DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA</b>								
<b>NORMA:</b>		NTE INEN 858/ASTM-C 29						
<b>ORIGEN:</b>		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO						
<b>ENSAYADO POR:</b>		ANTHONY MOREJÓN		<b>FECHA:</b> 01/11/2023				
<b>MASA RECIPIENTE (kg):</b>		9.80		<b>VOLUMEN RECIPIENTE (dm<sup>3</sup>):</b> 20.85				
<b>TAMAÑO NOMINAL</b> #30								
% MEZCLA		CANTIDAD (Kg)		FINO AÑADIDO (Kg)	AGREGADO+ RECIPIENTE (Kg)	AGREGADO (Kg)	PESO UNITARIO MEZCLA (Kg/dm <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm <sup>3</sup> )
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 <sup>3</sup> )	1.781	Kg/dm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO ÓPTIMO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.787	Kg/dm <sup>3</sup>

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  $1.781 \text{ kg/dm}^3$  y  $1.787 \text{ kg/dm}^3$  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 <sup>3</sup> ):		20.85	
TAMAÑO NOMINAL					#50			
% MEZCLA		CANTIDAD (Kg)		FINO AÑADIDO (Kg)	AGREGADO+RECIPIENTE (Kg)	AGREGADO (Kg)	PESO UNITARIO MEZCLA (Kg/dm <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm <sup>3</sup> )
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 que representa la densidad compactada de la mezcla en función del porcentaje de agregado fino. El eje vertical representa el peso unitario promedio en kg/dm³, variando de 1.2 a 2.0. El eje horizontal representa el porcentaje óptimo de la mezcla, variando de 0% a 70%. La curva muestra un aumento de densidad hasta un 40% de agregado fino, donde se alcanza el valor máximo de 1.786 kg/dm³. Después de este punto, la densidad comienza a disminuir. Se marcan con líneas de puntos los porcentajes de 44% y 60%.

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 <sup>3</sup> )	1.786	Kg/dm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO ÓPTIMO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.779	Kg/dm <sup>3</sup>

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  $1.786 \text{ kg/dm}^3$  y  $1.779 \text{ kg/dm}^3$  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 <sup>3</sup> ):		20.85		
TAMAÑO NOMINAL				#100				
% MEZCLA		CANTIDAD (Kg)		FINO AÑADIDO (Kg)	AGREGADO+ RECIPIENTE (Kg)	AGREGADO (Kg)	PESO UNITARIO MEZCLA (Kg/dm <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm <sup>3</sup> )
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

PORCENTAJE MÁXIMO DE AGREGADO FINO (%)	45	%
PORCENTAJE MÁXIMO DE AGREGADO GRUESO (%)	55	%
PORCENTAJE ÓPTIMO DE AGREGADO FINO (%)	41	%
PORCENTAJE ÓPTIMO DE AGREGADO GRUESO (%)	59	%
PESO UNITARIO MÁXIMO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.787	Kg/dm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO ÓPTIMO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.781	Kg/dm <sup>3</sup>

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  $1.787 \text{ kg/dm}^3$  y  $1.781 \text{ kg/dm}^3$  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						
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
<b>NORMA:</b>		NTE INEN 862				
<b>ORIGEN:</b>		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO				
<b>ENSAYADO POR:</b>		ANTHONY MOREJÓN	<b>FECHA:</b>		06/11/2023	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS FINO Y GRUESO</b>						
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	270
M2	Masa del recipiente+muestra húmeda	gr	768	758	771	770
M3	Masa del recipiente+muestra seca	gr	755.4	744.6	759.1	756.7
M4=M2-M3	Masa del agua	gr	12.6	13.4	11.9	13.3
M5=M3-M1	Masa de la muestra seca	gr	485.4	486.6	487.1	486.7
CH=(M4/M5)*100	Contenido de humedad	%	2.6	2.75	2.44	2.73
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	270
M2	Masa del recipiente+muestra húmeda	gr	758	773	755	770
M3	Masa del recipiente+muestra seca	gr	749.6	764.2	748.9	765
M4=M2-M3	Masa del agua	gr	8.4	8.8	6.1	5
M5=M3-M1	Masa de la muestra seca	gr	491.6	492.2	493.9	495
CH=(M4/M5)*100	Contenido de humedad	%	1.71	1.79	1.24	1.01
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	272
M2	Masa del recipiente+muestra húmeda	gr	771	757	758	768
M3	Masa del recipiente+muestra seca	gr	767.3	752.1	755.6	766.4
M4=M2-M3	Masa del agua	gr	3.7	4.9	2.4	1.6
M5=M3-M1	Masa de la muestra seca	gr	497.3	495.1	497.6	494.4
CH=(M4/M5)*100	Contenido de humedad	%	0.74	0.99	0.48	0.32
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 <sup>2</sup> (SCR/STC)								0.99			
				COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE								1.00			
				COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE (%)								99.62%			
REGRESIÓN LINEAL															

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 <sup>3</sup> )	DENSIDAD COMPACTADA DEL AGREGADO FINO (kg/dm <sup>3</sup> )	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 <sup>2</sup>	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
			$\bar{y}$	SUMATORIA								0.002		96.858
											SUMA TOTAL DE CUADRADOS (STC)		96.861	
											COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R <sup>2</sup> (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,  $X_1$  la variable del tamaño nominal máximo y  $X_2$  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/CM <sup>2</sup>				DÍAS DE CURADO:			7				
REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE														
Espécimen	TAMAÑO (mm)	MODULO DE FINURA	DENSIDAD SUELTA DEL AGREGADO FINO (Kg/dm <sup>3</sup> )	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 <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup> (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 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%.

$$y' = 1.710 - 0.0141x_1 - 0.132x_2$$

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 <sup>c</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	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					
<b>ORIGEN:</b>		Mina Las Viñas-Ambato			
<b>ELABORADO POR</b>		Anthony Morejón	<b>FECHA:</b>		06/11/2024
<b>PROBETAS DE PRUEBA</b>			W/C	0.56	
<b>DATOS DE ENSAYO</b>			<b>CÁLCULOS</b>		
fc	240	kg/cm <sup>2</sup>	CP		POV+2%+8% (POV)
Asentamiento	6-9	cm	DRM	2.38	gr/cm <sup>3</sup>
DRC	2.693	gr/cm <sup>3</sup>	POV	24.88	%
DRA	2.37	gr/cm <sup>3</sup>	CP	288.69	dm <sup>3</sup>
DRR	2.38	gr/cm <sup>3</sup>	W	173.59	kg
POA	43	%	C	309.98	kg
POR	57	%	A	724.89	kg
DOM	1.785	gr/cm <sup>3</sup>	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			
<b>ORIGEN:</b>		Mina Las Viñas-Ambato	
<b>ELABORADO POR</b>		Anthony Morejón	<b>FECHA:</b> 06/11/2024
DOSIFICACIÓN AL PESO			
MATERIAL	CANTIDAD EN KG POR m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>

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 <sup>3</sup>	
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/cm<sup>2</sup>, 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 <sup>2</sup>	CP	POV+2%+8% (POV)	
Asentamiento	6-9	cm	DRM	2.38	gr/cm <sup>3</sup>
DRC	2.693	gr/cm <sup>3</sup>	POV	24.88	%
DRA	2.37	gr/cm <sup>3</sup>	CP	288.69	dm <sup>3</sup>
DRR	2.38	gr/cm <sup>3</sup>	W	168.42	kg
POA	43	%	C	323.89	kg
POR	57	%	A	724.89	kg
DOM	1.785	gr/cm <sup>3</sup>	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			
<b>ORIGEN:</b>	Mina Las Viñas-Ambato		
<b>ELABORADO POR</b>	Anthony Morejón	<b>FECHA:</b>	06/11/2024
DOSIFICACIÓN AL PESO			
MATERIAL	CANTIDAD EN KG POR m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>

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								
<b>ORIGEN:</b>	Mina Las Viñas-Ambato							
<b>ELABORADO POR</b>	Anthony Morejón	<b>FECHA:</b>			15/11/2024			
DATOS								
D	0.1	m	N de probetas	3	u			
H	0.2	m	Volumen Requerido	0.005	m <sup>3</sup>			
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/cm<sup>2</sup>, 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 <sup>2</sup>	CP	POV+2%+8%(POV)	
Asentamiento	6-9	cm	DRM	2.38	gr/cm <sup>3</sup>
DRC	2.693	gr/cm <sup>3</sup>	POV	24.88	%
DRA	2.37	gr/cm <sup>3</sup>	CP	288.69	dm <sup>3</sup>
DRR	2.38	gr/cm <sup>3</sup>	W	173.59	kg
POA	43	%	C	309.98	kg
POR	57	%	A	724.89	kg
DOM	1.785	gr/cm <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>

*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 <sup>3</sup>			
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  $240\text{ kg/cm}^2$ , 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		
$f_c$	240	kg/cm <sup>2</sup>	CP		POV+2%+8% (POV)
Asentamiento	6-9	cm	DRM	2.52	gr/cm <sup>3</sup>
DRC	2.693	gr/cm <sup>3</sup>	POV	29.15	%
DRA	2.69	gr/cm <sup>3</sup>	CP	334.78	dm <sup>3</sup>
DRR	2.38	gr/cm <sup>3</sup>	W	173.59	kg
POA	46	%	C	309.98	kg
POR	54	%	A	823.14	kg
DOM	1.787	gr/cm <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>

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 <sup>3</sup>		
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  $240\text{kg/cm}^2$ , 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 <sup>2</sup>	CP	POV+2%+8%(POV)	
Asentamiento	6-9	cm	DRM	2.56	gr/cm <sup>3</sup>
DRC	2.693	gr/cm <sup>3</sup>	POV	30.13	%
DRA	2.78	gr/cm <sup>3</sup>	CP	345.38	dm <sup>3</sup>
DRR	2.38	gr/cm <sup>3</sup>	W	173.59	kg
POA	44	%	C	309.98	kg
POR	56	%	A	800.73	kg
DOM	1.786	gr/cm <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>

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 <sup>3</sup>		
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/cm<sup>2</sup>, 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 <sup>2</sup>	CP	POV+2%+8% (POV)	
Asentamiento	6-9	cm	DRM	2.60	gr/cm <sup>3</sup>
DRC	2.693	gr/cm <sup>3</sup>	POV	31.29	%
DRA	2.83	gr/cm <sup>3</sup>	CP	357.98	dm <sup>3</sup>
DRR	2.38	gr/cm <sup>3</sup>	W	173.59	kg
POA	49	%	C	309.98	kg
POR	51	%	A	890.28	kg
DOM	1.787	gr/cm <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>

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 <sup>3</sup>			
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  $240\text{kg/cm}^2$ , 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 <sup>2</sup>	CP		POV+2%+8% (POV)
Asentamiento	6-9	cm	DRM	2,61	gr/cm <sup>3</sup>
DRC	2,693	gr/cm <sup>3</sup>	POV	31,91	%
DRA	2,96	gr/cm <sup>3</sup>	CP	364,61	dm <sup>3</sup>
DRR	2,38	gr/cm <sup>3</sup>	W	173,59	kg
POA	40	%	C	309,98	kg
POR	60	%	A	752,30	kg
DOM	1,779	gr/cm <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>

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 <sup>3</sup>		
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/cm<sup>2</sup>, 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 <sup>2</sup>		CP		POV+2%+8%(POV)			
Asentamiento	6-9	cm		DRM	2.38	gr/cm <sup>3</sup>			
DRC	2.693	gr/cm <sup>3</sup>		POV	25.04	%			
DRA	2.37	gr/cm <sup>3</sup>		CP	290.44	dm <sup>3</sup>			
DRR	2.38	gr/cm <sup>3</sup>		W	173.59	kg			
POA	41	%		C	309.98	kg			
POR	59	%		A	689.48	kg			
DOM	1.781	gr/cm <sup>3</sup>		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			
<b>ORIGEN:</b>	Mina Las Viñas-Ambato		
<b>ELABORADO POR</b>	Anthony Morejón	<b>FECHA:</b>	15/11/2024
DOSIFICACIÓN AL PESO			
MATERIAL	CANTIDAD EN KG POR m <sup>3</sup> 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
<b>TOTAL</b>	2169.42		kg/m <sup>3</sup>

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								
<b>ORIGEN:</b>	Mina Las Viñas-Ambato							
<b>ELABORADO POR</b>	Anthony Morejón	<b>FECHA:</b>			15/11/2024			
DATOS								
D	0.1	m	N de probetas	9	u			
H	0.2	m	Volumen Requerido	0.014	m <sup>3</sup>			
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 240 kg/cm<sup>2</sup>, 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 <sup>2</sup>	CP	POV+2%+8% (POV)	
Asentamiento	6-9	cm	DRM	2.38	gr/cm <sup>3</sup>
DRC	2.693	gr/cm <sup>3</sup>	POV	24.88	%
DRA	2.37	gr/cm <sup>3</sup>	CP	288.69	dm <sup>3</sup>
DRR	2.38	gr/cm <sup>3</sup>	W	168.42	kg
POA	43	%	C	323.89	kg
POR	57	%	A	724.89	kg
DOM	1.785	gr/cm <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>

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 <sup>3</sup>			
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	Its		
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/cm<sup>2</sup>, 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 <sup>2</sup>		CP		POV+2%+8%(POV)			
Asentamiento	6-9	cm		DRM	2.52	gr/cm <sup>3</sup>			
DRC	2.693	gr/cm <sup>3</sup>		POV	29.15	%			
DRA	2.69	gr/cm <sup>3</sup>		CP	334.78	dm <sup>3</sup>			
DRR	2.38	gr/cm <sup>3</sup>		W	161.19	kg			
POA	46	%		C	309.98	kg			
POR	54	%		A	823.14	kg			
DOM	1.787	gr/cm <sup>3</sup>		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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>

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 <sup>3</sup>	
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/cm<sup>2</sup>, 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					
<b>ORIGEN:</b>	Mina Las Viñas-Ambato				
<b>ELABORADO POR</b>	Anthony Morejón		<b>FECHA:</b>	06/11/2024	
<b>TAMAÑO NOMINAL</b>	#16		W/C	0.52	
DATOS DE ENSAYO			CÁLCULOS		
fc	240	kg/cm <sup>2</sup>	CP	POV+2%+8%(POV)	
Asentamiento	6-9	cm	DRM	2.56	gr/cm <sup>3</sup>
DRC	2.693	gr/cm <sup>3</sup>	POV	30.13	%
DRA	2.78	gr/cm <sup>3</sup>	CP	345.38	dm <sup>3</sup>
DRR	2.38	gr/cm <sup>3</sup>	W	161.19	kg
POA	44	%	C	309.98	kg
POR	56	%	A	800.73	kg
DOM	1.786	gr/cm <sup>3</sup>	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			
<b>ORIGEN:</b>	Mina Las Viñas-Ambato		
<b>ELABORADO POR</b>	Anthony Morejón	<b>FECHA:</b>	15/11/2024
DOSIFICACIÓN AL PESO			
MATERIAL	CANTIDAD EN KG POR m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

**Tabla 61.** Corrección de humedad  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>-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 <sup>3</sup>		
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/cm<sup>2</sup>, 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/cm<sup>2</sup>-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			
fc	240	kg/cm <sup>2</sup>	CP		POV+2%+8%(POV)	
Asentamiento	6-9	cm	DRM	2,60	gr/cm <sup>3</sup>	
DRC	2,693	gr/cm <sup>3</sup>	POV	31,29	%	
DRA	2,83	gr/cm <sup>3</sup>	CP	357,98	dm <sup>3</sup>	
DRR	2,38	gr/cm <sup>3</sup>	W	168,42	kg	
POA	49	%	C	323,89	kg	
POR	51	%	A	890,28	kg	
DOM	1,787	gr/cm <sup>3</sup>	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			
<b>ORIGEN:</b>	Mina Las Viñas-Ambato		
<b>ELABORADO POR</b>	Anthony Morejón	<b>FECHA:</b>	15/11/2024
DOSIFICACIÓN AL PESO			
MATERIAL	CANTIDAD EN KG POR m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

**Tabla 64.** Corrección de humedad  $f'c$  280kg/cm<sup>2</sup>-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								
<b>ORIGEN:</b>	Mina Las Viñas-Ambato							
<b>ELABORADO POR</b>	Anthony Morejón	<b>FECHA:</b>			15/11/2024			
DATOS								
D	0.1	m	N de probetas	9	u			
H	0.2	m	Volumen Requerido	0.014	m <sup>3</sup>			
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/cm<sup>2</sup>, 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					
<b>ORIGEN:</b>	Mina Las Viñas-Ambato				
<b>ELABORADO POR</b>	Anthony Morejón	<b>FECHA:</b>		06/11/2024	
<b>TAMAÑO NOMINAL</b>	#50	W/C		0.52	
DATOS DE ENSAYO			CÁLCULOS		
fc	240	kg/cm <sup>2</sup>	CP		POV+2%+8%(POV)
Asentamiento	6-9	cm	DRM	2.61	gr/cm <sup>3</sup>
DRC	2.693	gr/cm <sup>3</sup>	POV	31.91	%
DRA	2.96	gr/cm <sup>3</sup>	CP	364.61	dm <sup>3</sup>
DRR	2.38	gr/cm <sup>3</sup>	W	161.19	kg
POA	40	%	C	309.98	kg
POR	60	%	A	752.30	kg
DOM	1.779	gr/cm <sup>3</sup>	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			
<b>ORIGEN:</b>	Mina Las Viñas-Ambato		
<b>ELABORADO POR</b>	Anthony Morejón	<b>FECHA:</b>	06/11/2024
DOSIFICACIÓN AL PESO			
MATERIAL	CANTIDAD EN KG POR m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>

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								
<b>ORIGEN:</b>			Mina Las Viñas-Ambato					
<b>ELABORADO POR</b>			Anthony Morejón			<b>FECHA:</b>		15/11/2024
DATOS								
D	0.1	m	N de probetas		9		u	
H	0.2	m	Volumen Requerido		0.014		m <sup>3</sup>	
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/cm<sup>2</sup>, 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						
<b>ORIGEN:</b>			Mina Las Viñas-Ambato			
<b>ELABORADO POR</b>			Anthony Morejón		<b>FECHA:</b>	
<b>TAMAÑO NOMINAL</b>			#100		W/C	
					0.52	
DATOS DE ENSAYO				CÁLCULOS		
fc	240	kg/cm <sup>2</sup>	CP		POV+2%+8% (POV)	
Asentamiento	6-9	cm	DRM	2.38	gr/cm <sup>3</sup>	
DRC	2.693	gr/cm <sup>3</sup>	POV	25.04	%	
DRA	2.37	gr/cm <sup>3</sup>	CP	290.44	dm <sup>3</sup>	
DRR	2.38	gr/cm <sup>3</sup>	W	161.19	kg	
POA	41	%	C	309.98	kg	
POR	59	%	A	689.48	kg	
DOM	1.781	gr/cm <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>

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 <sup>3</sup>			
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/cm<sup>2</sup>, 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  $2200.63 \text{ kg/m}^3$  para la resistencia de  $240 \text{ kg/cm}^2$  y  $2256.25 \text{ kg/m}^3$  para la resistencia de  $280 \text{ kg/cm}^2$  cumpliendo con el rango de un hormigón simple de  $2200 \text{ kg/m}^3$  a  $2300 \text{ kg/m}^3$  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  $2232.71 \text{ kg/m}^3$  para la resistencia

de  $240 \text{ kg/cm}^2$  y  $2298.13 \text{ kg/m}^3$  para la resistencia de  $280 \text{ kg/cm}^2$  cumpliendo con el rango de un hormigón simple de  $2200 \text{ kg/m}^3$  a  $2400 \text{ kg/m}^3$  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  $240 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  una resistencia promedio de  $172.31 \text{ kg/cm}^2$  y  $198.41 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente.

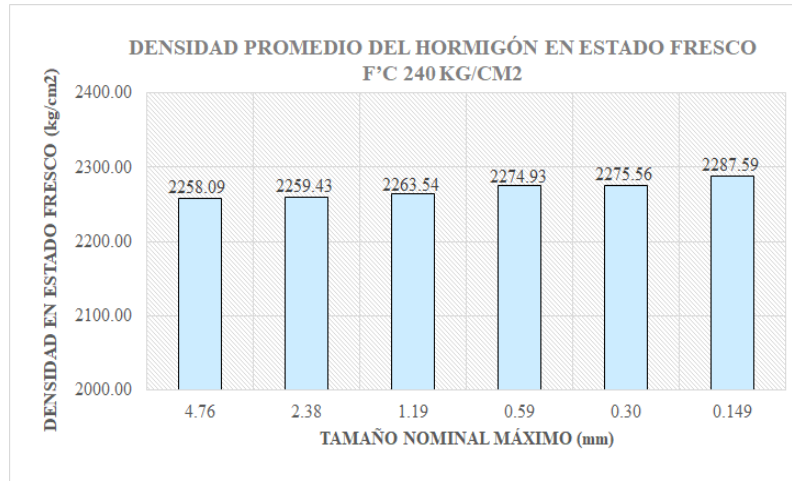
Una vez comprobado la resistencia de los cilindros de prueba se procede a realizar los cilindros con variación en el tamaño nominal máximo del agregado fino.

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

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

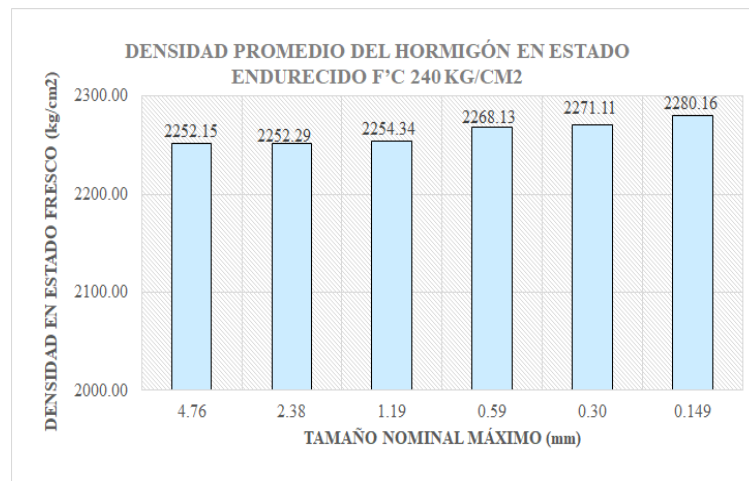
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE									
MUESTRA DE PRUEBAS RESISTENCIA 240 KG/CM2									
NORMA:					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  $2258.09 \text{ kg/m}^3$ ,  $2259.43 \text{ kg/m}^3$ ,  $2263.54 \text{ kg/m}^3$ ,  $2274.93 \text{ kg/m}^3$  y  $2275.56 \text{ kg/m}^3$  y  $2287.59 \text{ kg/m}^3$  correspondientemente, cumpliendo con el rango de un hormigón simple de resistencia de  $240 \text{ kg/cm}^2$  de  $1842 \text{ kg/m}^3$  a  $2483 \text{ kg/m}^3$  en estado fresco.



Gráfica 1. Densidad promedio del hormigón en estado fresco ( $f'c=240$  kg/cm<sup>2</sup>)

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz





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

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

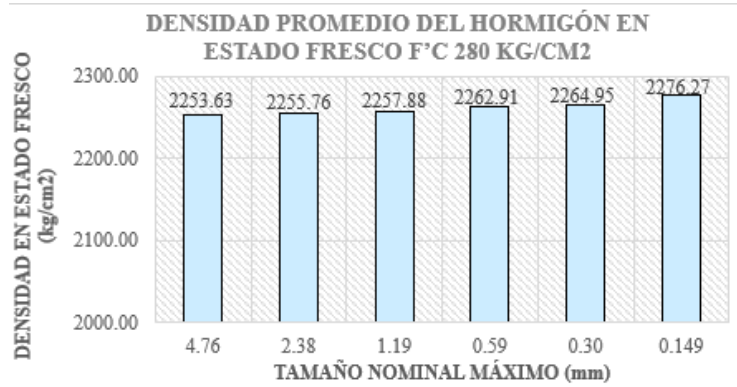
**Análisis:** En la gráfica 1 y 2, se distingue la diferencia de densidad siendo el aumento más notable en estado endurecido.

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									
Número de Cilindro	TAMAÑO DEL AGREGADO FINO (mm)	10		20		Volumen		0.0016	m <sup>3</sup>
		cm	Altura	cm	Altura	PROMEDIO (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad en estado endurecido (Kg/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (kg/m <sup>3</sup> )	
		Peso del Molde (kg)	Peso del molde + Fresca (kg)	Peso muestra Fresca (kg)	Peso muestra seca (kg)	Densidad en estado fresco (Kg/m <sup>3</sup> )			
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	

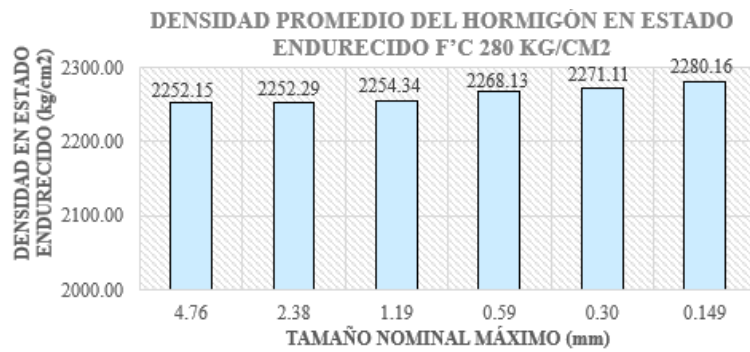
**Análisis:** Con los resultados de la tabla 75, se determinó las propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido dando una densidad promedio de los 9 cilindros para las muestras #4, #8, #16, #30, #50, #100 de  $2253.63 \text{ kg/m}^3$ ,  $2255.76 \text{ kg/m}^3$ ,  $2257.88$

$kg/m^3$ ,  $2262.91 kg/m^3$ ,  $2264.95 kg/m^3$  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



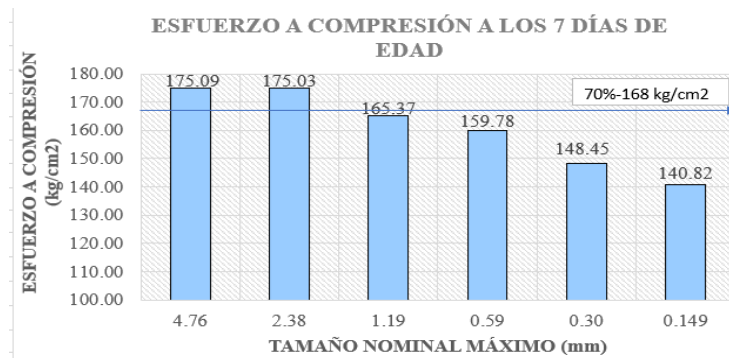
- Cilindros de  $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$

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 <sup>2</sup> )	Carga P (Kn)	Carga P (Kg)	Esfuerzo a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo a compresión promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Rango a los 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )
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  $240 \text{ kg/cm}^2$ . 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  $175.09 \text{ kg/cm}^2$ . Asimismo, los cilindros de 2.38 mm (tamiz #8) exhibieron un esfuerzo medio de  $175.03 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que los de 1.19 mm (tamiz #16), 0.59 mm (tamiz #30) y 0.297 mm (tamiz #50) presentaron esfuerzos de  $165.37 \text{ kg/cm}^2$ ,  $159.78 \text{ kg/cm}^2$  y  $148.45 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente. Para los cilindros de 0.149 mm (tamiz #100), el esfuerzo promedio fue de  $140.82 \text{ kg/cm}^2$ . Los valores de las dos últimas variaciones no cumplen con el rango de  $156 \text{ kg/cm}^2$  límite inferior y  $180 \text{ kg/cm}^2$  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.

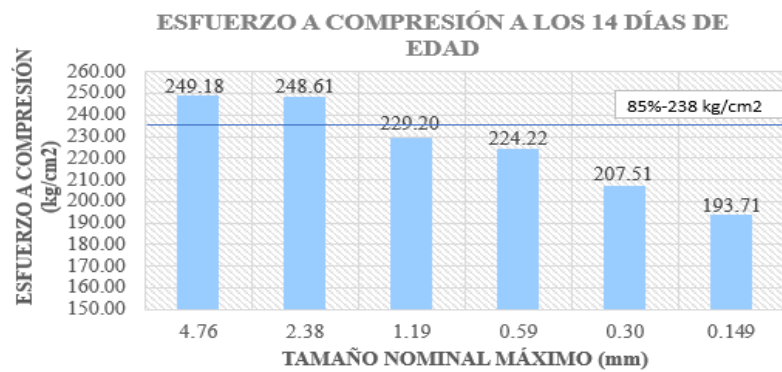
Tabla 77 Resistencia a la compresión de las muestras  $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días

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 <sup>2</sup> )	Carga P (Kn)	Carga P (Kg)	Esfuerzo a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo a compresión promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Rango a los 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )
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  $240 \text{ kg/cm}^2$ . 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  $209.80 \text{ kg/cm}^2$ . Asimismo, los cilindros de 2.38 mm (tamiz #8) exhibieron un esfuerzo medio de  $200.82 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que los de 1.19 mm (tamiz #16), 0.59 mm (tamiz #30) y 0.297 mm (tamiz #50) presentaron esfuerzos de  $200.03 \text{ kg/cm}^2$ ,  $190.88 \text{ kg/cm}^2$  y  $171.10 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente. Para el cilindro de 0.149 mm (tamiz #100), el esfuerzo promedio fue de  $161.37 \text{ kg/cm}^2$ . Los valores de las dos últimas variaciones no cumplen con el rango de  $156 \text{ kg/cm}^2$  límite inferior y  $180 \text{ kg/cm}^2$  límite superior.





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

Fuente: Anthony Xavier Morejón Ortiz

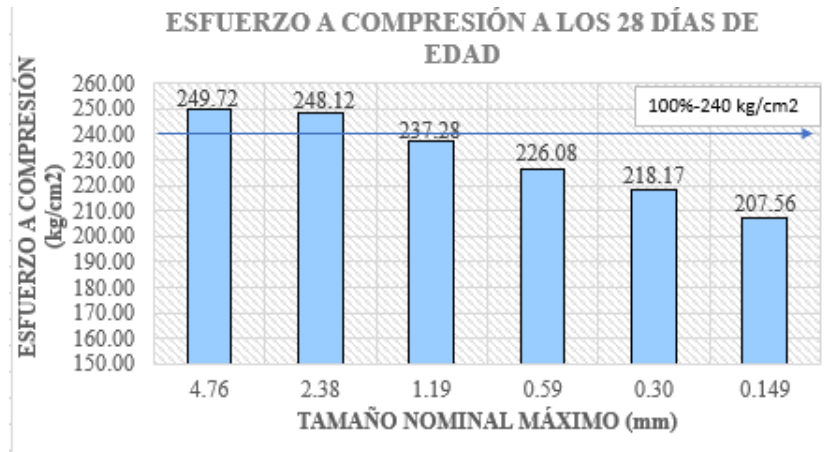
**Análisis:** En la gráfica 6, las probetas cilíndricas con el tamaño nominal de 0.30 mm y 0.149 mm no llegaron al 85 % de la resistencia esperada lo cual fue previsto desde la recolección de datos de los 7 días.

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

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 							
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 <sup>2</sup> )	Carga P (Kn)	Carga P (Kg)	Esfuerzo a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo a compresión promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Rango a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )
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  $240 \text{ kg/cm}^2$ . 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  $249.72 \text{ kg/cm}^2$ . Asimismo, los cilindros de 2.38 mm (tamiz #8) exhibieron un esfuerzo medio de  $248.12 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que los de 1.19 mm (tamiz #16), 0.59 mm (tamiz #30) y 0.297 mm (tamiz #50) presentaron esfuerzos de  $237.28 \text{ kg/cm}^2$ ,  $226.08 \text{ kg/cm}^2$  y  $218.17 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente. Para el cilindro de 0.149 mm (tamiz #100), el esfuerzo promedio fue de  $207.56 \text{ kg/cm}^2$ . Los valores de las dos últimas variaciones no cumplen con el rango de  $228 \text{ kg/cm}^2$  límite inferior y  $252 \text{ kg/cm}^2$  límite superior.



Gráfica 7. Esfuerzo a compresión 28 días ( $f'c=240$  kg/cm<sup>2</sup>)

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.

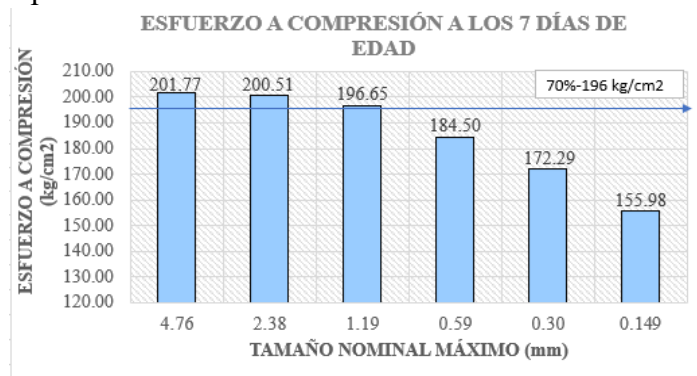
- **Cilindros de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>**

Tabla 79. Resistencia a la compresión de las muestras  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> )	Carga P (Kn)	Carga P (Kg)	Esfuerzo a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo a compresión promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Rango a los 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )
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  $280 \text{ kg/cm}^2$ . 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  $201.77 \text{ kg/cm}^2$ . Asimismo, los cilindros de 2.38 mm (tamiz #8) exhibieron un esfuerzo medio de  $200.51 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que los de 1.19 mm (tamiz #16), 0.59 mm (tamiz #30) y 0.297 mm (tamiz #50) presentaron esfuerzos de  $196.65 \text{ kg/cm}^2$ ,  $184.50 \text{ kg/cm}^2$  y  $172.29 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente. Para los cilindros de 0.149 mm (tamiz #100), el esfuerzo promedio fue de  $155.98 \text{ kg/cm}^2$ . Los valores de las dos últimas variaciones no cumplen con el rango de  $182 \text{ kg/cm}^2$  límite inferior y  $210 \text{ kg/cm}^2$  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  $240 \text{ kg/cm}^2$ .

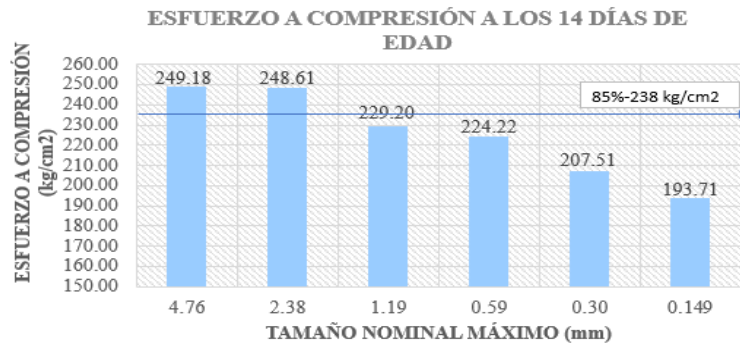
Tabla 80. Resistencia a la compresión de las muestras  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días

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 <sup>2</sup> )	Carga P (Kn)	Carga P (Kg)	Esfuerzo a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo a compresión promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Rango a los 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )
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  $280 \text{ kg/cm}^2$ . 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  $249.18 \text{ kg/cm}^2$ . Asimismo, los cilindros de 2.38 mm (tamiz #8) exhibieron un esfuerzo medio de  $248.61 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que los de 1.19 mm (tamiz #16), 0.59 mm (tamiz #30) y 0.297 mm (tamiz #50) presentaron esfuerzos de  $229.20 \text{ kg/cm}^2$ ,  $224.22 \text{ kg/cm}^2$  y  $207.51 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente. Para el cilindro de 0.149 mm (tamiz #100), el esfuerzo promedio fue de  $193.71 \text{ kg/cm}^2$ . Los valores de las dos últimas variaciones no cumplen con el rango de  $224 \text{ kg/cm}^2$  límite inferior y  $252 \text{ kg/cm}^2$  límite superior.





Gráfica 9. Esfuerzo a compresión 14 días ( $f'c=240$  kg/cm<sup>2</sup>)

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/cm<sup>2</sup> a los 28 días

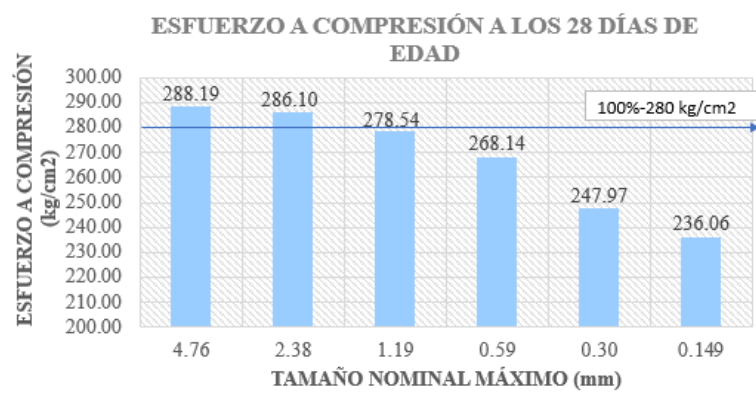
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA							
MUESTRA DE PRUEBAS RESISTENCIA 240 KG							
ORIGEN:		Mina Las Viñas-Ambato					
ELABORADO POR		Anthony 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 <sup>2</sup> )	Carga P (Kn)	Carga P (Kg)	Esfuerzo a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo a compresión promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Rango a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )
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/cm<sup>2</sup>. 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  $288.19 \text{ kg/cm}^2$ . Asimismo, los cilindros de 2.38 mm (tamiz #8) exhibieron un esfuerzo medio de  $286.10 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que los de 1.19 mm (tamiz #16), 0.59 mm (tamiz #30) y 0.297 mm (tamiz #50) presentaron esfuerzos de  $278.54 \text{ kg/cm}^2$ ,  $268.14 \text{ kg/cm}^2$  y  $247.97 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente. Para el cilindro de 0.149 mm (tamiz #100), el esfuerzo promedio fue de  $236.06 \text{ kg/cm}^2$ . Los valores de las 3 últimas variaciones no cumplen con el rango de  $266 \text{ kg/cm}^2$  límite inferior y  $294 \text{ kg/cm}^2$  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:		08/01/2024					
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		
			$\bar{y} =$	SUMATORIA							21.616	958.814		
				SUMA TOTAL DE CUADRADOS (STC)							980.430			
				COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R <sup>2</sup> (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/cm<sup>2</sup>, 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 <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup> (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/cm<sup>2</sup>, 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															
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	$y' =$	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 <sup>2</sup> (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/cm<sup>2</sup>, 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/cm <sup>2</sup> )	$y=a+b_1x_1+b_2x_2$		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 <sup>2</sup> (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/cm<sup>2</sup>, 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 (e)	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 <sup>2</sup>	y' - $\bar{y}$
1	4.76	2.75	249.18				250.040					-0.864	0.746	4193.220
2	2.38	2.49	248.61				245.272					3.336	11.129	3598.383
3	1.19	2.02	229.20				234.376					-5.172	26.754	2409.911
4	0.59	1.40	224.22				218.909					5.308	28.179	1130.523
5	0.30	1.06	207.51				210.325					-2.813	7.912	626.979
6	0.15	0.40	193.71				193.506					0.205	0.042	67.573
			$\bar{y}$ =	SUMATORIA			12101.351					74.762	12026.589	
				SUMA TOTAL DE CUADRADOS (STC)			12101.351							
				COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R <sup>2</sup> (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/cm<sup>2</sup>, 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  $240 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  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  $240 \text{ kg/cm}^2$  y una correlación de 99.92% en la resistencia de  $280 \text{ kg/cm}^2$ . 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  $249.72 \text{ kg/cm}^2$  y para el tamiz #100 (0.149) una resistencia de  $207.56.06 \text{ kg/cm}^2$  considerando la resistencia diseñada de  $240 \text{ kg/cm}^2$  y se

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

- 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  $278.5 \text{ kg/cm}^2$ , para la resistencia diseñada de  $280 \text{ kg/cm}^2$ .

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



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



<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 13</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 14</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 15</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Descripción:</b> Secado de agregado fino.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Descripción:</b> Elaboración de hormigón.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Descripción:</b> Elaboración de hormigón.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 16</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 17</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 18</b></p>
		
<p style="text-align: center;"><b>Descripción:</b> Elaboración de cilindros de 240kg/cm<sup>2</sup>.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Descripción:</b> Elaboración de cilindros 280kg/cm<sup>2</sup>.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Descripción:</b> Compactación mediante golpe de martillo de goma.</p>

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