



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

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

TEMA:

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

AUTORA: Nicole De Los Ángeles Ruiz Gutiérrez

TUTORA: Ing. Lourdes Gabriela Peñafiel Valla, Mg.

AMBATO - ECUADOR

Febrero - 2024


APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del presente Trabajo Experimental, para la obtención del Título de Ingeniera Civil, con el tema: **“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”**, elaborado por la Srta. Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez, portadora de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804881371, 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 autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2024



Ing. Lourdes Gabriela Peñafiel Valla, Mg.

TUTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez con C.I. 1804881371, declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente Trabajo Experimental con el tema: **“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO 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



Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

C.I. 1804881371

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y proceso 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



Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

C.I. 1804881371

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por la estudiante Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”**.


Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:



Ing. Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Wladimir José Ramírez Cabrera, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Con mucho cariño dedicó este trabajo a mis abuelitos Raúl y Mercedes por ser el pilar fundamental de mi vida, quienes con todo su amor me cuidaron, me educaron, me inculcaron valores y me vieron crecer.

A mis padres, por todos los sacrificios llenos de amor que hicieron por mí, por ser los responsables de haber llegado a esta etapa de mi vida, acompañándome y apoyándome siempre que lo necesité para permitirme llegar a ser una profesional.

A mis hermanos, por motivarme a seguir adelante para darles un gran ejemplo como su hermana mayor y demostrarles que con esfuerzo todo se puede lograr.

A Sara y Jonathan, por estar conmigo siempre, apoyándome en mis locuras, escuchándome, aconsejándome, sacándome más de una sonrisa y dándome aliento para seguir luchando por mis sueños.

A todos mis amigos, con los que eh recorrido esta aventura para ser profesional.

Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la vida, la posibilidad de andar y recorrer un camino lleno de emociones y momentos únicos que me forjaron como persona.

A la Universidad Técnica de Ambato, por ser mi segundo hogar y brindarme la oportunidad de formarme como profesional.

A mi tutora Ing. Gabriela Peñafiel, Mg., por ser quien con paciencia, orientaciones y consejos me guio para culminar mi proyecto de titulación.

A todos los docentes, por compartir sus conocimientos y experiencias profesionales los cuales me han permitido llegar a este punto de mi carrera y por fomentar mediante actividades recreativas la convivencia entre compañeros formando recuerdos muy bonitos para toda la vida.

A todos los amigos que hice en mi camino, por enseñarme cuando no entendía, por tenerme paciencia, por ayudarme, escucharme y aconsejarme cuando más lo necesitaba, por todas las alegrías, enojos, tristezas, preocupaciones, maquetas, proyectos, partidas de juegos y papitas fritas que compartimos, por demostrarme que la vida no solo es estudiar sino vivirla llenándola de anécdotas para contar y que hay un mundo entero por conocer, verdaderamente desde el fondo de mi corazón me siento afortunada de haberlos conocido, definitivamente los amigos son la familia que uno elige.

Finalmente, a mis amigos Paul y Anthony por su ayuda en el desarrollo de este proyecto y ser mis mejores amigos incondicionales en todo el transcurso de mi carrera

Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

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 GRÁFICAS	xiv
RESUMEN EJECUTIVO	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.2 Objetivos	6
1.2.1 Objetivo General	6
1.2.2 Objetivos Específicos	6
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.	7
2.1 Materiales	7
2.2 Métodos	8
2.2.1 Actividades preliminares	8
2.2.1.1 Búsqueda de información bibliográfica	8
2.2.1.2 Obtención de materia prima	9
2.2.2 Método para la fase 1	9
2.2.2.1 Análisis granulométrico de los áridos	9
2.2.2.1 Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino	10
2.2.2.1 Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso	11

2.2.2.1 Densidad aparente suelta y compactada de los agregados fino y grueso	12
2.2.2.1 Densidad combinada de los agregados	12
2.2.2.1 Contenido de humedad de los áridos	13
2.2.2.1 Densidad del cemento	13
2.2.3 Método para la fase 2	13
2.2.3.1 Población y muestra	14
2.2.3.2 Método de las densidades óptimas.....	14
2.2.3.3 Corrección por humedad.....	16
2.2.3.4 Elaboración de cilindros de prueba.....	17
2.2.3.5 Elaboración de cilindros definitivos.....	17
2.2.3.6 Propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido	17
2.2.3.7 Curado del hormigón.....	18
2.2.4 Método para la fase 3	19
2.2.4.1 Ensayo de resistencia a compresión.....	19
2.2.4.1 Propuesta de correlaciones.....	19
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
3.1 Análisis y discusión de los resultados.	22
3.1.1 Resultados de la fase 1	22
3.1.2 Resultados de la fase 2	42
3.1.2.1 Resultados de la dosificación mediante el método de la densidad óptima y corrección por humedad.....	42
3.1.2.2 Resultados de los cilindros de prueba	54
3.1.2.3 Resultados de los cilindros definitivos.....	61
3.1.3 Resultados de la fase 3	67
3.1.3.1 Resultados de ensayos de resistencia a compresión.....	67
3.1.3.2 Resultados de las correlaciones propuestas por Coeficiente de Pearson	79

3.1.3.2.1 Resultados correlaciones entre tamaño agregado grueso/resistencia a compresión	79
3.1.3.2.2 Resultados correlaciones entre densidad/resistencia a compresión	88
3.2 Verificación de hipótesis.....	91
3.2.1 Hipótesis.....	91
3.2.2 Verificación	91
CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
4.1 Conclusiones.....	92
4.2 Recomendaciones	93
C. MATERIALES DE REFERENCIA	94
ANEXOS.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos para gradación de áridos gruesos.....	10
Tabla 2. Requisitos para gradación áridos finos.....	10
Tabla 3. Cantidad total de especímenes	14
Tabla 4. Nomenclatura para cálculos método densidad óptima.....	14
Tabla 5. Cantidad de pasta dependiente del asentamiento	15
Tabla 6. Relación agua/cemento en base a resistencia de diseño.....	16
Tabla 7. Consistencia acorde al asentamiento.....	18
Tabla 8 Análisis granulométrico del agregado fino.....	23
Tabla 9. Análisis granulométrico agregado grueso TMN 1".....	24
Tabla 10. Análisis granulométrico agregado grueso TMN 3/4".....	25
Tabla 11. Análisis granulométrico agregado grueso TMN 1/2".....	26
Tabla 12. Análisis granulométrico agregado grueso TMN 3/8".....	27
Tabla 13. Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino.....	28
Tabla 14. Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso TMN 1".....	29
Tabla 15. Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso TMN 3/4".....	30
Tabla 16. Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso TMN 1/2".....	31
Tabla 17. Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso TMN 3/8".....	32
Tabla 18. Densidad aparente suelta y compactada del agregado fino	33
Tabla 19. Densidad aparente suelta y compactada de los agregados gruesos	34
Tabla 20. Densidad combinada de los agregados para TMN 1"	35
Tabla 21. Densidad combinada de los agregados para TMN 3/4"	36
Tabla 22. Densidad combinada de los agregados para TMN 1/2"	38
Tabla 23. Densidad combinada de los agregados para TMN 3/8"	39
Tabla 24. Contenido de humedad de los agregados gruesos con TMN 1", 3/4", 1/2" y 3/8"	40
Tabla 25. Contenido de humedad del agregado fino	41
Tabla 26. Densidad del cemento	41
Tabla 27. Dosificación para $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ (agregado grueso TMN 1").....	42
Tabla 28. Dosificación para $f'c= 240 \text{ kg/cm}^2$ por peso (agregado grueso TMN 1")..	43
Tabla 29. Corrección por humedad (agregado grueso TMN 1").....	43
Tabla 30. Dosificación para $f'c= 240 \text{ kg/cm}^2$ (agregado grueso TMN 3/4").....	44
Tabla 31. Dosificación para $f'c= 240 \text{ kg/cm}^2$ por peso (agregado grueso TMN 3/4")	44

Tabla 32. Corrección por humedad (agregado grueso TMN 3/4").....	45
Tabla 33. Dosificación para $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ (agregado grueso TMN 1/2").....	45
Tabla 34. Dosificación para $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ por peso (agregado grueso TMN 1/2").....	46
Tabla 35. Corrección por humedad (agregado grueso TMN 1/2").....	46
Tabla 36. Dosificación para $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ (agregado grueso TMN 3/8").....	47
Tabla 37. Dosificación para $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ por peso (agregado grueso TMN 3/8").....	47
Tabla 38. Corrección por humedad (agregado grueso TMN 3/8").....	48
Tabla 39. Dosificación para $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (agregado grueso TMN 1").....	48
Tabla 40. Dosificación para $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ por peso (agregado grueso TMN 1") ..	49
Tabla 41. Corrección por humedad (agregado grueso TMN 1").....	49
Tabla 42. Dosificación para $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (agregado grueso TMN 3/4").....	50
Tabla 43. Dosificación para $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ por peso (agregado grueso TMN 3/4").....	50
Tabla 44. Corrección por humedad (agregado grueso TMN 3/4").....	51
Tabla 45. Dosificación para $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (agregado grueso TMN 1/2").....	51
Tabla 46. Dosificación para $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ por peso (agregado grueso TMN 1/2").....	52
Tabla 47. Corrección por humedad (agregado grueso TMN 1/2").....	52
Tabla 48. Dosificación para $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (agregado grueso TMN 3/8").....	53
Tabla 49. Dosificación para $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ por peso (agregado grueso TMN 3/8").....	53
Tabla 50. Corrección por humedad (agregado grueso TMN 3/8").....	54
Tabla 51. Propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido ($f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$, TMN 1").....	55
Tabla 52. Resistencia a compresión de los especímenes de prueba a los 7 días ($f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$, TMN 1")	56
Tabla 53. Rangos de resistencia a compresión $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ (TMN 1")	56
Tabla 54. Propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, TMN 1").....	58
Tabla 55. Resistencia a compresión de los especímenes de prueba a los 7 días ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, TMN 1")	59
Tabla 56. Rangos de resistencia a compresión $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (TMN 1").....	59
Tabla 57. Propiedades del hormigón en estado fresco $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$	61
Tabla 58. Propiedades del hormigón en estado fresco $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	62
Tabla 59. Densidad en estado fresco y endurecido especímenes $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$	63
Tabla 60. Densidad en estado fresco y endurecido especímenes $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	65

Tabla 61. Resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 7 días ($f'c= 240$ kg/cm ²).....	67
Tabla 62. Resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 14 días ($f'c= 240$ kg/cm ²).....	69
Tabla 63. Resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 28 días ($f'c= 240$ kg/cm ²).....	71
Tabla 64. Resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 7 días ($f'c= 280$ kg/cm ²).....	73
Tabla 65. Resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 14 días ($f'c= 280$ kg/cm ²).....	75
Tabla 66. Resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 28 días ($f'c= 280$ kg/cm ²).....	77
Tabla 67. Propuesta de correlación $f'c= 240$ kg/cm ² (7 días).....	79
Tabla 68. Propuesta de correlación $f'c= 240$ kg/cm ² (14 días).....	81
Tabla 69. Propuesta de correlación $f'c= 240$ kg/cm ² (28 días).....	82
Tabla 70. Propuesta de correlación $f'c= 280$ kg/cm ² (7 días).....	84
Tabla 71. Propuesta de correlación $f'c= 280$ kg/cm ² (14 días).....	85
Tabla 72. Propuesta de correlación $f'c= 280$ kg/cm ² (28 días).....	87
Tabla 73. Promedio de correlaciones	88
Tabla 74. Correlación entre densidad/resistencia ($f'c= 240$ kg/cm ²).....	89
Tabla 75. Correlación entre densidad/resistencia ($f'c= 280$ kg/cm ²).....	90

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Correlación positiva o negativa.....	20
Gráfica 2. Curva granulométrica del agregado fino.....	23
Gráfica 3. Curva granulométrica agregado grueso TMN 1"	24
Gráfica 4. Curva granulométrica agregado grueso TMN 3/4"	25
Gráfica 5. Curva granulométrica agregado grueso TMN 1/2"	26
Gráfica 6. Curva granulométrica agregado grueso TMN 3/8"	27
Gráfica 7. Curva densidad compactada de los agregados TMN 1"	35
Gráfica 8. Curva densidad compactada de los agregados para TMN 3/4"	37
Gráfica 9. Curva densidad compactada de los agregados para 1/2"	38
Gráfica 10. Curva densidad compactada de los agregados para TMN 3/8"	39
Gráfica 11. Curva edad vs resistencia a compresión $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ (TMN 1").....	57
Gráfica 12. Curva edad vs resistencia a compresión $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	60
Gráfica 13. Densidades promedio en estado fresco ($f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$)	64
Gráfica 14. Densidades promedio en estado fresco ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$)	66
Gráfica 15. Comparación esfuerzo a compresión 7 días $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$	68
Gráfica 16. Comparación esfuerzo a compresión 14 días $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$	70
Gráfica 17. Comparación esfuerzo compresión 28 días $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$	72
Gráfica 18. Comparación esfuerzo compresión 7 días $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	74
Gráfica 19. Comparación esfuerzo compresión 14 días $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	76
Gráfica 20. Comparación esfuerzo compresión 28 días $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	78
Gráfica 21. Regresión lineal a los 7 días ($f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$).....	80
Gráfica 22. Regresión lineal a los 14 días ($f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$)	81
Gráfica 23. Regresión lineal a los 28 días ($f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$).....	83
Gráfica 24. Regresión lineal a los 7 días ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$).....	84
Gráfica 25. Regresión lineal a los 14 días ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$).....	86
Gráfica 26. Regresión lineal a los 28 días ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$).....	87
Gráfica 27. Regresión lineal densidad/resistencia ($f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$)	89
Gráfica 28. Regresión lineal densidad/resistencia ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$)	90

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto aborda el impacto sustancial que tiene el tamaño del agregado grueso en la resistencia a compresión del hormigón simple, donde considerando los tamaños de 1 plg, 3/4 plg, 1/2 plg, 3/8 plg, resistencias de diseño de 240 kg/cm² y de 280 kg/cm² se establecieron correlaciones entre ambas variables conociendo la relación existente entre los factores mencionados.

Se llevó a cabo la determinación de las propiedades de los materiales a utilizar mediante la aplicación de ensayos regidos por algunas de las normas NTE INEN, siguiente a ello se diseñó las dosificaciones de hormigón para cada tamaño nominal máximo del agregado grueso mediante el método de densidades óptimas de la Universidad Central del Ecuador, elaborando así un total de 72 cilindros de hormigón (9 por cada tamaño máximo nominal). Se ensayaron 3 cilindros de acuerdo con cada tamaño máximo nominal a los 7, 14 y 28 días obteniendo la información necesaria para el análisis de datos permitiendo el planteamiento de las correlaciones entre el tamaño nominal máximo del agregado grueso y la resistencia a compresión.

Resultando, un coeficiente de -0.60 indicando que a medida que se reduce el tamaño nominal máximo del agregado se puede obtener resistencias por encima del 100 por ciento de resistencia de diseño, de la misma manera, al proponer correlaciones con la densidad en estado endurecido del hormigón este coeficiente fue de 0.74 es decir que la densidad tiene una mayor influencia que el tamaño. Esto ocurre únicamente para los tamaños mencionados en este estudio.

Palabras Clave: Influencia, Correlaciones, Agregado Grueso, Resistencia, Compresión, Hormigón Simple.

ABSTRACT

This project addresses the substantial impact that the coarse aggregate size has on the compressive strength of plain concrete. Considering sizes of 1 inch, 3/4 inch, 1/2 inch, and 3/8 inch, and design strengths of 240 kg/cm² and 280 kg/cm², correlations were established between both variables, considering the existing relationship between the mentioned factors.

The properties of the materials to be used were determined by applying tests governed by some of the NTE INEN standards. Following this, the concrete mix designs were designed for each nominal maximum size of the coarse aggregate using the Central University of Ecuador's optimum density method. A total of 72 concrete cylinders were produced (9 for each nominal maximum size). 3 cylinders were tested according to each nominal maximum size at 7, 14, and 28 days, obtaining the necessary information for the data analysis, allowing the establishment of correlations between the nominal maximum size of the coarse aggregate and the compressive strength.

The results showed a coefficient of -0.60, indicating that as the nominal maximum size of the aggregate is reduced, strengths above 100 percent of the design strength can be obtained. Similarly, when proposing correlations with the hardened density of the concrete, this coefficient was 0.74, which means that the density has a greater influence than the size. This only occurs for the sizes mentioned in this study.

Keywords: Influence, Correlations, Coarse Aggregate, Compressive, Strength, Plain Concrete.

CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

Un elemento indispensable en toda obra de construcción de edificaciones es el hormigón, conformado por elementos como cemento, agregados gruesos, agregados finos, agua y en algunas ocasiones aditivos especiales que lo ayudan a potenciar sus propiedades. Los agregados que se emplean en el concreto se pueden obtener tanto de forma natural mediante el minado de rocas, así como al romper material rocoso en trituradoras dejando grava de diferentes tamaños las cuales posteriormente son clasificadas como agregado grueso o agregado fino [1], [2].

Para lograr estructuras sólidas y garantizar su durabilidad se debe cuidar la calidad del hormigón, parámetro que depende de factores como: propiedades de los materiales, dosificación, proceso de compactación y curado. Por lo que para tener en consideración las diferentes propiedades como densidades de los agregados pétreos, contenido de humedad, capacidad de absorción entre otros, es sugerible llevar a cabo la dosificación por peso esto debido a que la calidad del material obtenido no está garantizada. Otra razón es que se lleva un mejor control de la precisión mediante el pesaje de los materiales en balanzas. La propiedad mecánica que más destaca para determinar la calidad del concreto es la resistencia a compresión debido a la facilidad de analizarlo mediante ensayos, permitiendo conocer la capacidad de carga que este posee [3], [4].

La propiedad mecánica mencionada está determinada en mayor parte por el agregado grueso por lo que modificar el tamaño nominal máximo del agregado implica un impacto en la resistencia del hormigón. Por lo que hay que considerar que aumentar el tamaño del agregado puede generar microgrietas en el hormigón. Este aspecto es más notorio en concretos con alta y moderada resistencia a la compresión, ya que en concretos con baja relación agua/cemento (a/c) la porosidad se reduce, otro aspecto para tener en cuenta es que, si se elaboran mezclas con la misma relación a/c , pero aplicando diferentes tamaños de agregado será necesario una mayor cantidad de agua en mezclas con agregado de dimensiones menores; es decir, mientras el tamaño del agregado se reduzca el hormigón demandará más cantidad de agua. Por lo que, reducir

el tamaño del agregado grueso, manteniendo una relación a/c específica, puede aumentar la resistencia a la compresión del hormigón [5].

En un análisis realizado por Cazal *et al.* [6] sobre “*La influencia de la forma y la textura de los agregados gruesos en las propiedades del hormigón*” para lo cual calcularon el coeficiente de forma para conocer si el agregado es esférico o alargado, este coeficiente aplica solo para partículas con tamaños superiores a 6.3 mm, donde sí el coeficiente se acerca a 1 la partícula se considera esférica. Una vez determinado la forma del agregado procedieron con la elaboración de 10 probetas cilíndricas y 2 prismáticas para ensayar su resistencia a compresión a los 7 y 28 días, obteniendo como resultado que el agregado triturado con coeficiente de forma entre 0.2 y 0.3 aportó mejor resistencia a compresión a los 7 y 28 días concluyendo que coeficientes menores reducen la consistencia del hormigón a comparación con hormigones elaborados con agregados gruesos de mayor coeficiente de forma.

De igual manera en un artículo publicado por León *et al.* [7] titulado “*Caracterización morfológica del agregado para concreto mediante el análisis de imágenes*” emplearon métodos manuales y visuales para determinar el aplanamiento, alargamiento y caras fracturadas del agregado. Posteriormente elaboraron 9 cilindros con resistencias de diseño de 21 MPa y variaciones en la forma del agregado. Estas probetas se ensayaron para conocer su resistencia a compresión y módulo de elasticidad donde los autores obtuvieron que las probetas con mayores resistencias tenían mejores características físico-mecánicas, indicadas por un alto peso específico y un porcentaje de desgaste bajo. Por otro lado, no se presentaron diferencias significativas relacionadas a la forma del agregado por lo que concluyeron que la forma no es un factor representativo que afecte a las propiedades mecánicas del concreto.

Sin embargo, en investigaciones más recientes como la de Hernández [8] sobre el “*Efecto del agregado grueso triturado en las propiedades del concreto*” donde empleando dos tipos de cemento Tipo GU (C1 y C2) y agregado grueso triturado de $\frac{3}{4}$ ” y $\frac{1}{2}$ ” elaboraron 72 probetas, 36 probetas con relación a/c 0.50 y 36 probetas con relación 0.45, las cuales se curaron durante 7 días y su resistencia a la compresión fue determinada en los tiempos de 28 y 180 días. Al comparar los resultados obtenidos se observó que la calidad del cemento C1 tuvo influencia en la resistencia a compresión de las muestras con agregado $\frac{1}{2}$ ” dando resistencias mayores a los 28 días y por otro

lado en las muestras de $\frac{3}{4}$ " este no afectó a los resultados, pero obtuvo mayor resistencia a los 180 días a comparación con las muestras en las que se empleó el cemento de calidad C2.

Otro factor que llega a tener influencia en propiedades del hormigón es la gradación de los agregados, Luo *et al.* [9] en su artículo: "*La influencia de la gradación de agregados gruesos en las propiedades mecánicas, la durabilidad y la plantabilidad del concreto permeable de geo polímeros*" analizan como esto puede afectar en características como la porosidad, la pérdida de masa y en la resistencia del hormigón permeable, realizando experimentos aumentando el tamaño del agregado grueso en la mezcla, observaron que al mejorar la gradación del agregado grueso la porosidad de la mezcla disminuye, pero otras propiedades como el módulo elástico, capacidad de absorción y la resistencia a la compresión aumenta.

En el artículo publicado por Escobar *et. al* [10] sobre el "*Tamaño máximo del agregado y su influencia en la porosidad de un hormigón elaborado con fibra de vidrio*" elaborando 36 cilindros de hormigón de resistencias de 21 Mpa para ensayar a compresión y 12 cilindros para ensayo de porosidad. Los resultados mostraron que el agregado grueso de 1/2" presentó el mejor comportamiento, con un porcentaje de porosidad capilar menor al 10%, por su mayor tamaño comparado con los otros agregados. Además, el agregado grueso de 1/2" tiene una mayor superficie específica que los agregados gruesos más pequeños, lo que mejora la adherencia entre el agregado y el cemento, lo que también contribuye a reducir la porosidad.

De la misma manera García *et al.* [11] en su estudio sobre la "*Características de dos agregados gruesos triturados que influyen en la porosidad del hormigón*" elaboran 56 cilindros de hormigón con relaciones a/c de 0.40 y 0.45 las cuales fueron ensayadas a los 7, 14, 21 y 28 días. Una vez aplicado los respectivos ensayos normalizados determinaron con sus resultados que las características del agregado grueso inciden notoriamente en las propiedades del hormigón, especialmente en la porosidad y la resistencia a compresión, su tamaño determina la distribución y acomodo de las partículas en la mezcla por lo que si se reduce su tamaño la mezcla será más compacta, con menos vacíos, lo que significaría una mayor resistencia a compresión y una menor porosidad.

También cabe destacar que un factor determinante de un buen hormigón es la calidad de los agregados empleados, en la investigación de Santamaría *et al.* [3] sobre la “*Influencia de la calidad de los agregados y tipo de cemento en la resistencia a la compresión del hormigón dosificado al volumen*” donde demuestran mediante la elaboración de 6 probetas de hormigón ensayadas a compresión a los 28 días que la calidad del material sí influye de manera significativa ya que a mejor calidad de material, mayor resistencia adquiere el hormigón. De igual manera concluyeron que es de vital importancia cuidar la relación agua/cemento con el fin de no perder la resistencia de diseño.

Además de la morfología, tamaño y calidad del agregado, el método de curado es un aspecto que también tiene influencia en la resistencia del hormigón, en el artículo publicado por Zambrano *et al.* [12] sobre la “*Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón*” gracias a su experimentación en 27 probetas de las cuales 9 fueron curadas por hidratación continua, 9 probetas fueron cubiertas húmedas y los 9 restantes con láminas de polietileno con el fin de conservar el calor del espécimen, se pudo observar desde las primeras roturas apreciables a los 7 días transcurridos que el curado influyó de manera significativa en el aumento de la resistencia a compresión a los 28 días.

Así mismo en el estudio realizado por León y Hernández [13] sobre la “*Comparación de los valores de resistencia a compresión del hormigón a la edad de 7 y 28 días*” mediante la elaboración de dos series de 12 probetas cilíndricas de concreto las que fueron curadas durante 7 días se tuvo que, a la edad de 7 días la muestra M2 con mayor contenido de cemento obtuvo la mayor resistencia a la compresión mientras que a los 28 días, no hubo diferencias significativas entre las dos muestras.

Aunque este proyecto experimental se centra en la influencia del tamaño del agregado grueso, cabe mencionar el análisis económico llevado a cabo por López *et al.* [14] denominado “*Optimización de diseño y producción de hormigón hidráulico de resistencias $f'c = 210, 240, 280 \text{ kg/cm}^2$ en planta dosificadora con diferentes índole de agregados gruesos*” donde se demuestra que al modificar la dosificación del agregado grueso en el diseño patrón brindado en las canteras de Cerro Grande y Santa Rosa teniendo en cuenta el no afectar de manera significativa ni negativa a la

resistencia de la compresión del concreto se puede lograr un ahorro en costos del 4% y 5% por m³ de hormigón.

Durante la búsqueda y revisión de los antecedentes de investigación, se exploraron diversos estudios vinculados al tema de este proyecto. Se hallaron proyectos que abordaban la sustitución del agregado grueso por otros materiales, investigaciones donde estudiaban la forma del agregado, su calidad e incluso un análisis ambientado en el aspecto económico que se enfocaba en conocer qué porcentaje de ahorro monetario existe al emplear agregado grueso de diferente tamaño, se encuentra una buena cantidad de información relacionada al tema; sin embargo, con la ejecución de este proyecto experimental se da a conocer mediante correlaciones la influencia del tamaño nominal máximo (TMN) del agregado grueso en la resistencia a compresión. En este sentido, se aporta información para ser utilizada como fuente de consulta a interesados en el tema ya sean personas naturales o empresas dedicadas al diseño y dosificación de hormigón.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Realizar un análisis comparativo de la influencia del tamaño nominal máximo del agregado grueso en la resistencia a la compresión del hormigón simple.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales para elaborar hormigón simple.
- Elaborar probetas de hormigón simple con variaciones en el tamaño nominal máximo del agregado grueso.
- Proponer correlaciones entre el tamaño nominal máximo del agregado grueso y la resistencia a la compresión del hormigón simple.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.

El presente proyecto experimental se dividió en tres fases, la primera fase consiste en la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales para elaboración de hormigón simple, la segunda fase es la elaboración de probetas de hormigón simple con variaciones en el tamaño nominal máximo del agregado grueso y en la tercera fase se tiene la proposición de correlaciones entre el tamaño nominal máximo del agregado grueso y la resistencia del hormigón simple, a continuación se describen los materiales y métodos utilizados acorde a cada fase mencionada

2.1 Materiales

En el desarrollo de la primera fase es necesario aplicar los ensayos de: análisis granulométrico, densidad real y capacidad de absorción del agregado fino y grueso, densidad aparente suelta y compactada de los agregados fino y grueso, densidad combinada de los agregados (masa unitaria y peso volumétrico), contenido de humedad y densidad del cemento.

A continuación, se detallan los materiales y equipos empleados para la realización de los ensayos mencionados: agregado grueso triturado y agregado fino de la planta industrial de trituración de áridos “Las Viñas” Ambato, tamices metálicos con dimensiones de 50x50 cm de diferentes aberturas (2”, 1 ½”, 1”, ¾”, ½”, 3/8”, #4 y bandeja), balanza electrónica en kg con capacidad de 30 kg (marca: LEXUS), tamices metálicos circulares (marca: Humboldt) de diferentes mallas (3/8”, #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200 y bandeja), tamizadora eléctrica (marca: CONTROLS) con capacidad de 15 tamices, pesa electrónica en g con capacidad de 6100 g (marca: BOECO), picnómetro de vidrio (Boro 33) con volumen de 500 ml, pipeta de vidrio (Boro 33), termómetro para laboratorio (marca: COLE PARMER), cono de absorción de arena (diámetro superior de 40 mm y diámetro inferior de 90 mm), pisón de acero, canastilla metálica de acero inoxidable con malla cuadrada N°8 (dimensiones: 203x203 mm), balanza mecánica con capacidad de 100 kg (marca: TOLEDO SCALE), molde metálico para densidad aparente elaborado en acero de geometría redonda (dimensión: 30x30cm y peso: 9.80 kg), varilla compactadora (elaborada de acero, geometría larga y redonda, dimensión de 610x16 mm y un peso de 1.09 kg), horno eléctrico (marca: CONTROLS), frasco de Le Chatelier, pipeta de vidrio (Boro 33) y gasolina (EXTRA).

Para el cumplimiento de la segunda fase la cual consta de la elaboración de las probetas de hormigón se emplean los siguientes materiales y equipos detallados a continuación: tamices metálicos con dimensiones de 50x50 cm de diferentes aberturas (2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", #4 y bandeja), balanza electrónica en kg con capacidad de 30 kg (marca: LEXUS), moldes cilíndricos de hierro (diámetro de 10 mm y altura de 20 mm), concretera eléctrica cap. de 10 lts (marca: Century), cono de Abrams metálico con capacidad de 5.5 lts (dimensión de base superior 100 mm, base inferior 200 mm y altura de 300 mm), galón de aceite quemado, varilla compactadora de acero (dimensiones de 40x1 cm con peso de 220 g), cámara de curado (dimensiones de 110x110 cm y capacidad de 0.5 m³) del laboratorio de ingeniería civil de la Universidad Técnica de Ambato, contenedores o recipientes metálicos de diferentes tamaños.

Finalmente, para cumplir con la tercera fase se empleó la máquina de compresión (marca: CONTROLS) para así conocer los resultados de resistencia de cada una de las muestras y una vez obtenidos los valores necesarios del ensayo de resistencia a compresión de las probetas se proponen las correlaciones correspondientes haciendo uso del programa de escritorio EXCEL de Microsoft 365 (Licencia estudiantil).

2.2 Métodos

2.2.1 Actividades preliminares

Antes de dar paso a la primera fase del proyecto experimental se llevó a cabo las siguientes actividades.

2.2.1.1 Búsqueda de información bibliográfica

En esta actividad se aplicó una investigación bibliográfica, donde se buscó en libros, revistas, artículos y documentos generales toda información con relación al tema de este proyecto experimental.

En la búsqueda se tomó en cuenta estudios realizados al hormigón con variaciones en el tamaño del agregado grueso y su resistencia a compresión, los resultados y métodos observados en dichos estudios sirvieron de apoyo para conocer la normativa a seguir y poder llevar a cabo un proceso ordenado.

2.2.1.2 Obtención de materia prima

Para esta actividad se aplicó una investigación de campo fuera del laboratorio de ingeniería civil de la Universidad Técnica de Ambato donde se llevó a cabo la adquisición de los materiales pétreos necesarios para utilizar en el proyecto.

Los agregados pétreos como son agregado grueso triturado y agregado fino se adquirieron en la planta industrial de trituración de áridos “Las Viñas” en la ciudad de Ambato de la provincia de Tungurahua.

2.2.2 Método para la fase 1

Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales para elaborar hormigón simple.

Para el desarrollo de esta fase se aplicó una investigación de laboratorio debido que para conocer las propiedades de los agregados se necesita aplicar diferentes ensayos a los agregados y proceder con el cálculo de las dosificaciones del hormigón simple para resistencias de 240 kg/cm² y 280 kg/cm².

Los ensayos que se aplicaron a los agregados cumpliendo con las respectivas normativas fueron: análisis granulométrico de los áridos (NTE INEN 696), densidad real y capacidad de absorción del agregado fino (NTE INEN 856), densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso (NTE INEN 857), densidad aparente suelta y compactada de los agregados fino y grueso (NTE INEN 858), densidad combinada de los agregados (NTE INEN 858), contenido de humedad de los áridos (NTE INEN 862) y densidad del cemento (NTE INEN 156).

2.2.2.1 Análisis granulométrico de los áridos

Acorde a la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 696 [15] este ensayo se lo aplicó para determinar los diferentes tamaños de partículas que poseen los agregados. En primera instancia se debe secar el material para proceder con el tamizaje clasificándolo según su tamaño, luego se realizó el pesaje del agregado retenido en cada malla, se registró la información obtenida de los pesos y se prosiguió con su respectivo análisis verificando el cumplimiento de los límites establecidos.

Acorde con la normativa NTE INEN 872 [16] para los áridos gruesos el tamaño nominal máximo será dictado por el porcentaje retenido mayor al 5%, los límites correspondientes para los mismos deben tomarse de la siguiente tabla:

Tabla 1. Requisitos para gradación de áridos gruesos

Tabla 2. Requisitos de gradación para áridos gruesos

Número de tamizo	Tamaño nominal (Tamices con aberturas cuadradas) (mm)	Porcentaje acumulado en masa que debe pasar cada tamiz de laboratorio (aberturas cuadradas)													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,36 mm	1,18 mm	300 µm
1	de 90 a 37,5	100	90 a 100	—	25 a 60	—	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—	—
2	de 63 a 37,5	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—	—
3	de 50 a 25,0	—	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 5	—	0 a 5	—	—	—	—	—
3 ^F	de 50 a 4,75	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	—	0 a 5	—	—	—
4	de 37,5 a 19,0	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—
4 ^F	de 37,5 a 4,75	—	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	0 a 5	—	—	—
5	de 25,0 a 12,5	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—	—	—
5 ^F	de 25,0 a 9,5	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	—	—	—
5 ^F	de 25,0 a 4,75	—	—	—	—	—	100	95 a 100	—	25 a 60	—	0 a 10	0 a 5	—	—
6	de 19,0 a 9,5	—	—	—	—	—	—	10	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	—	—	—
6 ^F	de 19,0 a 4,75	—	—	—	—	—	—	10	90 a 100	—	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—
7	de 12,5 a 4,75	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	—	—
8	de 9,5 a 2,36	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	—
8 ^F	de 9,5 a 1,18	—	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9 ^A	de 4,75 a 1,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

^A Al árido con número de tamizo 9, se lo define en la NTE INEN 694 como árido fino. Se lo incluye como árido grueso cuando está combinado con un material con número de tamizo 8 para crear el número de tamizo 89, que es árido grueso según se define en la NTE INEN 694.

Fuente: NTE INEN 872 [16]

Por otro lado, para los áridos finos la normativa establece los siguientes límites:

Tabla 2. Requisitos para gradación áridos finos

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5 mm	100
4.75 mm	95 a 100
2.36 mm	80 a 100
1.18 mm	50 a 85
600 µm	25 a 60
300 µm	5 a 30
150 µm	0 a 10

Fuente: NTE INEN 872 [16]

2.2.2.1 Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino

La capacidad de absorción es la cantidad de agua que puede retener un árido y la densidad real es la relación peso/volumen de la masa, ambas dependen de las propiedades de cada material. Se aplicó el método de ensayo NTE INEN 856 [17] el cual implica determinar dichas propiedades del agregado cuando existe agua solo en los poros de las partículas mas no en su superficie es decir se encuentra en estado saturado superficialmente seco (SSS).

Para llevar a cabo el ensayo de densidad real se sumergió la muestra por un lapso de 24h, una vez terminado el tiempo estipulado se retiró del agua la muestra y se lo extendió en una bandeja para que por medio de la corriente del aire se seque, pero se debe tener en cuenta el removerlo o frotarlo con las manos ayudado a que el secado sea uniforme. Se llenó el cono de absorción de arena hasta su aforo y con el pisón se compactó con 25 golpes. La muestra estuvo en estado SSS al momento de retirar el

como la muestra compactada se desmoronó al tacto. A continuación, se pesó la masa del picnómetro y se añadió 500 g de la muestra SSS, se vertió agua hasta el aforo del picnómetro y se pesó nuevamente, pero en conjunto, con movimientos circulares se va agitando el picnómetro con la finalidad de liberar las burbujas de aire atrapadas dentro de la arena. Finalmente, se vertió el contenido en un recipiente metálico, se lo dejó secar durante 24h en el horno y una vez cumplido el tiempo se pesó la muestra.

La densidad real del agregado fino se ve expresada en la siguiente ecuación.

$$DRA = \frac{M_{SSS}}{V_{MATERIAL}} \quad \text{Ecuación 1}$$

La capacidad de absorción se ve expresada en la siguiente ecuación.

$$CA\% = \frac{M_{SSS} - M_{SECO}}{M_{SECO}} * 100 \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

M_{SS}=Masa de la muestra en estado saturado superficialmente seco

M_{seco}= Masa de la muestra en estado seco

2.2.2.1 Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso

Los conceptos son los mismos explicados anteriormente, pero para este ensayo se aplica la NTE INEN 857 [18] donde de igual manera se emplea la muestra en estado saturado superficialmente seco.

En primer lugar, para ejecutar el ensayo se saturó una muestra del agregado durante un lapso de 24 h, una vez cumplido el tiempo de saturación se procedió a secar las partículas con una franela o toalla teniendo cuidado de no secarlas en su totalidad y se pesó la muestra en estado SSS. Seguido a esto se colocó el material en la canastilla de malla N°8 y se registró su peso en aire, luego se procedió a sumergir la canastilla en agua y se registró su peso sumergido en el agua. Finalmente se deja la muestra en un recipiente metálico dentro del horno durante 24h y se registra su peso seco.

La densidad real del agregado grueso se ve expresada en la siguiente ecuación.

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

La capacidad de absorción se ve expresada en la siguiente ecuación.

$$CA\% = \frac{M_{SSS} - M_{SECO}}{M_{SECO}} * 100$$

Ecuación 4

Donde:

M_{SSS}=Masa de la muestra en estado saturado superficialmente seco

M en agua=Masa de la muestra en contacto con agua

M seco= Masa de la muestra en estado seco

2.2.2.1 Densidad aparente suelta y compactada de los agregados fino y grueso

Esta densidad es la relación existente entre peso del agregado/volumen que ocupa un espacio determinado con partículas en estado saturado y no saturado. Para ejecutar este ensayo se empleó la norma NTE INEN 858 [19].

Como primer paso del ensayo de densidad suelta se registró el peso de los moldes cilíndricos en la balanza mecánica, se relleno con el agregado fino hasta su aforo total, se enraso con ayuda de una varilla quitando los excedentes y se procedió a pesar, el mismo proceso se siguió para el agregado grueso.

Para el ensayo de densidad compactada el procedimiento es similar con la diferencia que se debe ir relleno el molde en 3 capas e ir compactando con 25 golpes cada capa, de la misma manera aplica para el agregado fino y grueso.

La fórmula aplicada para conocer las densidades suelta y compactada fue la siguiente:

$$Densidad = \frac{Masa\ total\ de\ la\ muestra}{Volumen\ total\ ocupado\ por\ la\ muestra}$$

Ecuación 5

2.2.2.1 Densidad combinada de los agregados

La normativa al igual que el procedimiento es el mismo descrito para el ensayo anterior con las diferencias de que sólo se hace uso del método compactado y se mezclan los agregados fino y grueso de manera gradual hasta alcanzar una combinación final de 40% agregado grueso y 60% agregado fino. Se deberá repetir el ensayo de manera que se tengan 2 pesajes para realizar un promedio entre ambos valores y tener un valor final más preciso. Finalmente, con los datos obtenidos se grafica una curva en la cual se podrá observar la densidad máxima y porcentaje óptimo de la mezcla de agregados [20].

2.2.2.1 Contenido de humedad de los áridos

Este ensayo acorde con la norma NTE INEN 862 [21] se lo aplica con la finalidad de conocer la cantidad de agua que posee el agregado en su estado natural. Para realizar este ensayo se rellenó un recipiente metálico con la muestra, se lo dejó secar durante 24h en el horno y se registró su peso seco. Este proceso se realizó tanto con el agregado fino con una muestra de 500 g y con el agregado grueso con una muestra de 4000g.

2.2.2.1 Densidad del cemento

De acuerdo con la norma NTE INEN 156 [22], la densidad del cemento (p) se define como la masa del volumen unitario de los sólidos. Primero se llenó el frasco de Le Chatelier con gasolina hasta la parte entre $0 \text{ cm}^3 - 1 \text{ cm}^3$, se sumergió en baño María para controlar la temperatura del líquido ($23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$) y se registró la lectura, se introdujeron 64 g de cemento HOLCIM por el cuello del frasco con cuidado de que no se adhiriera en los bordes, una vez dentro el cemento con movimientos circulares se agitó el frasco para eliminar las burbujas de aire presentes en la mezcla, nuevamente se sumergió en baño María el frasco para controlar la temperatura ($23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$) y se registró la última lectura. Para una mayor precisión se realizó el procedimiento 2 veces y se obtuvo el promedio de los valores finales.

La densidad real del cemento viene expresada en la siguiente fórmula.

$$p = \frac{M_C}{V_G} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

p =Densidad real de cemento

M_C =Masa del cemento

V_G = Volumen de la gasolina

2.2.3 Método para la fase 2

Elaboración de probetas de hormigón simple con variaciones en el tamaño nominal máximo del agregado grueso.

En el desarrollo de esta etapa se aplicó una investigación de laboratorio a razón de que consiste en la fabricación de las probetas cilíndricas con diámetro de 100 mm y altura

de 200 mm de hormigón simple para resistencias $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, y seguidamente ser ensayadas a los 7 y 28 días.

2.2.3.1 Población y muestra

La normativa ASTM C39 [23], plantea que la cantidad mínima de cilindros de hormigón con diámetro de 100 mm es de tres especímenes, razón por la cual se decidió utilizar esa cantidad de muestras. La normativa NTE INEN 696 [15], establece como agregados gruesos a los tamaños desde 3/8" (9.5 mm) hasta 4.92" (125 mm), considerando las dimensiones de los moldes disponibles en los laboratorios se plantea analizar los tamaños de 3/8", 1/2", 3/4" y 1".

A continuación, se muestra una tabla resumen con las cantidades de especímenes del proyecto experimental.

Tabla 3. Cantidad total de especímenes

Tamaños del agregado	Número de especímenes por edad para F'c de 240 Kg/cm ²			Número de especímenes por edad para F'c de 280 Kg/cm ²			TOTAL
	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	
1"	3	3	3	3	3	3	18
3/4"	3	3	3	3	3	3	18
1/2"	3	3	3	3	3	3	18
3/8"	3	3	3	3	3	3	18
TOTAL ESPECÍMENES							72

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

2.2.3.2 Método de las densidades óptimas

En este proyecto experimental se aplica el procedimiento diseñado por la Universidad Central del Ecuador para calcular la dosificación y fabricar los cilindros de hormigón. Este método está centrado en determinar las propiedades de los agregados con el fin de lograr una resistencia específica teniendo como objetivo minimizar la cantidad de pasta-cemento. Este enfoque busca lograr un equilibrio entre los agregados, evitando así la presencia de vacíos en la mezcla y garantizando la calidad del hormigón resultante [24].

Tabla 4. Nomenclatura para cálculos método densidad óptima

NOMENCLATURA PARA CÁLCULOS			
DRC	Densidad real del cemento	W/C	Relación agua cemento
DRA	Densidad real de la arena	DRM	Densidad real de la mezcla
DRR	Densidad real del ripio	POV	Porcentaje óptimo de vacíos
DSA	Densidad aparente suelta de la arena	CP (%)	Cantidad de pasta
DSR	Densidad aparente suelta del ripio	C	Cantidad de cemento
POA	Porcentaje óptimo de arena	W	Cantidad de agua
POR	Porcentaje óptimo de ripio	A	Cantidad de arena
DOM	Densidad óptima de la mezcla	R	Cantidad de ripio

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

A continuación, se detallan las ecuaciones utilizadas para el desarrollo de la dosificación:

- Densidad real de la mezcla (DRM)

$$DRM = \frac{(DRA * POA) + (DRR * POR)}{100} \quad \text{Ecuación 7}$$

- Porcentaje óptimo de vacíos (POV)

$$POV = \left(\frac{DRM - DOM}{DRM} \right) * 100\% \quad \text{Ecuación 8}$$

- Cantidad de pasta (CP%)

Este parámetro depende de la consistencia deseada para llenar los vacíos en el hormigón, para este caso el asentamiento de diseño se halla dentro del rango de 6-9cm definiendo así la ecuación a utilizar de la siguiente tabla:

Tabla 5. Cantidad de pasta dependiente del asentamiento

ASENTAMIENTO (cm)	CANTIDAD DE PASTA CP (%)
0-3	POV+2%+3% (POV)
3-6	POV+2%+6% (POV)
6-9	POV+2%+8% (POV)
9-12	POV+2%+11% (POV)
12-15	POV+2%+13% (POV)

Fuente: [25]

- Relación agua cemento (W/C)

La relación agua cemento a utilizar en la dosificación depende de la resistencia de diseño deseada, en este caso se aplican las relaciones respectivas para resistencias a compresión de 240 kg/cm² y 280 kg/cm².

Tabla 6. Relación agua/cemento en base a resistencia de diseño

RESISTENCIA A 28 DÍAS kg/cm ²	RELACIÓN w/c
450	0.37
420	0.40
400	0.42
350	0.46
320	0.50
300	0.51
280	0.52
250	0.55
240	0.56
210	0.58
180	0.60

Fuente: [25]

- Cantidad de cemento (C)

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

- Cantidad de agua (W)

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

- Cantidad de arena/agregado fino (A)

$$A = (1000 - CP) * \left(\frac{DRA * POA}{100} \right) \quad \text{Ecuación 11}$$

- Cantidad de ripio/agregado grueso (R)

$$R = (1000 - CP) * \left(\frac{DRR * POR}{100} \right) \quad \text{Ecuación 12}$$

- Dosificación al peso

$$\text{Dosificación (W.C.A.R)} = \frac{\text{Cantidad de material (W.C.A.R) por m}^3}{\text{Cantidad de cemento (C)}} \quad \text{Ecuación 13}$$

2.2.3.3 Corrección por humedad

Se ejecutó el procedimiento de determinación del contenido de humedad de los agregados finos y gruesos conforme a las normativas NTE INEN 856 [17] y NTE INEN 857 [18], donde se estipula que un día antes de la preparación del hormigón se deberá dejar una muestra representativa de los agregados en el horno para conocer el porcentaje de agua retenida en el material. Tras obtener estos valores, se procedió a corregir el contenido de humedad mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\text{Correccion} = \text{peso} = \frac{100 + \% \text{humedad del agregado}}{100 + \% \text{absorción del agregado}}$$

Ecuación 14

2.2.3.4 Elaboración de cilindros de prueba

Con la dosificación calculada para hormigones con resistencias de 240 kg/cm² y 280 kg/cm² se llevó a cabo la elaboración de tres especímenes cilíndricos por cada resistencia con el propósito de validar si las dosificaciones calculadas eran correctas.

Durante la preparación de las mezclas, se verificó el asentamiento y densidad del hormigón simple, se hizo uso de los moldes metálicos de 100x200 mm donde se los relleno en 3 capas cada una compactada con 25 varilladas y 15 golpes con el martillo de goma por todo su alrededor, se las desmoldó 24h después y se las dejó curar durante 7 días. Una vez llegado al día mencionado se las sometió al ensayo de resistencia de compresión conociendo si cumplen con la resistencia de diseño. Una vez establecida la dosificación favorable, se procedió a fabricar los cilindros de hormigón definitivos.

2.2.3.5 Elaboración de cilindros definitivos

Una vez lograda la dosificación para f'c=240 kg/cm² y f'c=280 kg/cm² por medio de la aplicación del método de densidad optima se procedió a dar inicio la elaboración de probetas con variaciones en el tamaño nominal máximo del agregado grueso. Es decir que para las muestras de cada resistencia se consideró cuatro tamaños nominales de agregado grueso, siendo estos los correspondientes a 1", ¾", ½" y 3/8".

Para posteriormente ser ensayadas a los 7, 14 y 28 días de edad, cumpliendo con el procedimiento establecido en la norma NTE INEN 3124 [26] el cual fue descrito anteriormente.

2.2.3.6 Propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido

➤ Asentamiento

En este punto se llevó a cabo el ensayo de asentamiento el cual es esencial para evaluar la consistencia y fluidez de la mezcla en estado fresco, siguiendo el procedimiento estipulado en la normativa NTE INEN 1578 [27]. Para lo cual se procedió a llenar el cono de Abrams en 3 capas, cada capa compactada con 25 varilladas de forma aleatoria, una vez llenado en su totalidad se enrasa y se levanta el cono en forma vertical en un lapso de 3 a 5 segundos, finalmente se mide con ayuda de un flexómetro el asentamiento generado.

A continuación, se muestra la tabla correspondiente para evaluar el asentamiento.

Tabla 7. Consistencia acorde al asentamiento

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (cm)	COMPACTACIÓN
SECA	0-2	VIBRADO ENÉRGICO EN TALLER
PLÁSTICA	3-5	VIBRADO ENÉRGICO EN OBRA
BLANDA	6-9	VIBRADO O APISONADO
FLUIDA	10-15	PICADO CON BARRA
LÍQUIDA	>15	NO APTA PARA ELEMENTOS RESISTENTES

Fuente: [2]

- Densidad en estado fresco y endurecido

Otra propiedad que fue evaluada en el hormigón es la densidad, esta se analizó en estado fresco y endurecido.

Este consiste en la relación entre masa y volumen del hormigón, donde al existir mayor densidad de los agregados utilizados y se encuentre mejor compactado la densidad del hormigón será mayor. El procedimiento se ejecutó como se estipula en la norma NTE INEN 1579 [28]. La diferencia entre ambas densidades radica en que para el cálculo de la densidad en estado fresco se emplea el valor de la masa del hormigón fresco y para la densidad endurecida se utiliza el valor de la masa del hormigón seco después de 24h.

- Homogeneidad

Esta es la cualidad que tienen los materiales del hormigón para ser distribuidos de manera regular en la mezcla de estos obteniendo una masa homogénea. Para determinarla se aplica una inspección visual mediante la cual se calificará como: muy bueno, bueno, regular o malo [2].

- Trabajabilidad

Se conoce como trabajabilidad a la capacidad de un hormigón que tiene para ser manejado, mezclado y colocado. Dependiendo el caso que se observe se identificara como muy bueno, bueno, regular o malo [2].

2.2.3.7 Curado del hormigón

Una vez desmoldadas los cilindros de hormigón se procede a curarlos por medio de inmersión en el agua. Mediante este proceso se controla la pérdida de agua por efectos externos y se garantiza la hidratación completa de las partículas del espécimen con el

objetivo de alcanzar la resistencia deseada en el diseño [29]. Se curarán los especímenes correspondientes para ser ensayados a los 7, 14 y 28 días de edad.

2.2.4 Método para la fase 3

Propuesta de correlaciones entre el tamaño nominal máximo del agregado grueso y la resistencia a la compresión del hormigón simple

2.2.4.1 Ensayo de resistencia a compresión

Aplicando la norma NTE INEN 1573 [30] se llevó a cabo el ensayo de resistencia a compresión en la máquina de compresión marca CONTROLS en la cual se aplica una carga axial a los cilindros de hormigón hasta que se produce la falla de este. La preparación para el ensayo implica la medición del diámetro y la altura del cilindro, seguido de su colocación en la máquina de compresión. Posteriormente, se ingresan los datos del espécimen (altura, diámetro y peso) en el software correspondiente, se encera la máquina y se inicia el ensayo. Es crucial que la cara superior del cilindro sea plana para evitar concentración de esfuerzos que puedan disminuir la resistencia. La velocidad de carga se mantiene entre $0.25 \pm 0,05$ MPa/s, y la carga se aplica hasta que el indicador muestre una disminución constante y el espécimen presente un patrón de flujo de fractura bien definido.

Todos los especímenes cilíndricos de hormigón se someten al ensayo de resistencia a compresión después de ser retirados del proceso de curado en sus días correspondientes. Este enfoque asegura la obtención de datos precisos sobre la resistencia a compresión de la mezcla de hormigón y se registrarán los datos obtenidos del ensayo como son la carga en kN y el esfuerzo a compresión en kg/cm^2 para así proceder a su tabulación en tablas resumen con ayuda de la herramienta de escritorio EXCEL.

2.2.4.1 Propuesta de correlaciones

Para finalizar con la última fase del proyecto experimental se aplicó una investigación correlacional en la cual mediante los datos obtenidos de la fase anterior se identifican las variables que permiten conocer la influencia del tamaño del agregado en la resistencia.

- **Correlaciones simples**

Para conocer la influencia del agregado grueso en la resistencia del hormigón simple se plantearon dos correlaciones, la primera entre el tamaño nominal máximo del agregado grueso/resistencia a compresión y la segunda entre densidad en estado endurecido/resistencia a compresión.

Una vez identificadas las variables con ayuda de la herramienta de cálculo Excel se procedió a tabular los datos recolectados para proceder a proponer las correlaciones correspondientes aplicando el coeficiente de correlación lineal de Pearson el cual permite dar a conocer la relación existente entre dos variables cuantitativas, este coeficiente oscila entre -1 y 1 es decir que mientras más se acerque a 1 mayor será la relación lineal entre variables. También se debe tener en cuenta que dicho valor puede ser positivo o negativo, si el coeficiente fuera positivo significa que la relación es positiva perfecta es decir que ambas variables aumentan de manera continua y si el coeficiente fuera negativo significa una relación negativa perfecta donde mientras una variable aumenta la otra disminuye [31].

A continuación, se muestra una gráfica donde se ilustra lo explicado anteriormente.



Gráfica 1. Correlación positiva o negativa
Fuente: [31]

Para el correcto desarrollo del proceso mencionado se hacen uso de las siguientes ecuaciones.

- Desviación en x

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n} - (\bar{x})^2}$$

Ecuación 14

- Desviación en y

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum y^2}{n} - (\bar{y})^2}$$

Ecuación 15

➤ Covarianza

$$\sigma_{xy} = \frac{\sum xy}{n}$$

Ecuación 16

➤ Coeficiente de correlación de Pearson

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x * \sigma_y}$$

Ecuación 17

Dónde:

X= Valores del tamaño nominal máximo del agregado grueso

Y= Valores de resistencia a compresión

n= Número de datos

\bar{y} = Media aritmética de y

\bar{x} = Media aritmética de x

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados.

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos de cada fase mencionada en la metodología del proyecto experimental cumpliendo con cada uno de los objetivos propuestos.

3.1.1 Resultados de la fase 1

Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales para elaborar hormigón simple.



Previo a la elaboración de los cilindros de hormigón para $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ se aplicaron los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico del agregado fino
- Análisis granulométrico del agregado grueso
- Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino
- Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso
- Densidad aparente suelta y compactada del agregado fino
- Densidad aparente suelta y compactada del agregado grueso
- Densidad combinada de los agregados
- Contenido de humedad de los agregados fino y grueso
- Densidad del cemento

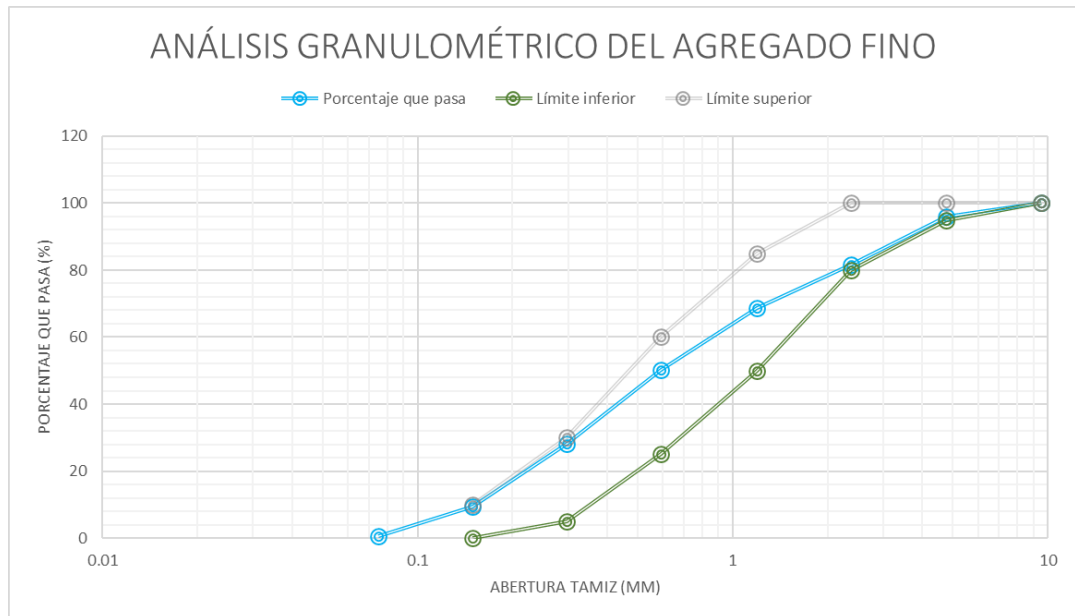
A continuación, se presentan las tablas con los valores obtenidos de cada ensayo mencionado.

➤ **Análisis granulométrico del agregado fino**

Tabla 8 Análisis granulométrico 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"								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO								
NORMA:		NTE INEN 696						
ORIGEN:		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO						
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA:		18/10/2023		
PESO MUESTRA (g):		1000		PÉRDIDA DE MUESTRA (%):		0.23		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (g)	% RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LÍMITES NTE INEN 872	
							LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
3/8	9.5	0	0	0	0	100	100	100
#4	4.76	40.8	4.08	40.8	4.08	95.92	95	100
#8	2.38	142.2	14.22	183	18.3	81.7	80	100
#16	1.19	129.1	12.91	312.1	31.21	68.79	50	85
#30	0.59	187.2	18.72	499.3	49.93	50.07	25	60
#50	0.297	218.7	21.87	718	71.8	28.2	5	30
#100	0.149	189.3	18.93	907.3	90.73	9.27	0	10
#200	0.075	86.4	8.64	993.7	99.37	0.63	-	-
FONDO	0.00	4	0.4	997.7	99.77	0.23	-	-
MÓDULO DE FINURA						2.66		

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez



Gráfica 2. Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: Mediante la Gráfica 2 se puede observar que la arena obtenida de la mina “Las Viñas” se encuentra dentro de los límites establecidos en la normativa NTE INEN

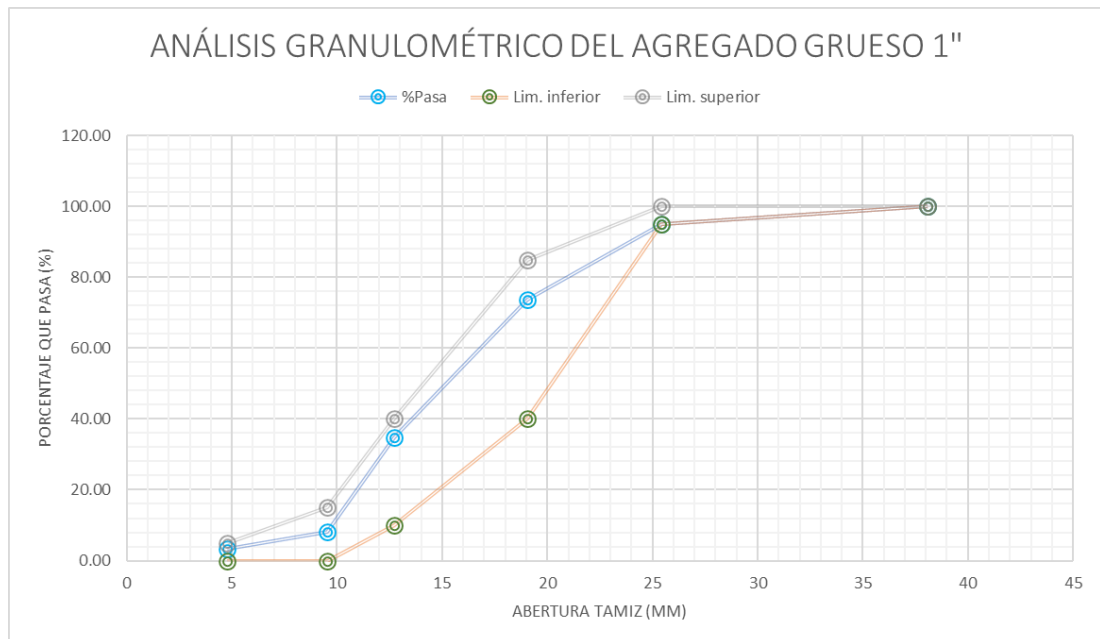
872 [16] y es apta para la elaboración del concreto. En la Tabla 8 se tiene un módulo de finura de 2.66 encontrándose dentro del rango permitido de 2.30 a 3.10.

➤ **Análisis granulométrico del agregado grueso con TMN 1"**

Tabla 9. Análisis granulométrico agregado grueso TMN 1"

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"								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO								
NORMA:		NTE INEN 696						
ORIGEN:		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO						
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA:		18/10/2023		
PESO MUESTRA (g):		10000		PÉRDIDA DE MUESTRA (%):		3.19		
TAMIZ (plg)	ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (g)	RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LÍMITES NTE INEN 872 (Número de tamaño: 56)	
							LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1 1/2"	38.1	0	0	0	0	100.00	100	100
1"	25.4	512	512	5.12	5.12	94.88	95	100
3/4"	19.05	2124	2636	21.24	26.36	73.64	40	85
1/2"	12.7	3897	6533	38.97	65.33	34.67	10	40
3/8"	9.53	2650	9183	26.5	91.83	8.17	0	15
#4	4.75	486	9669	4.86	96.69	3.31	0	5
FONDO	0.00	12	9681	0.12	96.81	3.19	-	-
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO						1"		
TAMAÑO MÁXIMO						1 1/2"		

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez



Gráfica 3. Curva granulométrica agregado grueso TMN 1"

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

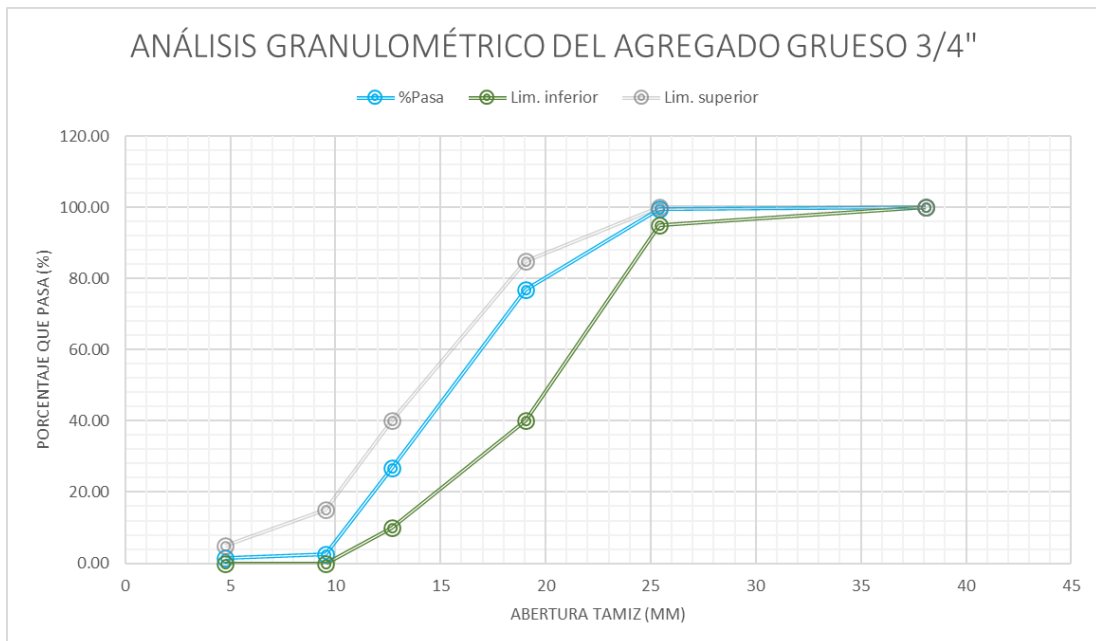
Análisis: A través de la curva granulométrica de la Gráfica 3 se observa que el ripio obtenido de la mina “Las Viñas” con tamaño nominal máximo de 1” se halla dentro de los límites establecidos en la normativa NTE INEN 872 [16] encontrándose en el rango recomendado por la normativa de ¾” a 1½” siendo apto para elaboración de hormigón.

➤ **Análisis granulométrico del agregado grueso de TNM 3/4”**

Tabla 10. Análisis granulométrico agregado grueso TMN 3/4”

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”									
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO									
NORMA:		NTE INEN 696							
ORIGEN:		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO							
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA:		19/10/2023			
PESO MUESTRA (g):		5000		PÉRDIDA DE MUESTRA (%):		1.42			
TAMIZ (p/g)	ABERTUR A (mm)	RETENIDO PARCIAL (g)	RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LÍMITES NTE INEN 872 (Número de tamaño: 56)		
							LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	
1 1/2"	38.1	0	0	0	0	100.00	100	100	
1"	25.4	27	27	0.54	0.54	99.46	95	100	
3/4"	19.05	1128	1155	22.56	23.10	76.90	40	85	
1/2"	12.7	2505	3660	50.10	73.20	26.80	10	40	
3/8"	9.53	1219	4879	24.38	97.58	2.42	0	15	
#4	4.75	45	4924	0.90	98.48	1.52	0	5	
FONDO	0.00	5	4929	0.10	98.58	1.42	-	-	
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO						3/4"			
TAMAÑO MÁXIMO						1"			

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez





Gráfica 4. Curva granulométrica agregado grueso TMN 3/4”

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

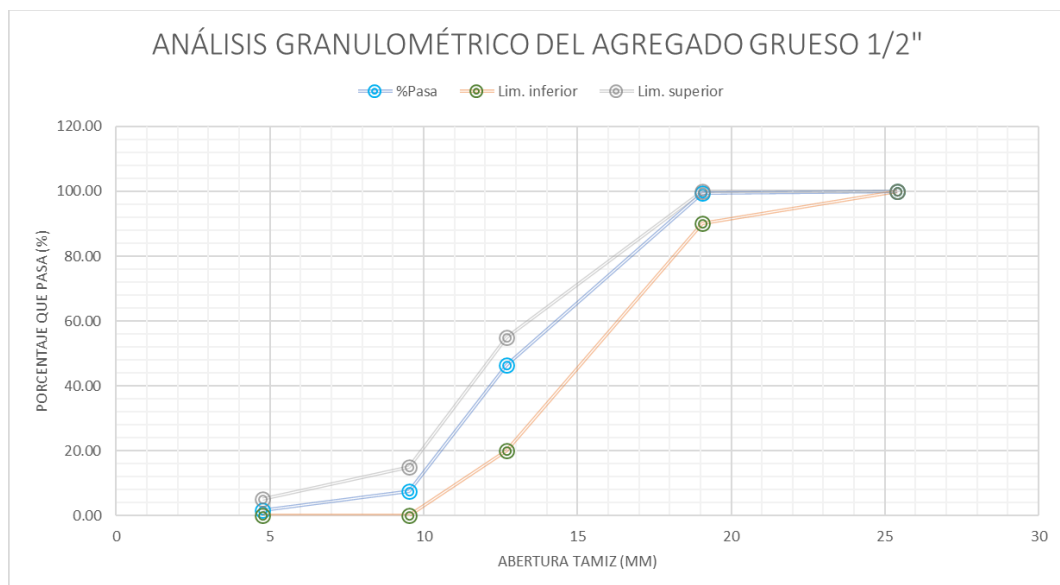
Análisis: Mediante la curva granulométrica de la Gráfica 4 se puede observar que el ripio obtenido de la mina “Las Viñas” con tamaño nominal máximo de ¾” se halla dentro de los límites establecidos en la normativa NTE INEN 872 [16] encontrándose en el rango recomendado por la normativa de ¾” a 1½” siendo apto para elaboración de hormigón.

➤ **Análisis granulométrico del agregado grueso de TMN 1/2”**

Tabla 11. Análisis granulométrico agregado grueso TMN 1/2”

 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”								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO								
NORMA:		NTE INEN 696						
ORIGEN:		MINA “LAS VIÑAS” - AMBATO						
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA:		19/10/2023		
PESO MUESTRA (g):		2050		PÉRDIDA DE MUESTRA (%):		1.22		
TAMIZ (plg)	ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (g)	RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LÍMITES NTE INEN 872 (Número de tamaño: 6)	
							LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1"	25.4	0	0	0	0.00	100.00	100	100
¾"	19.05	14	14	0.68	0.68	99.32	90	100
½"	12.7	1083	1097	52.83	53.51	46.49	20	55
3/8"	9.53	800	1897	39.02	92.54	7.46	0	15
#4	4.75	117	2014	5.71	98.24	1.76	0	5
FONDO	0.00	11	2025	0.54	98.78	1.22	-	-
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO						1/2"		
TAMAÑO MÁXIMO						¾"		

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez



Gráfica 5. Curva granulométrica agregado grueso TMN 1/2”

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

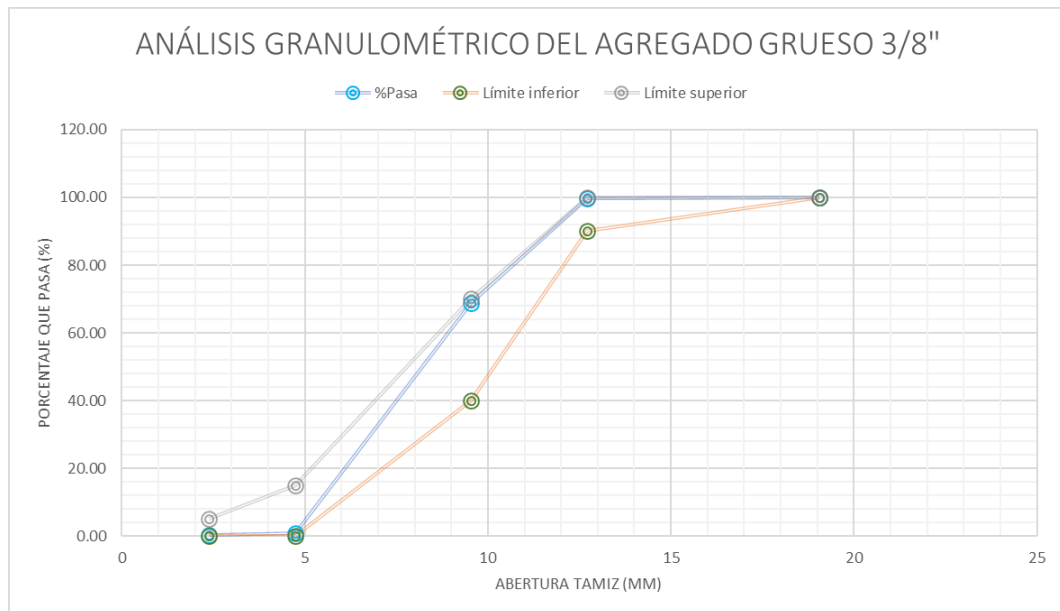
Análisis: Con la curva granulométrica de la Gráfica 5 se puede observar que el agregado con tamaño nominal máximo de ½” se halla dentro de los límites establecidos en la normativa NTE INEN 872 [16].

➤ **Análisis granulométrico del agregado grueso de TMN 3/8”**

Tabla 12. Análisis granulométrico agregado grueso TMN 3/8”

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”								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO								
NORMA:		NTE INEN 696						
ORIGEN:		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO						
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ			FECHA:		19/10/2023	
PESO MUESTRA (g):		1300			PÉRDIDA DE MUESTRA (%) :		0.43	
TAMIZ (plg)	ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (g)	RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LÍMITES NTE INEN 872 (Número de tamaño: 7)	
							LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
3/4"	19.05	0	0	0	0.00	100.00	100	100
1/2"	12.7	4.79	4.79	0.37	0.37	99.63	90	100
3/8"	9.53	400.14	404.93	30.78	31.15	68.85	40	70
#4	4.75	884.91	1289.84	68.07	99.22	0.78	0	15
#8	2.38	6.95	1296.79	0.53	99.75	0.25	0	5
FONDO	0.00	4.58	1294.42	0.35	99.57	0.43	-	-
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO						3/8"		
TAMAÑO MÁXIMO						1/2"		

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez



Gráfica 6. Curva granulométrica agregado grueso TMN 3/8"
Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: Con la Gráfica 6 de la curva granulométrica se puede observar que el ripio obtenido de la mina “Las Viñas” con tamaño nominal máximo de 3/8” se halla dentro de los límites establecidos para gradación en la normativa NTE INEN 872 [16].

➤ **Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino**

Tabla 13. Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
<i>“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”</i>				
DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO				
NORMA:		NTE INEN 856		
ORIGEN:		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO		
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ	FECHA:	20/10/2023
DENSIDAD REAL DEL AGREGADO				
DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR	
M1	Masa del picnómetro	g	173.5	
M2	Masa del picnómetro+muestra SSS	g	672.5	
M3	Masa del picnómetro+muestra SSS+agua	g	962.1	
M4=M3-M2	Masa de agua añadida	g	289.6	
M5	Masa del picnómetro+500cc de agua	g	673.5	
M6=M5-M1	Masa de 500cc de agua	g	500	
DA=M6/500cm ³	Densidad del agua	g/cm ³	1	
M7=M6-M4	Masa del agua desalojada por la muestra	g	210.4	
Msss=M2-M1	Masa del agregado	g	499	
Vsss=M7/DA	Volumen del agua desalojada	cm ³	210.4	
DRA=Msss/Vsss	Densidad real de la arena	g/cm ³	2.37	
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO				
DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR	
M8	Masa del recipiente	g	132	255
M9	Masa del recipiente+muestra SSS	g	632	755
M10=M9-M8	Masa de la muestra SSS	g	500	500
M11	Masa del recipiente+muestra seca	g	627.2	749.8
M12=M11-M8	Masa de la muestra seca	g	495.2	494.8
CA=((M10-M12)/M12)*100	Capacidad de absorción	%	0.97	1.05
CAP=(CA+CA2)/2	Capacidad de absorción promedio	%	1.01	

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 13 mediante la aplicación de los ensayos respectivos se encontró que la arena obtenida tiene una densidad real de 2.37 g/cm³ y una capacidad de absorción promedio de 1.01% hallándose dentro del rango de 0.2% a 2% establecido por la normativa NTE INEN 856 [17].

➤ **Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso TMN 1”**

Tabla 14. Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso TMN 1”

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<i>“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”</i>			
DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO			
NORMA:	NTE INEN 857		
ORIGEN:	MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO		
ENSAYADO POR:	NICOLE RUIZ	FECHA:	20/10/2023
DENSIDAD REAL DEL AGREGADO			
DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	Masa de la canastilla en el aire	g	1180
M2	Masa de la canastilla en el agua	g	1017
M3	Masa canastilla+Muestra SSS en el aire	g	11380
M4	Masa canastilla+Muestra SSS en el agua	g	6981
DA	Densidad real del agua	g/cm ³	1
M5=M3-M1	Masa de la muestra SSS en el aire	g	10200
M6=M4-M2	Masa de la muestra SSS en el agua	g	5964
VRM=(M5-M6)/DA	Volumen real de la muestra	cm ³	4236
DRR=M5/VRM	Densidad real del ripio	g/cm ³	2.41
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO			
DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
M7	Masa del recipiente	g	257
M8	Masa del recipiente+muestra SSS	g	10457
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	g	10200
M10	Masa del recipiente+muestra seca	g	10176
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	g	9919
CA=((M9-M11)/M11)*100	Capacidad de absorción	%	2.83
CAP=(CA+CA2)/2	Capacidad de absorción promedio	%	2.84

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 14 mediante los ensayos se encontró que el agregado grueso de 1” obtenido de la mina tiene una densidad real de 2.41 g/cm³ y una capacidad de absorción promedio de 2.84% hallándose dentro del rango de 0.2% a 4% permitido en la normativa NTE INEN 857 [18].

➤ **Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso TMN 3/4”**

Tabla 15. Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso TMN 3/4”


 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”			
DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO			
NORMA:	NTE INEN 857		
ORIGEN:	MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO		
ENSAYADO POR:	NICOLE RUIZ	FECHA:	20/10/2023
DENSIDAD REAL DEL AGREGADO			
DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	Masa de la canastilla en el aire	g	1180
M2	Masa de la canastilla en el agua	g	1017
M3	Masa canastilla+Muestra SSS en el aire	g	6510
M4	Masa canastilla+Muestra SSS en el agua	g	4128
DA	Densidad real del agua	g/cm ³	1
M5=M3-M1	Masa de la muestra SSS en el aire	g	5330
M6=M4-M2	Masa de la muestra SSS en el agua	g	3111
VRM=(M5-M6)/DA	Volumen real de la muestra	cm ³	2219
DRR=M5/VRM	Densidad real del ripio	g/cm ³	2.4
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO			
DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
M7	Masa del recipiente	g	257
M8	Masa del recipiente+muestra SSS	g	5228
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	g	4971
M10	Masa del recipiente+muestra seca	g	5084
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	g	4827
CA=((M9-M11)/M11)*100	Capacidad de absorción	%	2.98
CAP=(CA+CA2)/2	Capacidad de absorción promedio	%	2.98

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 15 a través de los ensayos se encontró que el agregado grueso de 3/4” obtenido de la mina tiene una densidad real de 2.4 g/cm³ y una capacidad de absorción promedio de 2.98% hallándose dentro del rango de 0.2% a 4% establecido en la normativa NTE INEN 857 [18].

➤ **Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso TMN 1/2”**

Tabla 16. Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso TMN 1/2”

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<i>“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”</i>			
DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO			
NORMA:		NTE INEN 857	
ORIGEN:		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO	
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ	FECHA: 24/10/2023
DENSIDAD REAL DEL AGREGADO			
DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	Masa de la canastilla en el aire	g	1180
M2	Masa de la canastilla en el agua	g	1017
M3	Masa canastilla+Muestra SSS en el aire	g	3390
M4	Masa canastilla+Muestra SSS en el agua	g	2300
DA	Densidad real del agua	g/cm ³	1
M5=M3-M1	Masa de la muestra SSS en el aire	g	2210
M6=M4-M2	Masa de la muestra SSS en el agua	g	1283
VRM=(M5-M6)/DA	Volumen real de la muestra	cm ³	927
DRR=M5/VRM	Densidad real del ripio	g/cm ³	2.38
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO			
DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
M7	Masa del recipiente	g	272
M8	Masa del recipiente+muestra SSS	g	2295
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	g	2023
M10	Masa del recipiente+muestra seca	g	2235
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	g	1963
CA=((M9-M11)/M11)*100	Capacidad de absorción	%	3.06
CAP=(CA+CA2)/2	Capacidad de absorción promedio	%	3.08

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 16 mediante la aplicación de los ensayos se encontró que el agregado grueso de 1/2” obtenido de la gradación posee una densidad real de 2.38 g/cm³ y una capacidad de absorción promedio de 3.08% hallándose dentro del rango de 0.2% a 4% establecido en la normativa NTE INEN 857 [18].

➤ **Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso TMN 3/8”**

Tabla 17. Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso TMN 3/8”

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
<i>“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”</i>			
DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO			
NORMA:	NTE INEN 857		
ORIGEN:	MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO		
ENSAYADO POR:	NICOLE RUIZ	FECHA:	24/10/2023
DENSIDAD REAL DEL AGREGADO			
DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	Masa de la canastilla en el aire	g	1303
M2	Masa de la canastilla en el agua	g	1140
M3	Masa canastilla+Muestra SSS en el aire	g	2328
M4	Masa canastilla+Muestra SSS en el agua	g	1732
DA	Densidad real del agua	g/cm ³	1
M5=M3-M1	Masa de la muestra SSS en el aire	g	1025
M6=M4-M2	Masa de la muestra SSS en el agua	g	592
VRM=(M5-M6)/DA	Volumen real de la muestra	cm ³	433
DRR=M5/VRM	Densidad real del ripio	g/cm ³	2.37
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO			
DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
M7	Masa del recipiente	g	271
M8	Masa del recipiente+muestra SSS	g	1290
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	g	1019
M10	Masa del recipiente+muestra seca	g	1256
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	g	985
CA=((M9-M11)/M11)*100	Capacidad de absorción	%	3.45
CAP=(CA+CA2)/2	Capacidad de absorción promedio	%	3.52

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 17 a través de los ensayos aplicados se encontró que el agregado grueso de 3/8” obtenido de la mina tiene una densidad real de 2.37 g/cm³ y una capacidad de absorción promedio de 3.52% hallándose dentro del rango de 0.2% a 4% establecido en la normativa NTE INEN 857 [18].

➤ **Densidad aparente suelta y compactada del agregado fino**

Tabla 18. Densidad aparente suelta y compactada del agregado fino



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
<i>“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”</i>				
DENSIDAD APARENTE SUELTA Y COMPACTADA DEL AGREGADO FINO				
NORMA:	NTE INEN 858			
ORIGEN:	MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO			
ENSAYADO POR:	NICOLE RUIZ		FECHA:	24/10/2023
MASA RECIPIENTE (kg):	9.8	VOLUMEN RECIPIENTE (dm³):	20.85	
DENSIDAD SUELTA				
TIPO AGREGADO	AGREGADO + RECIPIENTE (kg)	AGREGADO (kg)	PESO UNITARIO (kg/dm ³)	PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/dm ³)
FINO	39	29.2	1.400	1.405
	39.2	29.4	1.410	
DENSIDAD COMPACTADA				
TIPO AGREGADO	AGREGADO + RECIPIENTE (kg)	AGREGADO (kg)	PESO UNITARIO (kg/dm ³)	PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/dm ³)
FINO	41.8	32	1.535	1.550
	42.4	32.6	1.564	

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 18 aplicando los procedimientos correspondientes estipulados por la normativa se obtuvo que la densidad suelta del agregado fino es de 1.405 kg/dm³ y la densidad compactada es de 2.020 kg/dm³.

➤ **Densidad aparente suelta y compactada de los agregados gruesos TMN 1”, ¾”, ½” y 3/8”**

Tabla 19. Densidad aparente suelta y compactada de los agregados gruesos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
<i>“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”</i>				
DENSIDAD APARENTE SUELTA Y COMPACTADA DEL AGREGADO GRUESO				
NORMA:	NTE INEN 858			
ORIGEN:	MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO			
ENSAYADO POR:	NICOLE RUIZ	FECHA:	25/10/2023	
MASA RECIPIENTE (kg):	9.8	VOLUMEN	20.85	
DENSIDAD SUELTA				
TIPO AGREGADO	AGREGADO + RECIPIENTE (kg)	AGREGADO (kg)	PESO UNITARIO (kg/dm ³)	PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/dm ³)
GRUESO 1"	36.4	26.6	1.276	1.271
	36.2	26.4	1.266	
GRUESO ¾"	37.6	27.8	1.333	1.329
	37.4	27.6	1.324	
GRUESO ½"	37.8	28	1.343	1.348
	38	28.2	1.353	
GRUESO 3/8"	40.2	30.4	1.458	1.453
	40	30.2	1.448	
DENSIDAD COMPACTADA				
TIPO AGREGADO	AGREGADO + RECIPIENTE (kg)	AGREGADO (kg)	PESO UNITARIO (kg/dm ³)	PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/dm ³)
GRUESO 1"	38.8	29	1.391	1.386
	38.6	28.8	1.381	
GRUESO ¾"	40.4	30.6	1.468	1.463
	40.2	30.4	1.458	
GRUESO ½"	40.8	31	1.487	1.497
	41.2	31.4	1.506	
GRUESO 3/8"	42.2	32.4	1.554	1.545
	41.8	32	1.535	

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

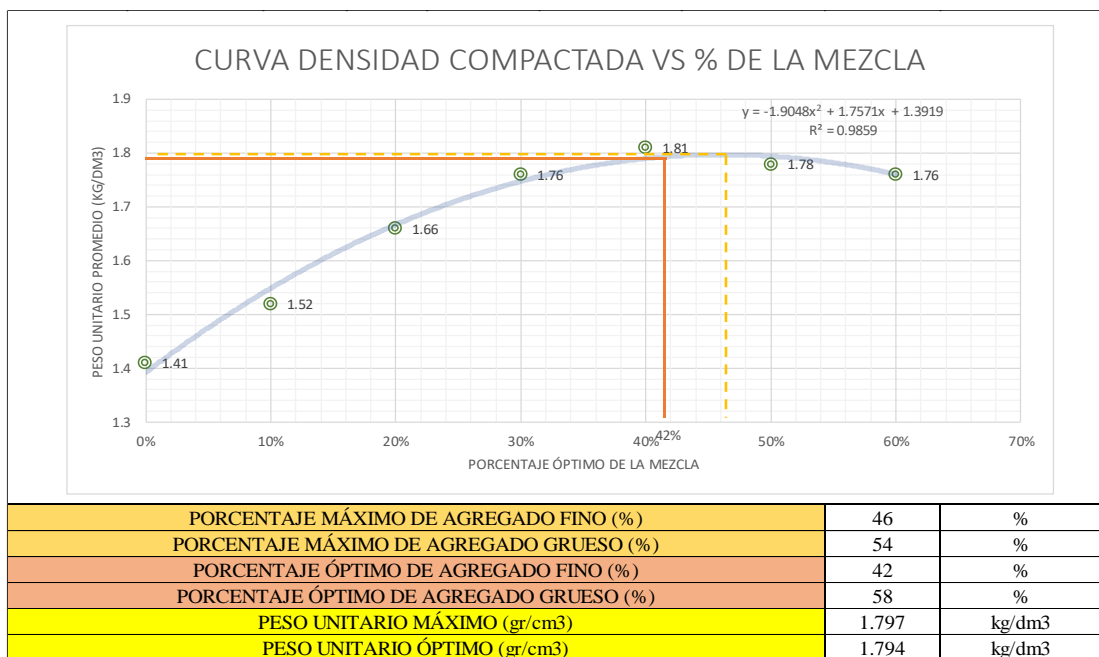
Análisis: En la Tabla 19 aplicando los procedimientos correspondientes estipulados por la normativa se obtuvo que la densidad suelta para los agregados grueso de 1”, ¾”, ½” y 3/8” es de 1.271 kg/dm³, 1.329 kg/dm³, 1.348 kg/dm³, y 1.453 kg/dm³ respectivamente, mientras que para la densidad compactada se obtuvieron los valores de 1.386 kg/dm³, 1.463 kg/dm³, 1.497 kg/dm³, y 1.545 kg/dm³ respectivamente.

➤ **Densidad combinada de los agregados para TMN 1”**

Tabla 20. Densidad combinada de los agregados para TMN 1”

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"								
DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA A.G. 1"								
NORMA:		NTE INEN 858						
ORIGEN:		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO						
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ			FECHA:		26/10/2023	
MASA RECIPIENTE (kg):		9.80			VOLUMEN RECIPIENTE (dm ³):		20.85	
% MEZCLA		CANTIDAD (Kg)		FINO AÑADIDO (Kg)	AGREGADO+ RECIPIENTE (Kg)	AGREGADO (Kg)	PESO UNITARIO MEZCLA (Kg/dm ³)	PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm ³)
GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	FINO	AGREGADO GRUESO+AGREGADO FINO			
100%	0%	40.00	0.00	0.00	39.00	29.20	1.4	1.41
					39.10	29.30	1.41	
90%	10%	40.00	4.44	4.44	41.20	31.40	1.51	1.52
					41.60	31.80	1.53	
80%	20%	40.00	10.00	5.56	44.60	34.80	1.67	1.66
					44.20	34.40	1.65	
70%	30%	40.00	17.14	7.14	46.80	37.00	1.77	1.76
					46.20	36.40	1.75	
60%	40%	40.00	26.67	9.53	47.40	37.60	1.8	1.81
					47.60	37.80	1.81	
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	46.40	36.60	1.76	1.76
					46.20	36.40	1.75	

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez





Gráfica 7. Curva densidad compactada de los agregados TMN 1”

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

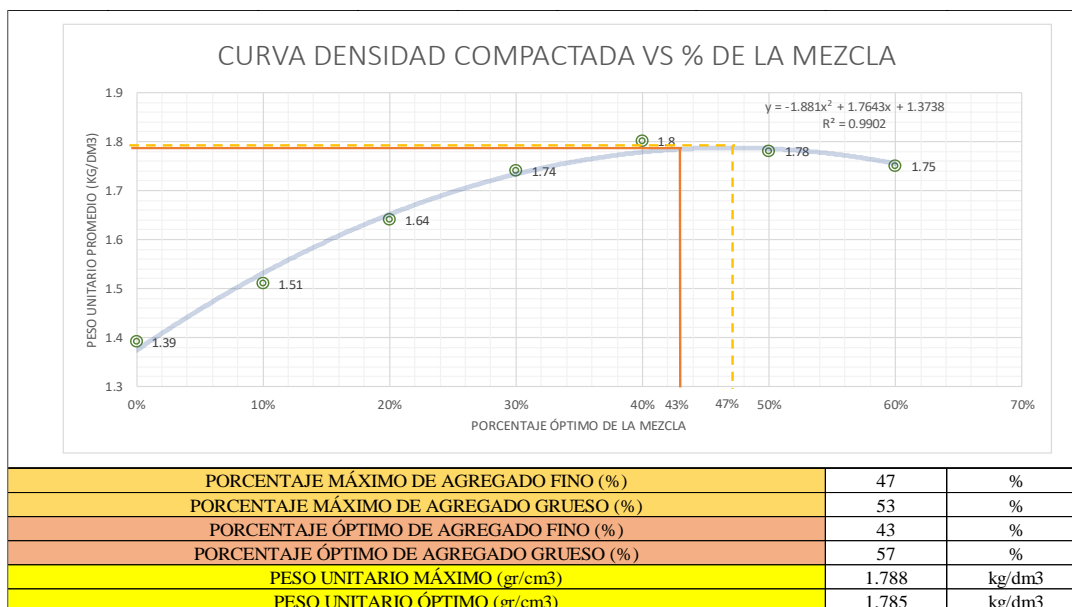
Análisis: La densidad aparente de la mezcla es requerida para determinar la dosificación con tamaño nominal máximo del agregado grueso de 1”, presentando en la Gráfica 7 un porcentaje óptimo del 42% para el agregado fino y 58% para el agregado grueso. Así mismo, la máxima y optima densidad de la mezcla se determina mediante la curva densidad compactada vs % de la mezcla teniendo valores de 1.797 kg/dm³ y 1.794 kg/dm³ respectivamente.

➤ **Densidad combinada de los agregados para TMN 3/4”**

Tabla 21. Densidad combinada de los agregados para TMN 3/4”

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”								
DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA A.G. 3/4								
NORMA:		NTE INEN 858						
ORIGEN:		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO						
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA: 26/11/2023				
MASA RECIPIENTE (kg):		9.80		VOLUMEN RECIPIENTE (dm3): 20.85				
% MEZCLA		CANTIDAD (Kg)		FINO AÑADIDO (Kg)	AGREGADO+RECIPIENTE (Kg)	AGREGADO (Kg)	PESO UNITARIO MEZCLA (Kg/dm3)	PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm3)
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	

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez



Gráfica 8. Curva densidad compactada de los agregados para TMN 3/4"
Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

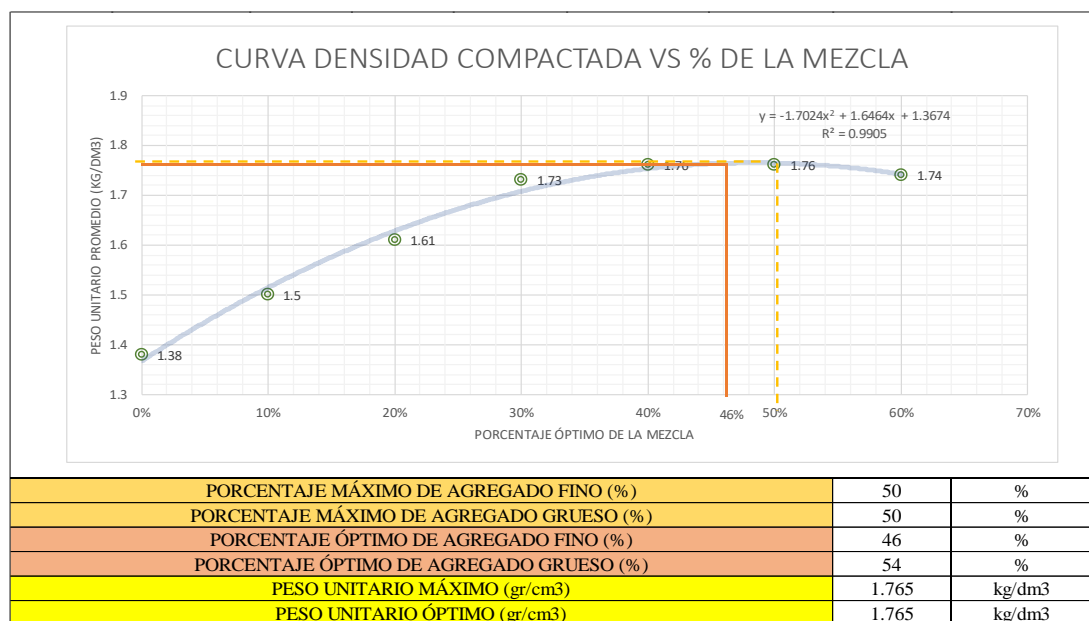
Análisis: La densidad aparente de la mezcla es requerida para determinar la dosificación para tamaño nominal de 3/4", presentando en la Gráfica 8 un porcentaje óptimo del 43% para el agregado fino y 57% para el agregado grueso. Así mismo, la máxima y optima densidad de la mezcla se determina mediante la curva densidad compactada vs % de la mezcla teniendo valores de 1.788 kg/dm³ y 1.785 kg/dm³ respectivamente.

➤ **Densidad combinada de los agregados para TMN 1/2”**

Tabla 22. Densidad combinada de los agregados para TMN 1/2”

 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”								
DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA A.G. 1/2								
NORMA:		NTE INEN 858						
ORIGEN:		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO						
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ			FECHA:		27/10/2023	
MASA RECIPIENTE (kg):		9.80			VOLUMEN RECIPIENTE (dm3):		20.85	
% MEZCLA		CANTIDAD (Kg)		FINO AÑADIDO (Kg)	AGREGADO+ RECIPIENTE (Kg)	AGREGADO (Kg)	PESO UNITARIO MEZCLA (Kg/dm3)	PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm3)
GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	FINO	AGREGADO GRUESO+AGREGADO FINO			
100%	0%	40.00	0.00	0.00	38.40	28.60	1.37	1.38
					38.60	28.80	1.38	
90%	10%	40.00	4.44	4.44	41.00	31.20	1.5	1.5
					40.80	31.00	1.49	
80%	20%	40.00	10.00	5.56	43.20	33.40	1.6	1.61
					43.40	33.60	1.61	
70%	30%	40.00	17.14	7.14	45.80	36.00	1.73	1.73
					45.60	35.80	1.72	
60%	40%	40.00	26.67	9.53	46.60	36.80	1.76	1.76
					46.20	36.40	1.75	
50%	50%	40.00	40.00	13.33	46.40	36.60	1.76	1.76
					46.20	36.40	1.75	
40%	60%	40.00	60.00	20.00	45.80	36.00	1.73	1.74
					46.00	36.20	1.74	

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez



Gráfica 9. Curva densidad compactada de los agregados para 1/2”

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: La densidad aparente de la mezcla es requerida para determinar la dosificación para tamaño nominal de 1/2”, presentando en la Gráfica 9 un porcentaje óptimo del 46% para el agregado fino y 54% para el agregado grueso. Así mismo, la

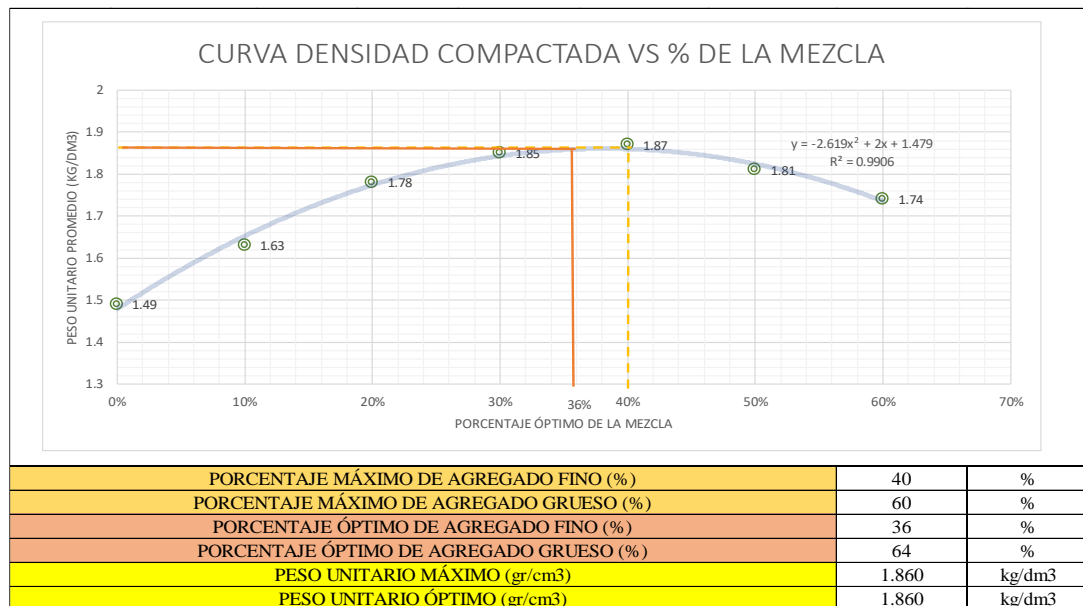
máxima y optima densidad de la mezcla se determina mediante la curva densidad compactada vs % de la mezcla obteniendo 1.765 kg/dm³ para ambos debido a que el porcentaje máximo para ambos es del 50%.

➤ **Densidad combinada de los agregados para TMN 3/8"**

Tabla 23. Densidad combinada de los agregados para TMN 3/8"

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"								
DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA A.G. 3/8								
NORMA:		NTE INEN 858						
ORIGEN:		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO						
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ			FECHA:		27/10/2023	
MASA RECIPIENTE (kg):		9.80			VOLUMEN RECIPIENTE (dm3):		20.85	
% MEZCLA		CANTIDAD (Kg)		FINO AÑADIDO (Kg)	AGREGADO+ RECIPIENTE (Kg)	AGREGADO (Kg)	PESO UNITARIO MEZCLA (Kg/dm3)	PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/dm3)
GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	FINO	AGREGADO GRUESO+AGREGADO FINO			
100%	0%	40.00	0.00	0.00	40.60	30.80	1.48	1.49
					41.00	31.20	1.5	
					43.60	33.80	1.62	
90%	10%	40.00	4.44	4.44	43.80	34.00	1.63	1.63
					46.40	36.60	1.76	
80%	20%	40.00	10.00	5.56	47.20	37.40	1.79	1.78
					48.20	38.40	1.84	
70%	30%	40.00	17.14	7.14	48.40	38.60	1.85	1.85
					48.60	38.80	1.86	
60%	40%	40.00	26.67	9.53	48.80	39.00	1.87	1.87
					47.40	37.60	1.8	
50%	50%	40.00	40.00	13.33	47.60	37.80	1.81	1.81
					46.20	36.40	1.75	
40%	60%	40.00	60.00	20.00	45.60	35.80	1.72	1.74

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez



Gráfica 10. Curva densidad compactada de los agregados para TMN 3/8"

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: La densidad aparente de la mezcla es requerida para determinar la dosificación para tamaño nominal de 3/8”, presentando en la Gráfica 10 un porcentaje óptimo del 40% para el agregado fino y 60% para el agregado grueso. Así mismo, la máxima y optima densidad de la mezcla se determina mediante la curva densidad compactada vs % de la mezcla obteniendo 1.860 kg/dm³ para ambos.

➤ **Contenido de humedad de los agregados gruesos con TMN 1”, 3/4”, 1/2” y 3/8”**

Tabla 24. Contenido de humedad de los agregados gruesos con TMN 1”, 3/4”, 1/2” y 3/8”



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
<i>“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”</i>						
CONTENIDO DE HUMEDAD						
NORMA:			NTE INEN 862			
ORIGEN:			MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO			
ENSAYADO POR:			NICOLE RUIZ		FECHA: 31/10/2023	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE 1" Y 3/4"						
DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO GRUESO 1"		AGREGADO GRUESO 3/4"	
M1	Masa del recipiente	g	278	257	258	270
M2	Masa del recipiente+muestra húmeda	g	4278	4257	4258	4270
M3	Masa del recipiente+muestra seca	g	4256.3	4231.6	4235.2	4249.9
M4=M2-M3	Masa del agua	g	21.7	25.4	22.8	20.1
M5=M3-M1	Masa de la muestra seca	g	3978.3	3974.6	3977.2	3979.9
CH=(M4/M5)*100	Contenido de humedad	%	0.55	0.64	0.57	0.51
CHP	Contenido de humedad promedio	%	0.60		0.54	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE 1/2" Y 3/8"						
DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO GRUESO 1/2"		AGREGADO GRUESO 3/8"	
M1	Masa del recipiente	g	278	272	272	270
M2	Masa del recipiente+muestra húmeda	g	2278	2272	1273	1271
M3	Masa del recipiente+muestra seca	g	2265.7	2260	1267.9	1265.2
M4=M2-M3	Masa del agua	g	12.3	12	5.1	5.8
M5=M3-M1	Masa de la muestra seca	g	1987.7	1988	995.9	995.2
CH=(M4/M5)*100	Contenido de humedad	%	0.62	0.60	0.51	0.58
CHP	Contenido de humedad promedio	%	0.61		0.55	

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 24 se observan los resultados del contenido de humedad para cada agregado grueso de diferente tamaño nominal máximo de 1”, 3/4”, 1/2” y 3/8” son de 0.60%, 0.54%, 0.61% y 0.55% respectivamente.

➤ **Contenido de humedad del agregado fino**

Tabla 25. Contenido de humedad 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"				
CONTENIDO DE HUMEDAD				
NORMA:		NTE INEN 862		
ORIGEN:		MINA "LAS VIÑAS" - AMBATO		
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ	FECHA:	31/10/2023
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO				
DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO FINO	
M1	Masa del recipiente	g	69.5	270
M2	Masa del recipiente+muestra húmeda	g	641	780
M3	Masa del recipiente+muestra seca	g	638.7	776.9
M4=M2-M3	Masa del agua	g	2.3	3.1
M5=M3-M1	Masa de la muestra seca	g	569.2	506.9
CH=(M4/M5)*100	Contenido de humedad	%	0.4	0.61
CHP	Contenido de humedad promedio	%	0.51	

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 25 se observa que el agregado fino analizado de la mina "Las Viñas" posee un contenido de humedad promedio de 0.51%.

➤ **Densidad del cemento**

Tabla 26. Densidad del cemento

 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"				
DENSIDAD REAL DEL CEMENTO				
NORMA:		NTE INEN 156		
ORIGEN:		CEMENTO HOLCIM FUERTE TIPO GU		
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ	FECHA:	31/10/2023
DENSIDAD REAL DEL AGREGADO				
DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR	
M1	Masa del picnómetro	g	152.680	152.690
M2	Masa del picnómetro+cemento	g	252.690	252.680
M3	Masa del picnómetro+cemento+gasolina	g	592.270	592.350
M4=M3-M2	Masa de gasolina añadida	g	339.580	339.670
M5	Masa del picnómetro+500cm ³ de gasolina	g	519.660	519.450
M6=M5-M1	Masa de 500cm ³ de gasolina	g	366.980	366.760
DA=M6/500cm ³	Densidad de la gasolina	g/cm ³	0.734	0.734
M7=M6-M4	Masa de la gasolina desalojada por el cemento	g	27.400	27.090
Msss=M2-M1	Masa del cemento	g	100.010	99.990
Vsss=M7/DA	Volumen de gasolina desalojada	cm ³	37.332	36.932
DRA=Msss/Vsss	Densidad real del cemento	g/cm ³	2.693	

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 26 se tiene que el cemento Holcim Tipo GU posee una densidad real de 2.693 g/cm³.



3.1.2 Resultados de la fase 2

Elaboración de probetas de hormigón simple con variaciones en el tamaño nominal máximo del agregado grueso.

3.1.2.1 Resultados de la dosificación mediante el método de la densidad óptima y corrección por humedad



A continuación, se presentan las tablas con los resultados obtenidos de los cálculos del método de densidad óptima para las dosificaciones de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ para cada tamaño nominal máximo de agregado grueso respectivo, seguido de su corrección por humedad correspondiente.

Tabla 27. Dosificación para $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ (agregado grueso TMN 1")

 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"					
DOSIFICACIÓN POR MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA					
MÉTODO:		MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR			
DISEÑADO POR:		NICOLE RUIZ	FECHA:		2/11/2023
DOSIFICACIÓN PARA F'C DE 240 KG/CM2					
DATOS DE ENSAYOS			DATOS DE TABLAS		
F'c	240	kg/cm ²	W/C	0.56	
Asentamiento	6-9	cm	CP (%)	POV+2%+8% (POV)	
DRC	2.693	g/cm ³	CÁLCULOS		
DRA	2.37	g/cm ³	DRM	2.39	kg/dm ³
DRR	2.41	g/cm ³	POV	25.04	%
DSA	1.405	g/cm ³	CP (%)	290.46	dm ³
DSR	1.271	g/cm ³	C	311.89	kg
POA	42	%	W	174.66	lts
POR	58	%	A	706.27	kg
DOM	1.794	gr/cm ³	R	991.79	kg


Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 28. Dosificación para $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ por peso (agregado grueso TMN 1")

 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”			
DOSIFICACIÓN POR MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA			
MÉTODO:		MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR	
DISEÑADO POR:		NICOLE RUIZ	FECHA: 2/11/2023
DOSIFICACIÓN PARA F'C DE 240 KG/CM2 POR PESO			
MATERIAL	CANTIDAD EN kg POR CADA m ³ DE HORMIGÓN	DOSIFICACIÓN AL PESO	CANTIDAD EN kg POR SACO DE CEMENTO DE 50kg
W	174.66	0.56	28
C	311.89	1	50
A	706.27	2.26	113.23
R	991.79	3.18	159.00
TOTAL	2184.61	kg/m ³ =Densidad del hormigón	



Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 29. Corrección por humedad (agregado grueso TMN 1")

 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”								
CORRECCIÓN POR HUMEDAD								
NORMA:			NTE INEN 862					
ELABORADO POR:			NICOLE RUIZ	FECHA:			2/11/2023	
D (cm)	10	H (cm)	20	#CILINDROS			9	
VOLUMEN DE HORMIGÓN PARA CILINDROS			14137.17	cm ³	14.137167	dm ³	0.0141372	m ³
CANTIDAD DE CEMENTO EN kg POR m³ DE HORMIGÓN			311.89	CANTIDAD DE CEMENTO EN kg PARA 9 CILINDROS			4.41	
MATERIAL	DOSIFICACIÓN AL PESO	PARA 9 CILINDROS	C.A.	C.H.	CORRECCIÓN HUMEDAD		CANTIDAD CORREGIDA PARA 9 CILINDROS	
			%	%	%	kg		
W	0.56	2.47	-	-	-	0.36	2.83	Its
C	1	4.41	-	-	-	-	4.41	kg
A	2.26	9.98	1.01	0.51	0.011	0.05	10.03	kg
R	3.18	14.02	2.84	0.60	0.071	0.31	14.34	kg



Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 30. Dosificación para $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ (agregado grueso TMN 3/4")

 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”					
DOSIFICACIÓN POR MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA					
MÉTODO:		MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR			
DISEÑADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA: 2/11/2023	
DOSIFICACIÓN PARA F'C DE 240 KG/CM2					
DATOS DE ENSAYOS			DATOS DE TABLAS		
F'c	240	kg/cm ²	W/C	0.56	
Asentamiento	6-9	cm	CP (%)	POV+2%+8% (POV)	
DRC	2.693	g/cm ³	CÁLCULOS		
DRA	2.37	g/cm ³	DRM	2.39	kg/dm ³
DRR	2.4	g/cm ³	POV	25.24	%
DSA	1.405	g/cm ³	CP (%)	292.57	dm ³
DSR	1.329	g/cm ³	C	314.15	kg
POA	43	%	W	175.92	lts
POR	57	%	A	720.95	kg
DOM	1.785	g/cm ³	R	967.77	kg


Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 31. Dosificación para $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ por peso (agregado grueso TMN 3/4")

 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”					
DOSIFICACIÓN POR MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA					
MÉTODO:		MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR			
DISEÑADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA: 2/11/2023	
DOSIFICACIÓN PARA F'C DE 240 KG/CM2 POR PESO					
MATERIAL	CANTIDAD EN kg POR CADA m ³ DE HORMIGÓN		DOSIFICACIÓN AL PESO	CANTIDAD EN kg POR SACO DE CEMENTO DE 50kg	
W	175.92		0.56	28	
C	314.15		1	50	
A	720.95		2.29	114.75	
R	967.77		3.08	154.03	
TOTAL	2178.78		kg/m ³ =Densidad del hormigón		



Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 32. Corrección por humedad (agregado grueso TMN 3/4")

 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"									
CORRECCIÓN POR HUMEDAD									
NORMA:		NTE INEN 862							
ELABORADO POR:		NICOLE RUIZ			FECHA:		2/11/2023		
D (cm)	10	H (cm)	20	#CILINDROS			9		
VOLUMEN DE HORMIGÓN PARA CILINDROS			14137.17	cm ³	14.137167	dm ³	0.0141372	m ³	
CANTIDAD DE CEMENTO EN kg POR m³ DE HORMIGÓN			314.15	CANTIDAD DE CEMENTO EN kg PARA 9 CILINDROS			4.44		
MATERIAL	DOSIFICACIÓN AL PESO	PARA 9 CILINDROS	C.A.	C.H.	CORRECCIÓN HUMEDAD		CANTIDAD CORREGIDA PARA 9 CILINDROS		
			%	%	%	kg			
W	0.56	2.49	-	-	-	0.38	2.87	lts	
C	1	4.44	-	-	-	-	4.44	kg	
A	2.29	10.19	1.01	0.51	0.011	0.05	10.24	kg	
R	3.08	13.68	2.98	0.54	0.075	0.33	14.02	kg	



Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 33. Dosificación para $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ (agregado grueso TMN 1/2")

 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"									
DOSIFICACIÓN POR MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA									
MÉTODO:		MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR							
DISEÑADO POR:		NICOLE RUIZ			FECHA:		3/11/2023		
DOSIFICACIÓN PARA F'C DE 240 KG/CM2									
DATOS DE ENSAYOS					DATOS DE TABLAS				
F'c	240	kg/cm ²	W/C	0.56					
Asentamiento	6-9	cm	CP (%)	POV+2%+8%(POV)					
DRC	2.693	g/cm ³	CÁLCULOS						
DRA	2.37	g/cm ³	DRM	2.38		kg/dm ³			
DRR	2.38	g/cm ³	POV	25.72		%			
DSA	1.405	g/cm ³	CP (%)	297.74		dm ³			
DSR	1.348	g/cm ³	C	319.71		kg			
POA	46	%	W	179.04		lts			
POR	54	%	A	765.60		kg			
DOM	1.765	g/cm ³	R	902.54		kg			



Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 34. Dosificación para $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ por peso (agregado grueso TMN 1/2")

 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”			
DOSIFICACIÓN POR MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA			
MÉTODO:		MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR	
DISEÑADO POR:		NICOLE RUIZ	FECHA: 3/11/2023
DOSIFICACIÓN PARA F'C DE 240 KG/CM2 POR PESO			
MATERIAL	CANTIDAD EN kg POR CADA m ³ DE HORMIGÓN	DOSIFICACIÓN AL PESO	CANTIDAD EN kg POR SACO DE CEMENTO DE 50kg
W	179.04	0.56	28
C	319.71	1	50
A	765.60	2.39	119.73
R	902.54	2.82	141.15
TOTAL	2166.88	kg/m³=Densidad del hormigón	



Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 35. Corrección por humedad (agregado grueso TMN 1/2")

 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”								
CORRECCIÓN POR HUMEDAD								
NORMA:				NTE INEN 862				
ELABORADO POR:				NICOLE RUIZ	FECHA:		3/11/2023	
D (cm)	10	H (cm)	20	#CILINDROS		9		
VOLUMEN DE HORMIGÓN PARA CILINDROS			14137.17	cm ³	14.137167	dm ³	0.0141372	m ³
CANTIDAD DE CEMENTO EN kg POR m³ DE HORMIGÓN			319.71	CANTIDAD DE CEMENTO EN kg PARA 9 CILINDROS		4.52		
MATERIAL	DOSIFICACIÓN AL PESO	PARA 9 CILINDROS	C.A.	C.H.	CORRECCIÓN HUMEDAD		CANTIDAD CORREGIDA PARA 9 CILINDROS	
			%	%	%	kg		
W	0.56	2.53	-	-	-	0.37	2.90	lts
C	1	4.52	-	-	-	-	4.52	kg
A	2.39	10.82	1.01	0.51	0.012	0.05	10.88	kg
R	2.82	12.76	3.08	0.61	0.070	0.32	13.07	kg



Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 36. Dosificación para $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ (agregado grueso TMN 3/8")

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 	
<i>“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”</i>	
DOSIFICACIÓN POR MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA	
MÉTODO:	MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
DISEÑADO POR:	NICOLE RUIZ
FECHA:	3/11/2023
DOSIFICACIÓN PARA F'C DE 240 KG/CM2	
DATOS DE ENSAYOS	
F'c	240 kg/cm ²
Asentamiento	6-9 cm
DRC	2.693 g/cm ³
DRA	2.37 g/cm ³
DRR	2.37 g/cm ³
DSA	1.405 g/cm ³
DSR	1.453 g/cm ³
POA	36 %
POR	64 %
DOM	1.860 g/cm ³
DATOS DE TABLAS	
W/C	0.56
CP (%)	POV+2%+8% (POV)
CÁLCULOS	
DRM	2.37 kg/dm ³
POV	21.54 %
CP (%)	252.60 dm ³
C	271.23 kg
W	151.89 lts
A	637.68 kg
R	1133.66 kg

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 37. Dosificación para $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ por peso (agregado grueso TMN 3/8")

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<i>“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”</i>			
DOSIFICACIÓN POR MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA			
MÉTODO:	MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR		
DISEÑADO POR:	NICOLE RUIZ		
FECHA:	3/11/2023		
DOSIFICACIÓN PARA F'C DE 240 KG/CM2 POR PESO			
MATERIAL	CANTIDAD EN kg POR CADA m ³ DE HORMIGÓN	DOSIFICACIÓN AL PESO	CANTIDAD EN kg POR SACO DE CEMENTO DE 50kg
W	151.89	0.56	28
C	271.23	1	50
A	637.68	2.35	117.55
R	1133.66	4.18	208.99
TOTAL	2194.46	kg/m ³ =Densidad del hormigón	

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 38. Corrección por humedad (agregado grueso TMN 3/8")

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"									
CORRECCIÓN POR HUMEDAD									
NORMA:		NTE INEN 862							
ELABORADO POR:		NICOLE RUIZ			FECHA:		3/11/2023		
D (cm)	10	H (cm)	20	#CILINDROS	9				
VOLUMEN DE HORMIGÓN PARA CILINDROS		14137.17	cm ³	14.137167	dm ³	0.0141372	m ³		
CANTIDAD DE CEMENTO EN kg POR m ³ DE HORMIGÓN		271.23	CANTIDAD DE CEMENTO EN kg PARA 9 CILINDROS		3.83				
MATERIAL	DOSIFICACIÓN AL PESO	PARA 9 CILINDROS	C.A. %	C.H. %	CORRECCIÓN HUMEDAD %		CANTIDAD CORREGIDA PARA 9 CILINDROS		
W	0.56	2.15	-	-	-	0.52	2.67	lts	
C	1	3.83	-	-	-	-	3.83	kg	
A	2.35	9.02	1.01	0.51	0.012	0.05	9.06	kg	
R	4.18	16.03	3.52	0.55	0.124	0.48	16.50	kg	

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez



De igual manera, se muestran las tablas con los resultados obtenidos de los cálculos del método de densidad óptima para las dosificaciones de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 39. Dosificación para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (agregado grueso TMN 1")

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"									
DOSIFICACIÓN POR MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA									
MÉTODO:		MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR							
DISEÑADO POR:		NICOLE RUIZ			FECHA:		3/11/2023		
DOSIFICACIÓN PARA $f'c$ DE 280 KG/CM ²									
DATOS DE ENSAYOS					DATOS DE TABLAS				
$f'c$	240	kg/cm ²	W/C	0.52					
Asentamiento	6-9	cm	CP (%)	POV+2%+8%(POV)					
DRC	2.693	g/cm ³	CÁLCULOS						
DRA	2.37	g/cm ³	DRM	2.39	kg/dm ³				
DRR	2.41	g/cm ³	POV	25.04	%				
DSA	1.405	g/cm ³	CP (%)	290.46	dm ³				
DSR	1.271	g/cm ³	C	325.88	kg				
POA	42	%	W	169.46	lts				
POR	58	%	A	706.27	kg				
DOM	1.794	g/cm ³	R	991.79	kg				



Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 40. Dosificación para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ por peso (agregado grueso TMN 1")

 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”			
DOSIFICACIÓN POR MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA			
MÉTODO:	MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR		
DISEÑADO POR:	NICOLE RUIZ	FECHA:	3/11/2023
DOSIFICACIÓN PARA F'C DE 280 KG/CM2 POR PESO			
MATERIAL	CANTIDAD EN kg POR CADA m ³ DE HORMIGÓN	DOSIFICACIÓN AL PESO	CANTIDAD EN kg POR SACO DE CEMENTO DE 50kg
W	169.46	0.52	26
C	325.88	1	50
A	706.27	2.17	108.36
R	991.79	3.04	152.17
TOTAL	2193.41	kg/m ³ =Densidad del hormigón	



Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 41. Corrección por humedad (agregado grueso TMN 1")

 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”								
CORRECCIÓN POR HUMEDAD								
NORMA:		NTE INEN 862						
ELABORADO POR:		NICOLE RUIZ	FECHA:		3/11/2023			
D (cm)	10	H (cm)	20	#CILINDROS		9		
VOLUMEN DE HORMIGÓN PARA CILINDROS		14137.17	cm ³	14.137167	dm ³	0.0141372	m ³	
CANTIDAD DE CEMENTO EN kg POR m³ DE HORMIGÓN		325.88	CANTIDAD DE CEMENTO EN kg PARA 9 CILINDROS		4.61			
MATERIAL	DOSIFICACIÓN AL PESO	PARA 9 CILINDROS	C.A.	C.H.	CORRECCIÓN HUMEDAD		CANTIDAD CORREGIDA PARA 9 CILINDROS	
			%	%	%	kg		
W	0.52	2.40	-	-	-	0.36	2.76	lbs
C	1	4.61	-	-	-	-	4.61	kg
A	2.17	9.98	1.01	0.51	0.011	0.05	10.03	kg
R	3.04	14.02	2.84	0.60	0.068	0.31	14.34	kg



Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 42. Dosificación para $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (agregado grueso TMN 3/4")

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
<i>“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”</i>					
DOSIFICACIÓN POR MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA					
MÉTODO:	MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR				
DISEÑADO POR:	NICOLE RUIZ	FECHA:	5/11/2023		
DOSIFICACIÓN PARA F'C DE 280 KG/CM2					
DATOS DE ENSAYOS		DATOS DE TABLAS			
F'c	240	kg/cm ²	W/C	0.52	
Asentamiento	6-9	cm	CP (%)	POV+2%+8% (POV)	
DRC	2.693	g/cm ³	CÁLCULOS		
DRA	2.37	g/cm ³	DRM	2.39	kg/dm ³
DRR	2.4	g/cm ³	POV	25.24	%
DSA	1.405	g/cm ³	CP (%)	292.57	dm ³
DSR	1.329	g/cm ³	C	328.24	kg
POA	43	%	W	170.69	lts
POR	57	%	A	720.95	kg
DOM	1.785	g/cm ³	R	967.77	kg



Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 43. Dosificación para $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ por peso (agregado grueso TMN 3/4")

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
<i>“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”</i>			
DOSIFICACIÓN POR MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA			
MÉTODO:	MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR		
DISEÑADO POR:	NICOLE RUIZ	FECHA:	5/11/2023
DOSIFICACIÓN PARA F'C DE 280 KG/CM2 POR PESO			
MATERIAL	CANTIDAD EN kg POR CADA m ³ DE HORMIGÓN	DOSIFICACIÓN AL PESO	CANTIDAD EN kg POR SACO DE CEMENTO DE 50kg
W	170.69	0.52	26
C	328.24	1	50
A	720.95	2.20	109.82
R	967.77	2.95	147.42
TOTAL	2187.65	kg/m ³ =Densidad del hormigón	



Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 44. Corrección por humedad (agregado grueso TMN 3/4")

 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"									
CORRECCIÓN POR HUMEDAD									
NORMA:		NTE INEN 862							
ELABORADO POR:		NICOLE RUIZ			FECHA:		5/11/2023		
D (cm)	10	H (cm)	20	#CILINDROS			9		
VOLUMEN DE HORMIGÓN PARA CILINDROS			14137.17	cm ³	14.137167	dm ³	0.014137167	m ³	
CANTIDAD DE CEMENTO EN kg POR m³ DE HORMIGÓN			328.24	CANTIDAD DE CEMENTO EN kg PARA 9 CILINDROS			4.64		
MATERIAL	DOSIFICACIÓN AL PESO	PARA 9 CILINDROS	C.A.	C.H.	CORRECCIÓN HUMEDAD		CANTIDAD CORREGIDA PARA 9 CILINDROS		
			%	%	%	kg			
W	0.52	2.41	-	-	-	0.38	2.80	Its	
C	1	4.64	-	-	-	-	4.64	kg	
A	2.20	10.19	1.01	0.51	0.011	0.05	10.24	kg	
R	2.95	13.68	2.98	0.54	0.072	0.33	14.02	kg	



Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 45. Dosificación para $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (agregado grueso TMN 1/2")

 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"									
DOSIFICACIÓN POR MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA									
MÉTODO:		MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR							
DISEÑADO POR:		NICOLE RUIZ			FECHA:		5/11/2023		
DOSIFICACIÓN PARA F'C DE 280 KG/CM2									
DATOS DE ENSAYOS				DATOS DE TABLAS					
F'c	240	kg/cm ²	W/C	0.52					
Asentamiento	6-9	cm	CP (%)	POV+2%+8%(POV)					
DRC	2.693	g/cm ³	CÁLCULOS						
DRA	2.37	g/cm ³	DRM	2.38	kg/dm ³				
DRR	2.38	g/cm ³	POV	25.72	%				
DSA	1.405	g/cm ³	CP (%)	297.74	dm ³				
DSR	1.348	g/cm ³	C	334.05	kg				
POA	46	%	W	173.71	Its				
POR	54	%	A	765.60	kg				
DOM	1.765	g/cm ³	R	902.54	kg				



Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 46. Dosificación para $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ por peso (agregado grueso TMN 1/2")

 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”			
DOSIFICACIÓN POR MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA			
MÉTODO:	MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR		
DISEÑADO POR:	NICOLE RUIZ	FECHA:	5/11/2023
DOSIFICACIÓN PARA F'c DE 280 KG/CM2 POR PESO			
MATERIAL	CANTIDAD EN kg POR CADA m ³ DE HORMIGÓN	DOSIFICACIÓN AL PESO	CANTIDAD EN kg POR SACO DE CEMENTO DE 50kg
W	173.71	0.52	26
C	334.05	1	50
A	765.60	2.29	114.59
R	902.54	2.70	135.09
TOTAL	2175.90	kg/m³=Densidad del hormigón	



Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 47. Corrección por humedad (agregado grueso TMN 1/2")

 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”								
CORRECCIÓN POR HUMEDAD								
NORMA:	NTE INEN 862							
ELABORADO POR:	NICOLE RUIZ	FECHA:	5/11/2023					
D (cm)	10	H (cm)	20	#CILINDROS			9	
VOLUMEN DE HORMIGÓN PARA CILINDROS			14137.17	cm ³	14.137167	dm ³	0.0141372	m ³
CANTIDAD DE CEMENTO EN kg POR m³ DE HORMIGÓN			334.05	CANTIDAD DE CEMENTO EN kg PARA 9 CILINDROS			4.72	
MATERIAL	DOSIFICACIÓN AL PESO	PARA 9 CILINDROS	C.A.	C.H.	CORRECCIÓN HUMEDAD		CANTIDAD CORREGIDA PARA 9 CILINDROS	
			%	%	%	kg		
W	0.52	2.46	-	-	-	0.37	2.83	Its
C	1	4.72	-	-	-	-	4.72	kg
A	2.29	10.82	1.01	0.51	0.011	0.05	10.88	kg
R	2.70	12.76	3.08	0.61	0.067	0.32	13.07	kg



Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 48. Dosificación para $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (agregado grueso TMN 3/8")

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
<p><i>“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”</i></p>					
DOSIFICACIÓN POR MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA					
MÉTODO:	MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR				
DISEÑADO POR:	NICOLE RUIZ	FECHA:	5/11/2023		
DOSIFICACIÓN PARA F'C DE 280 KG/CM2					
DATOS DE ENSAYOS		DATOS DE TABLAS			
F'c	240	kg/cm ²	W/C	0.52	
Asentamiento	6-9	cm	CP (%)	POV+2%+8%(POV)	
DRC	2.693	g/cm ³	CÁLCULOS		
DRA	2.37	g/cm ³	DRM	2.37	kg/dm ³
DRR	2.37	g/cm ³	POV	21.54	%
DSA	1.405	g/cm ³	CP (%)	252.60	dm ³
DSR	1.453	g/cm ³	C	283.40	kg
POA	36	%	W	147.37	lts
POR	64	%	A	637.68	kg
DOM	1.860	g/cm ³	R	1133.66	kg


Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 49. Dosificación para $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ por peso (agregado grueso TMN 3/8")

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
<p><i>“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”</i></p>			
DOSIFICACIÓN POR MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA			
MÉTODO:	MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR		
DISEÑADO POR:	NICOLE RUIZ	FECHA:	5/11/2023
DOSIFICACIÓN PARA F'C DE 280 KG/CM2 POR PESO			
MATERIAL	CANTIDAD EN kg POR CADA m ³ DE HORMIGÓN	DOSIFICACIÓN AL PESO	CANTIDAD EN kg POR SACO DE CEMENTO DE 50kg
W	147.37	0.52	26
C	283.40	1	50
A	637.68	2.25	112.51
R	1133.66	4.00	200.01
TOTAL	2202.11	kg/m ³ =Densidad del hormigón	

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 50. Corrección por humedad (agregado grueso TMN 3/8")

 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"									
CORRECCIÓN POR HUMEDAD									
NORMA:		NTE INEN 862							
ELABORADO POR:		NICOLE RUIZ			FECHA:		5/11/2023		
D (cm)	10	H (cm)	20	#CILINDROS			9		
VOLUMEN DE HORMIGÓN PARA CILINDROS		14137.17	cm ³	14.137167	dm ³	0.0141372	m ³		
CANTIDAD DE CEMENTO EN kg POR m ³ DE HORMIGÓN		283.40	CANTIDAD DE CEMENTO EN kg PARA 9 CILINDROS			4.01			
MATERIAL	DOSIFICACIÓN AL PESO	PARA 9 CILINDROS	C.A.	C.H.	CORRECCIÓN HUMEDAD		CANTIDAD CORREGIDA PARA 9 CILINDROS		
			%	%	%	kg			
W	0.52	2.08	-	-	-	0.52	2.60	Its	
C	1	4.01	-	-	-	-	4.01	kg	
A	2.25	9.02	1.01	0.51	0.011	0.05	9.06	kg	
R	4.00	16.03	3.52	0.55	0.119	0.48	16.50	kg	

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez



Análisis: En las Tablas 27-50 del diseño de todas las dosificaciones se puede observar como la cantidad de agregado grueso que se necesita para la mezcla aumenta a medida disminuye el tamaño nominal máximo provocando un aumento en la densidad de la mezcla. Cada dosificación cuenta con su respectiva corrección por humedad debido a que se debe tener en cuenta el agua presente en el material, las tablas mencionadas se realizaron con los valores obtenidos de los ensayos previamente aplicados sin embargo en campo el contenido de humedad se lo aplica un día antes de elaborar la mezcla de hormigón.

3.1.2.2 Resultados de los cilindros de prueba

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los cilindros de prueba ensayados a los 7 días de edad de curado mediante los cuales se verificó que la dosificación era correcta permitiendo seguir a la elaboración los especímenes definitivos.

- **Especímenes de prueba para $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$.**
 - **Propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido**

Tabla 51. Propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido ($f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$, TMN 1")

 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"											
ESPECÍMENES DE PRUEBA PARA F'C 240 KG/CM2											
ORIGEN		LABORATORIOS FICM									
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ					FECHA:		14/11/2023		
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO											
NORMA:		NTE INEN 1578									
PROPIEDAD		DATOS OBTENIDOS									
TRABAJABILIDAD		BUENA									
ASENTAMIENTO		7.5 cm									
CONSISTENCIA		BLANDA									
HOMOGENEIDAD		MUY BUENA									
DENSIDAD DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO											
NORMA:		NTE INEN 1579									
#CILINDRO	W MOLDE (kg)	WM+HORMIGÓN FRESCO (kg)	W HORMIGÓN FRESCO (kg)	W CILINDRO SECO (kg)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (m3)	DENSIDAD ESTADO FRESCO (kg/m3)	DENSIDAD PROMEDIO (kg/m3)	DENSIDAD ESTADO ENDURECIDO (kg/m3)	DENSIDAD PROMEDIO (kg/m3)
1	7.73	11.26	3.53	3.444	10	20	0.0016	2245.99	2231.35	2192.52	2195.06
2	7.73	11.23	3.50	3.444	10	20	0.0016	2229.44		2192.52	
3	7.73	11.21	3.49	3.456	10	20	0.0016	2218.62		2200.16	

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 51 se presentan las propiedades del hormigón tanto en estado fresco como endurecido, observándose que se tuvo una trabajabilidad buena, un asentamiento de 7.5, consistencia blanda, homogeneidad muy buena y una densidad en estado fresco promedio de 2331.35 kg/m^3 , así mismo se obtuvo una densidad en estado endurecido promedio de 2195.06 kg/m^3 .



○ **Resultados ensayo de resistencia a compresión**

Tabla 52. Resistencia a compresión de los especímenes de prueba a los 7 días ($f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$, TMN 1")

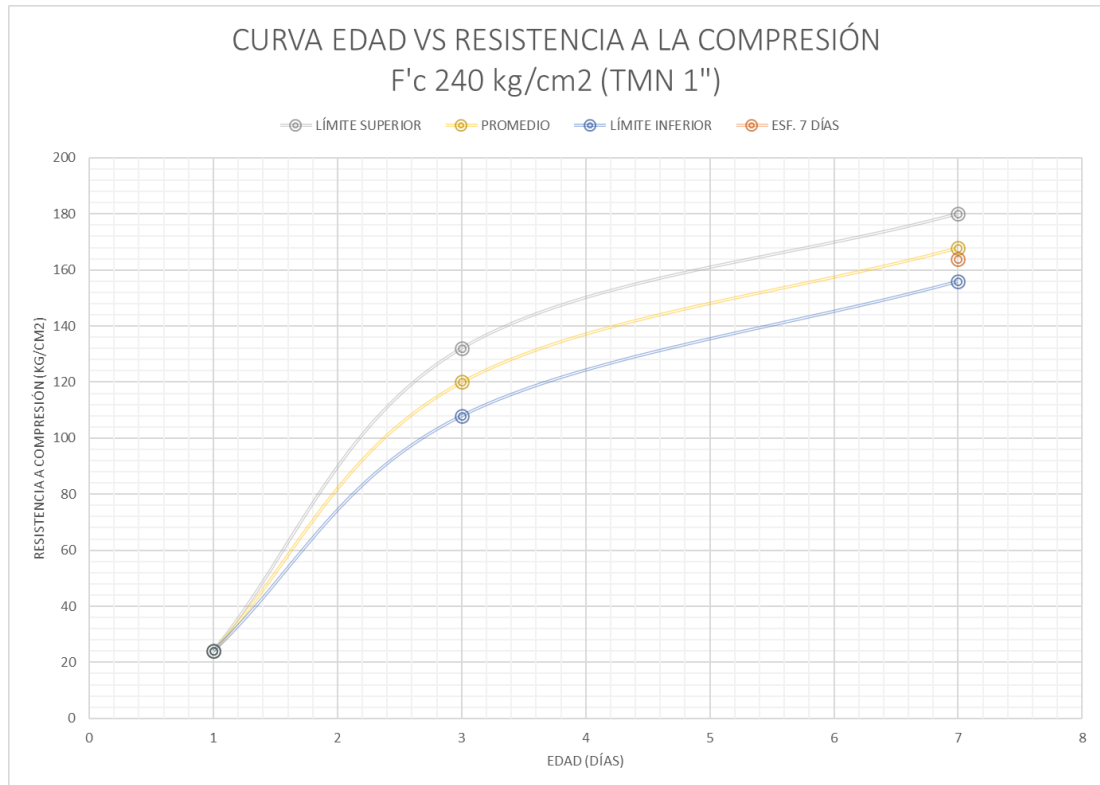
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 							
"INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE"							
ESPECÍMENES DE PRUEBA PARA f'_c 240 KG/CM2							
ORIGEN		LABORATORIOS FICM					
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA:		21/11/2023	
NORMA:				NTE INEN 1573			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DE EDAD							
#CILINDRO	RESISTENCIA DE DISEÑO	ÁREA (cm)	CARGA P (kN)	CARGA P (kg)	ESFUERZO COMPRESIÓN (kg/cm2)	ESFUERZO COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm2)	RANGOS (kg/cm2)
1	240 kg/cm2	78.54	119.61	11961	152.286	163.85	RI=156
2		78.54	128.50	12850	163.608		RP=168
3		78.54	137.95	13795	175.644		RS=180

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 53. Rangos de resistencia a compresión $f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ (TMN 1")

 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"						
RESISTENCIA 240 kg/cm2						
EDAD	LIMITE INFERIOR	PROMEDIO	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR	PROMEDIO	LIMITE SUPERIOR
(Días)	(%)	(%)	(%)	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
0	0	0	0	0	0	0
1	10	10	10	24	24	24
3	45	50	55	108	120	132
7	65	70	75	156	168	180
14	80	85	90	192	204	216
21	90	95	100	216	228	240
28	95	100	105	228	240	252
56	115	120	125	276	288	300

Fuente: [33]





Gráfica 11. Curva edad vs resistencia a compresión $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ (TMN 1")
Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 52 mediante la aplicación del ensayo de resistencia a compresión se obtuvo un esfuerzo a compresión promedio de 163.85 kg/cm^2 , encontrándose dentro del rango estipulado de 156 kg/cm^2 a 180 kg/cm^2 lo cual se puede observar en la Tabla 53 donde el valor mencionado al hallarse entre 65% y 70% equivale al 68% de la resistencia a compresión esperada a los 7 días. En la Gráfica 11 se observa de mejor manera como el esfuerzo se encuentra entre el límite inferior y promedio. De esta manera dando a conocer que la dosificación para resistencia de 240 kg/cm^2 es correcta.

- **Especímenes de prueba para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.**
 - **Propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido**

Tabla 54. Propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, TMN 1")



 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"											
ESPECÍMENES DE PRUEBA PARA F'C 240 KG/CM2											
ORIGEN		LABORATORIOS FICM									
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ					FECHA:		14/11/2023		
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO											
NORMA:				NTE INEN 1578							
PROPIEDAD				DATOS OBTENIDOS							
TRABAJABILIDAD				BUENA							
ASENTAMIENTO				6.5 cm							
CONSISTENCIA				BLANDA							
HOMOGENEIDAD				MUY BUENA							
DENSIDAD DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO											
NORMA:				NTE INEN 1579							
#CILINDRO	W MOLDE (kg)	WM+HORMIGÓN FRESCO (kg)	W HORMIGÓN FRESCO (kg)	W CILINDRO SECO (kg)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (m3)	DENSIDAD ESTADO FRESCO (kg/m3)	DENSIDAD PROMEDIO (kg/m3)	DENSIDAD ESTADO ENDURECIDO (kg/m3)	DENSIDAD PROMEDIO (kg/m3)
1	7.73	11.39	3.66	3.573	10	20	0.0016	2330.66	2290.35	2274.64	2231.14
2	7.73	11.29	3.56	3.466	10	20	0.0016	2267.00		2206.52	
3	7.73	11.30	3.57	3.475	10	20	0.0016	2273.37		2212.25	

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 54 se presentan las propiedades y densidades del hormigón con TMN 1", se obtuvo una buena trabajabilidad con asentamiento de 6.5 cm dando una consistencia blanda y muy buena homogeneidad. Teniendo densidades promedio en estado fresco y endurecido de 2290.35 kg/m^3 y 2231.14 kg/m^3 respectivamente.



○ **Resultados ensayo de resistencia a compresión**

Tabla 55. Resistencia a compresión de los especímenes de prueba a los 7 días ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, TMN 1")

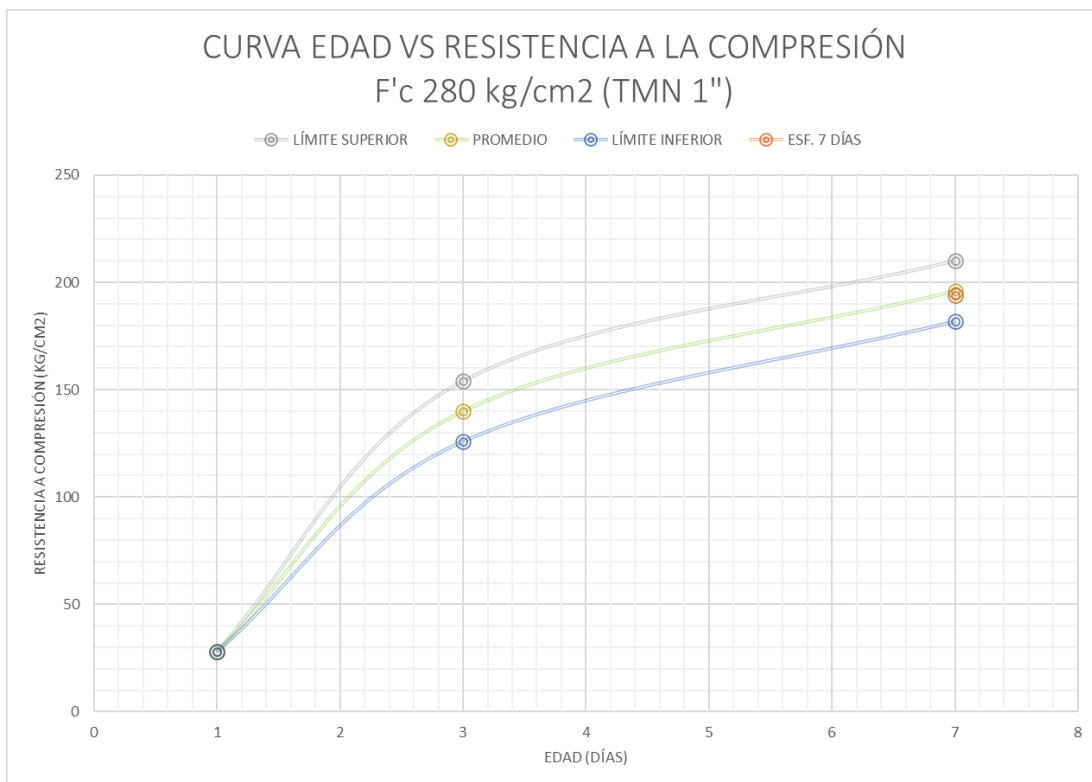
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 							
"INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE"							
ESPECÍMENES DE PRUEBA PARA F'C 280 KG/CM2							
ORIGEN		LABORATORIOS FICM					
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA:		21/11/2023	
NORMA:				NTE INEN 1579			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DE EDAD							
#CILINDRO	RESISTENCIA DE DISEÑO	ÁREA (cm)	CARGA P (kN)	CARGA P (kg)	ESFUERZO COMPRESIÓN (kg/cm2)	ESFUERZO COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm2)	RANGOS (kg/cm2)
1	280 kg/cm2	78.54	151.73	15173	193.188	193.87	RI=182
2		78.54	151.81	15181	193.290		RP=196
3		78.54	153.25	15325	195.126		RS=210

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Tabla 56. Rangos de resistencia a compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (TMN 1")

 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"						
RESISTENCIA 280 kg/cm2						
EDAD	LIMITE INFERIOR	PROMEDIO	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR	PROMEDIO	LIMITE SUPERIOR
(Días)	(%)	(%)	(%)	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
0	0	0	0	0	0	0
1	10	10	10	28	28	28
3	45	50	55	126	140	154
7	65	70	75	182	196	210
14	80	85	90	224	238	252
21	90	95	100	252	266	280
28	95	100	105	266	280	294
56	115	120	125	322	336	350

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez



*Gráfica 12. Curva edad vs resistencia a compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez*

Análisis: En la Tabla 55 mediante la aplicación del ensayo de resistencia a compresión se obtuvo un esfuerzo a compresión promedio de 193.87 kg/cm^2 , encontrándose dentro del rango estipulado de 182 kg/cm^2 a 210 kg/cm^2 lo cual se puede observar en la Tabla 56 donde el valor mencionado al hallarse entre 65% y 70% equivale al 69% de la resistencia a compresión esperada a los 7 días. En la Gráfica 12 se observa de mejor manera como el esfuerzo se encuentra al borde del esfuerzo promedio esperado en el tiempo estipulado. De esta manera dando a conocer que la dosificación para resistencia de 280 kg/cm^2 es correcta.

3.1.2.3 Resultados de los cilindros definitivos

➤ Propiedades del hormigón en estado fresco para cada dosificación

Tabla 57. Propiedades del hormigón en estado fresco f/c 240 kg/cm^2

 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"				
ESPECÍMENES PARA F'C 240 KG/CM2				
ORIGEN	LABORATORIOS FICM			
ENSAYADO POR:	NICOLE RUIZ		FECHA:	21/11/2023
NORMA:	NTE INEN 1578			
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO				
PROPIEDAD	TAMAÑO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO			
	1"	3/4"	1/2"	3/8"
TRABAJABILIDAD	BUENA	BUENA	BUENA	MUY BUENA
ASENTAMIENTO (cm)	7.5	7	7	6.5
CONSISTENCIA	BLANDO	BLANDO	BLANDO	BLANDO
HOMOGENEIDAD	BUENA	BUENA	MUY BUENA	MUY BUENA

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 57 se presentan las propiedades en estado fresco que presentó cada dosificación de diferente agregado, teniendo en primer lugar el hormigón de 1" con una buena trabajabilidad, asentamiento de 7.5 cm dando lugar a una consistencia blanda y una homogeneidad buena, siguiendo a este se presentan los datos del hormigón con agregado de 3/4" y 1/2" los cuales comparten una buena trabajabilidad con asentamiento de 7 cm, consistencia blanda y teniendo como diferencia su homogeneidad siendo buena para la mezcla de 3/4" y muy buena para la de 1/2", finalmente se presentan las propiedades del hormigón de 3/8" el cual tuvo una muy buena trabajabilidad con asentamiento de 6.5 cm dando lugar a una consistencia blanda y muy buena homogeneidad.

Tabla 58. Propiedades del hormigón en estado fresco f/c 280 kg/cm²



 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”				
ESPECÍMENES PARA F' C 280 KG/CM2				
ORIGEN	LABORATORIOS FICM			
ENSAYADO POR:	NICOLE RUIZ			
NORMA:	NTE INEN 1578			
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO				
PROPIEDAD	TAMAÑO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO			
	1"	3/4"	1/2"	3/8"
TRABAJABILIDAD	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA
ASENTAMIENTO (cm)	7.5	7.5	6.5	6
CONSISTENCIA	BLANDO	BLANDO	BLANDO	BLANDO
HOMOGENEIDAD	BUENA	BUENA	BUENA	MUY BUENA

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 58 se presentan las propiedades en estado fresco que presento cada dosificación de diferente agregado, se presentan los datos del hormigón con agregado de 1” y ¾” los cuales comparten una trabajabilidad regular con asentamiento de 7.5 cm, consistencia blanda y una buena homogeneidad, como datos siguientes se tiene a los del hormigón de ½” el cual tuvo una buena trabajabilidad con asentamiento de 6.5 cm dando lugar a una consistencia blanda de buena homogeneidad y para el hormigón de 3/8” se observó una buena trabajabilidad, un asentamiento de 6 cm con consistencia blanda y una muy buena homogeneidad.

➤ Densidad en estado fresco y endurecido especímenes $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$

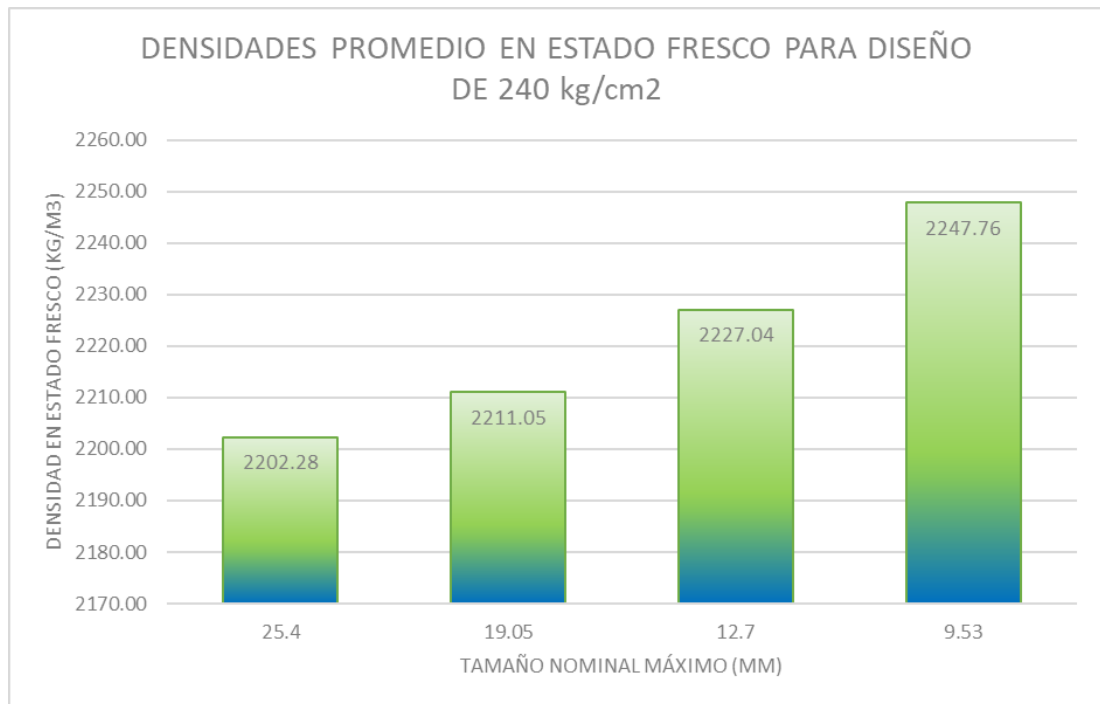
Tabla 59. Densidad en estado fresco y endurecido especímenes $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 																	
"INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE"																	
ESPECÍMENES DE $f'c$ 240 KG/CM ²																	
ORIGEN:					LABORATORIOS FICM												
ENSAYADO POR:					NICOLE RUIZ		FECHA:			21/11/2023							
NORMA:					NTE INEN 1579												
DENSIDAD DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO																	
DIÁMETRO		(cm)		10		ALTURA		(cm)		20		VOLUMEN		(m ³)		0.0016	
#CILINDRO	TAMAÑO AGREGADO GRUESO (mm)	W MOLDE (kg)	WM+HORMIGÓN FRESCO (kg)	W HORMIGÓN FRESCO (kg)	W CILINDRO SECO (kg)	DENSIDAD ESTADO FRESCO (kg/m ³)	DENSIDAD ESTADO FRESCO PROMEDIO (kg/m ³)	DENSIDAD ESTADO ENDURECIDO (kg/m ³)	DENSIDAD ESTADO ENDURECIDO PROMEDIO (kg/m ³)								
HS-240-101	25.4	7.729	11.217	3.488	3.472	2220.53	2202.28	2210.34	2177.31								
HS-240-102		7.730	11.21	3.480	3.321	2215.44		2114.21									
HS-240-103		7.765	11.233	3.468	3.491	2207.80		2222.44									
HS-240-104		7.746	11.233	3.487	3.465	2219.89		2205.89									
HS-240-105		7.741	11.220	3.479	3.436	2214.80		2187.43									
HS-240-106		7.735	11.195	3.460	3.446	2202.70		2193.79									
HS-240-107		7.729	11.168	3.439	3.368	2189.34		2144.14									
HS-240-108		7.729	11.109	3.380	3.372	2151.77		2146.68									
HS-240-109		7.731	11.184	3.453	3.41	2198.25		2170.87									
HS-240-3/401	19.05	7.672	11.194	3.522	3.487	2242.17	2211.05	2219.89	2186.29								
HS-240-3/402		7.672	11.171	3.499	3.471	2227.53		2209.71									
HS-240-3/403		7.746	11.158	3.412	3.387	2172.15		2156.23									
HS-240-3/404		7.741	11.179	3.438	3.356	2188.70		2136.50									
HS-240-3/405		7.735	11.225	3.490	3.479	2221.80		2214.80									
HS-240-3/406		7.729	11.181	3.452	3.355	2197.61		2135.86									
HS-240-3/407		7.735	11.208	3.473	3.467	2210.98		2207.16									
HS-240-3/408		7.730	11.228	3.498	3.455	2226.90		2199.52									
HS-240-3/409		7.765	11.239	3.474	3.451	2211.62		2196.97									
HS-240-1/201	12.7	7.735	11.231	3.496	3.444	2225.62	2227.04	2192.52	2200.09								
HS-240-1/202		7.746	11.257	3.511	3.444	2235.17		2192.52									
HS-240-1/203		7.729	11.168	3.439	3.464	2189.34		2205.25									
HS-240-1/204		7.741	11.231	3.490	3.438	2221.80		2188.70									
HS-240-1/205		7.765	11.248	3.483	3.390	2217.35		2158.14									
HS-240-1/206		7.746	11.235	3.489	3.423	2221.17		2179.15									
HS-240-1/207		7.672	11.172	3.500	3.493	2228.17		2223.71									
HS-240-1/208		7.731	11.260	3.529	3.510	2246.63		2234.54									
HS-240-1/209		7.672	11.219	3.547	3.497	2258.09		2226.26									
HS-240-3/801	9.53	7.746	11.255	3.509	3.460	2233.90	2247.76	2202.70	2222.02								
HS-240-3/802		7.765	11.282	3.517	3.444	2238.99		2192.52									
HS-240-3/803		7.746	11.281	3.535	3.472	2250.45		2210.34									
HS-240-3/804		7.731	11.239	3.508	3.487	2233.26		2219.89									
HS-240-3/805		7.741	11.256	3.515	3.473	2237.72		2210.98									
HS-240-3/806		7.672	11.148	3.476	3.447	2212.89		2194.43									
HS-240-3/807		7.735	11.297	3.562	3.544	2267.64		2256.18									
HS-240-3/808		7.672	11.266	3.594	3.547	2288.01		2258.09									
HS-240-3/809		7.730	11.291	3.561	3.539	2267.00		2253.00									

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 59 se presentan los datos obtenidos de densidades en estados fresco y endurecido para los tamaños de agregado de 1" (25.4 mm), 3/4" (19.05 mm), 1/2" (12.7 mm) y 3/8" (9.53 mm). Para el primer tamaño de agregado se tuvo las densidades promedio de 2202.28 kg/m^3 y 2171.37 kg/m^3 , para el siguiente tamaño las densidades de 2211.05 kg/m^3 y 2186.29 kg/m^3 , para 1/2" (12.7 mm) se tiene las densidades de 2227.04 kg/m^3 y 2200.09 kg/m^3 y para el tamaño de 3/8" (9.53 mm) se obtienen los valores de 2247.76 kg/m^3 y 2222.02 kg/m^3 respectivamente para estado

fresco y endurecido. Todas las densidades se encuentran dentro del rango estimado de 1842 kg/m³ a 2483 kg/m³ estipulado por la normativa NTE INEN 1579 [28].





Gráfica 13. Densidades promedio en estado fresco ($f'c = 240$ kg/cm²)
Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Gráfica 13 se observa la diferencia de densidad existente entre los distintos tamaños de agregado grueso, destacando principalmente una diferencia de 45.48 kg/m³ entre la densidad del agregado de 1" (25.4 mm) con el de 3/8" (9.53 mm).

➤ Densidad en estado fresco y endurecido especímenes $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

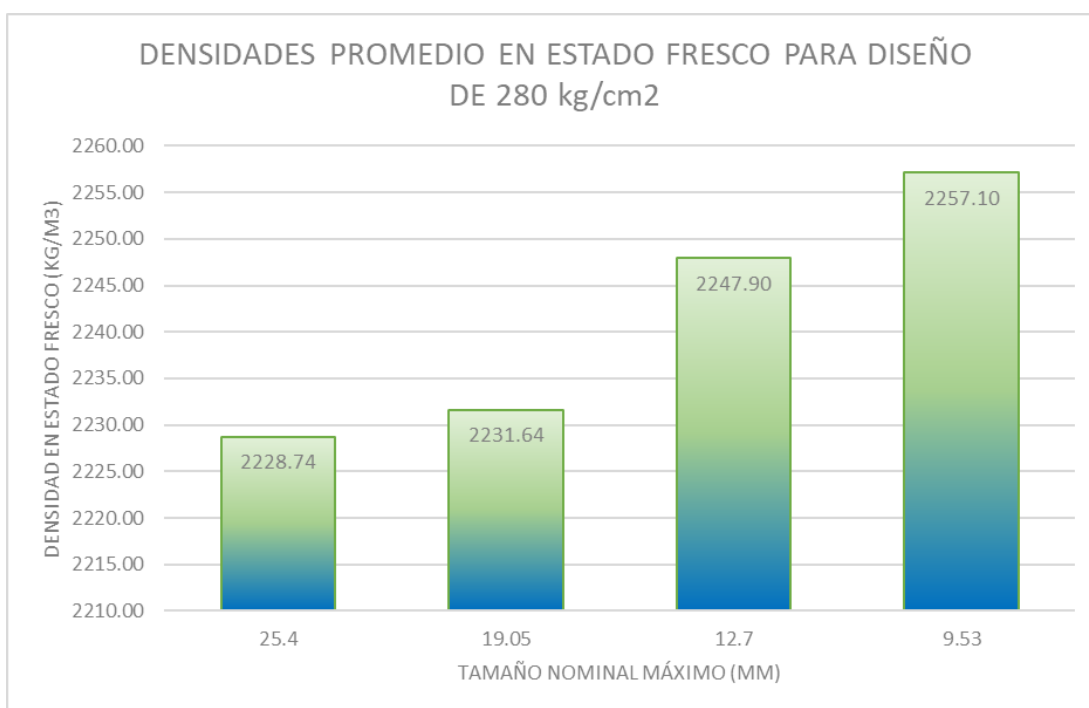
Tabla 60. Densidad en estado fresco y endurecido especímenes $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
"INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE"										
ESPECÍMENES DE F'c 280 KG/CM2										
ORIGEN:		LABORATORIOS FICM								
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ				FECHA:		30/11/2023		
NORMA:		NTE INEN 1579								
DENSIDAD DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO										
DIÁMETRO (cm)		10		ALTURA (cm)		20		VOLUMEN (m3)		0.0016
#CILINDRO	TAMAÑO AGREGADO GRUESO (mm)	W MOLDE (kg)	WM+HORMIGÓN FRESCO (kg)	W HORMIGÓN FRESCO (kg)	W CILINDRO SECO (kg)	DENSIDAD ESTADO FRESCO (kg/m3)	DENSIDAD ESTADO FRESCO PROMEDIO (kg/m3)	DENSIDAD ESTADO ENDURECIDO (kg/m3)	DENSIDAD ESTADO ENDURECIDO PROMEDIO (kg/m3)	
HS-280-101	25.4	7.672	11.141	3.469	3.453	2208.43	2228.74	2198.25	2208.79	
HS-280-102		7.735	11.227	3.492	3.442	2223.08		2191.25		
HS-280-103		7.730	11.267	3.537	3.460	2251.72		2202.70		
HS-280-104		7.720	11.195	3.475	3.464	2212.25		2205.25		
HS-280-105		7.699	11.230	3.531	3.505	2247.90		2231.35		
HS-280-106		7.765	11.238	3.473	3.457	2210.98		2200.79		
HS-280-107		7.672	11.232	3.560	3.502	2266.37		2229.44		
HS-280-108		7.720	11.163	3.443	3.437	2191.88		2188.06		
HS-280-109		7.698	11.226	3.528	3.506	2245.99		2231.99		
HS-280-3/401	19.05	7.729	11.192	3.463	3.451	2204.61	2231.64	2196.97	2217.28	
HS-280-3/402		7.729	11.277	3.548	3.495	2258.73		2224.99		
HS-280-3/403		7.735	11.24	3.505	3.479	2231.35		2214.80		
HS-280-3/404		7.746	11.167	3.421	3.408	2177.88		2169.60		
HS-280-3/405		7.741	11.262	3.521	3.519	2241.54		2240.26		
HS-280-3/406		7.735	11.265	3.530	3.512	2247.27		2235.81		
HS-280-3/407		7.730	11.272	3.542	3.514	2254.91		2237.08		
HS-280-3/408		7.729	11.243	3.514	3.478	2237.08		2214.16		
HS-280-3/409		7.729	11.234	3.505	3.49	2231.35		2221.80		
HS-280-1/201	12.7	7.672	11.3	3.628	3.485	2309.66	2247.90	2218.62	2230.36	
HS-280-1/202		7.672	11.3	3.628	3.483	2309.66		2217.35		
HS-280-1/203		7.746	11.226	3.480	3.462	2215.44		2203.98		
HS-280-1/204		7.741	11.257	3.516	3.539	2238.36		2253.00		
HS-280-1/205		7.735	11.219	3.484	3.499	2217.98		2227.53		
HS-280-1/206		7.729	11.178	3.449	3.514	2195.70		2237.08		
HS-280-1/207		7.735	11.246	3.511	3.521	2235.17		2241.54		
HS-280-1/208		7.729	11.253	3.524	3.512	2243.45		2235.81		
HS-280-1/209		7.741	11.3	3.559	3.516	2265.73		2238.36		
HS-280-3/801	9.53	7.672	11.282	3.610	3.594	2298.20	2257.10	2288.01	2235.88	
HS-280-3/802		7.672	11.268	3.596	3.482	2289.28		2216.71		
HS-280-3/803		7.741	11.227	3.486	3.471	2219.26		2209.71		
HS-280-3/804		7.765	11.257	3.492	3.466	2223.08		2206.52		
HS-280-3/805		7.731	11.242	3.511	3.488	2235.17		2220.53		
HS-280-3/806		7.672	11.252	3.580	3.542	2279.10		2254.91		
HS-280-3/807		7.765	11.266	3.501	3.482	2228.81		2216.71		
HS-280-3/808		7.672	11.262	3.590	3.556	2285.46		2263.82		
HS-280-3/809		7.741	11.284	3.543	3.528	2255.54		2245.99		

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 60 se presentan los valores obtenidos del pesaje de cada cilindro en estado fresco y endurecido, datos con los cuales se llevó a cabo el cálculo de las densidades correspondientes para cada estado del hormigón dando como resultado para tamaño de 1" (25.4 mm) una densidad en estado fresco de 2228.74 kg/m^3 y en estado endurecido una densidad de 2219.75 kg/m^3 , siguiente a ello se presentan las densidades para estado fresco y endurecido que presentó el promedio de los cilindros con tamaño de agregado grueso de $\frac{3}{4}$ " (19.05 mm) siendo los valores de 2231.64 kg/m^3 y 2230.36 kg/m^3 respectivamente, como siguiente se tiene los resultados del tamaño

de agregado de 1/2" (12.7 mm) presentando densidades de 2257.10 kg/m³ y 2235.88 kg/m³, terminando la tabla resumen con los densidades para tamaño de 3/8" (9.53 mm) siendo estas 2242.53 kg/m³ para estado fresco y 2248.75 kg/m³ para estado endurecido. Todas las densidades se encuentran dentro del rango estimado de 1842 kg/m³ a 2483 kg/m³ estipulado por la normativa NTE INEN 1579 [28].



Gráfica 14. Densidades promedio en estado fresco ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)
Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Gráfica 14 se observa la diferencia de densidad existente entre los distintos tamaños de tamaño nominal de agregado grueso, destacando principalmente la diferencia de 28.36 kg/m³ entre la densidad del agregado de 1" (25.4 mm) con el de 3/8" (9.53 mm).

3.1.3 Resultados de la fase 3

Propuesta de correlaciones entre el tamaño nominal máximo del agregado grueso y la resistencia a la compresión del hormigón simple

3.1.3.1 Resultados de ensayos de resistencia a compresión

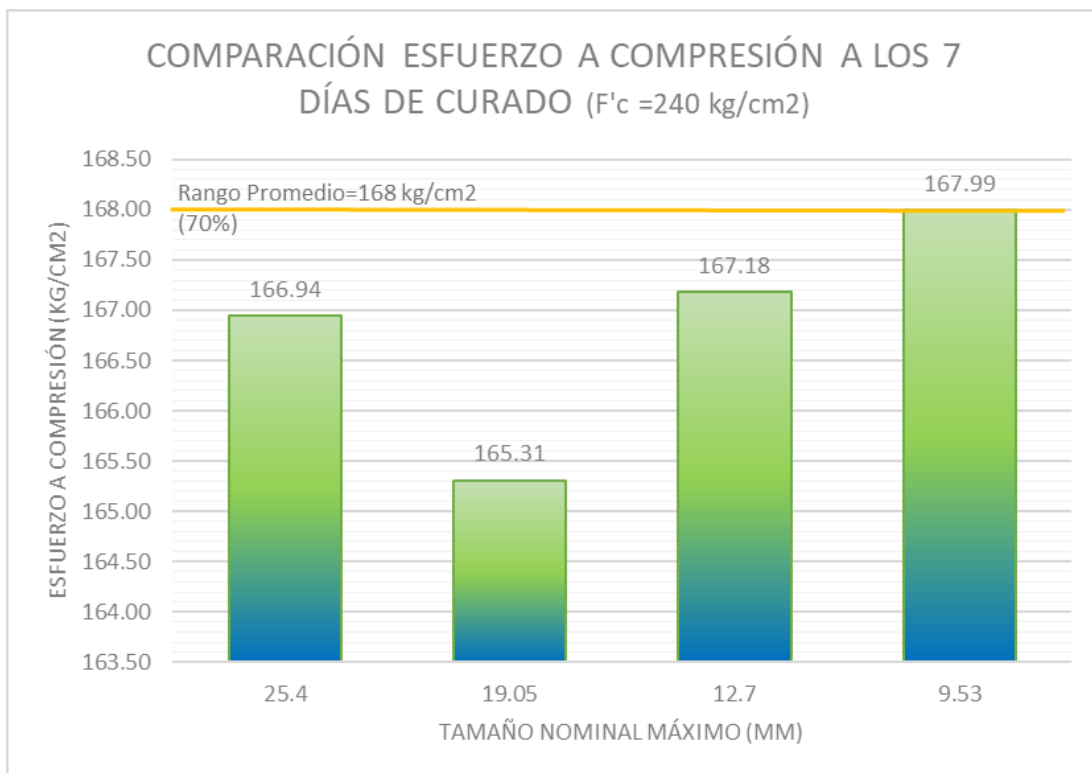
- Resultados ensayo resistencia a compresión $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$
 - Edad de curado 7 días

Tabla 61. Resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 7 días ($f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
"INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE"								
ESPECÍMENES DE PRUEBA PARA F' C 240 KG/CM2								
ORIGEN		LABORATORIOS FICM						
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ			FECHA:		28/11/2023	
NORMA:		NTE INEN 1573						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DE EDAD								
#CILINDRO	TAMAÑO AGREGADO GRUESO (mm)	ÁREA (cm ²)	CARGA P (kN)	CARGA P (kg)	ESFUERZO COMPRESIÓN (MPa)	ESFUERZO COMPRESIÓN (kg/cm ²)	ESFUERZO COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)	RANGOS (kg/cm ²)
HS-240-101	25.4	78.54	126.90	12690	15.84	161.568	166.94	RI=156
HS-240-102		78.54	128.50	12850	16.04	163.608		RP=168
HS-240-103		78.54	137.95	13795	17.22	175.644		RS=180
HS-240-3/401	19.05	78.54	132.26	13226	16.51	168.402	165.31	RI=156
HS-240-3/402		78.54	133.79	13379	16.7	170.340		RP=168
HS-240-3/403		78.54	123.45	12345	15.41	157.182		RS=180
HS-240-1/201	12.7	78.54	131.30	13130	16.39	167.178	167.18	RI=156
HS-240-1/202		78.54	134.98	13498	16.85	171.870		RP=168
HS-240-1/203		78.54	127.62	12762	15.93	162.486		RS=180
HS-240-3/801	9.53	78.54	134.51	13451	16.79	171.258	167.99	RI=156
HS-240-3/802		78.54	131.86	13186	16.46	167.892		RP=168
HS-240-3/803		78.54	129.46	12946	16.16	164.832		RS=180

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 61 se reflejan los datos obtenidos de la aplicación del ensayo de resistencia a compresión a los cilindros con 7 días de curado para diseño de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$, la resistencia promedio para los cilindros con agregado de 1" es de 166.94 kg/cm^2 , para los de agregado $3/4$ " es de 165.31 kg/cm^2 , para agregado de $1/2$ " es de 167.18 kg/cm^2 y para agregado de $3/8$ " es de 167.99 kg/cm^2 ubicándose cada uno dentro del rango establecido de entre 156 kg/cm^2 como rango inferior, 168 kg/cm^2 como rango promedio y 180 kg/cm^2 como rango superior, cada uno correspondiente a porcentajes de 65%, 70% y 75%.





*Gráfica 15. Comparación esfuerzo a compresión 7 días $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$
Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez*

Análisis: En la Gráfica 15 se representa mediante un diagrama de barras los esfuerzos promedios iniciales de cada tamaño nominal máximo destacándose el promedio de 3/8" (9.53%) el cual por 0.01% casi logra llegar al 70% de resistencia inicial, de la misma manera se observan como los esfuerzos de los tamaños de 1" (25.4 mm), 3/4" (19.05 mm) y 3/8" (12.7 mm) se hallan bajo el rango promedio esperado con porcentajes correspondientes a 69.55%, 68.87% y 69.65%.

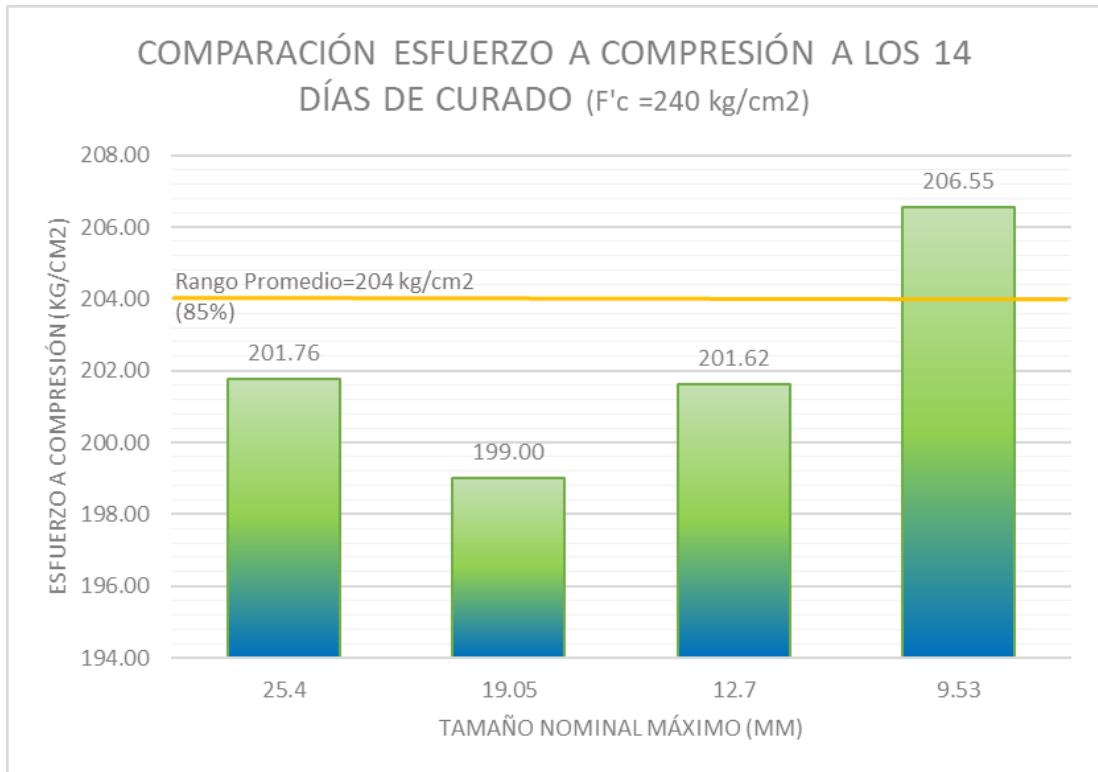
○ **Edad de curado 14 días**

Tabla 62. Resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 14 días ($f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
"INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE"								
ESPECÍMENES DE PRUEBA PARA F'C 240 KG/CM2								
ORIGEN		LABORATORIOS FICM						
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA:		5/12/2023		
NORMA:				NTE INEN 1573				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DE EDAD								
#CILINDRO	TAMAÑO AGREGADO GRUESO (mm)	ÁREA (cm ²)	CARGA P (kN)	CARGA P (kg)	ESFUERZO COMPRESIÓN (MPa)	ESFUERZO COMPRESIÓN (kg/cm ²)	ESFUERZO COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)	RANGOS (kg/cm ²)
HS-240-1 ₀₄	25.4	78.54	153.73	15373	19.19	195.738	201.76	RI=192
HS-240-1 ₀₅		78.54	159.90	15990	19.96	203.592		RP=204
HS-240-1 ₀₆		78.54	161.74	16174	20.19	205.938		RS=216
HS-240-3/4 ₀₄	19.05	78.54	153.81	15381	19.20	195.840	199.00	RI=192
HS-240-3/4 ₀₅		78.54	158.78	15878	19.82	202.164		RP=204
HS-240-3/4 ₀₆		78.54	156.30	15630	19.51	199.002		RS=216
HS-240-1/2 ₀₄	12.7	78.54	151.89	15189	18.96	193.392	201.62	RI=192
HS-240-1/2 ₀₅		78.54	159.98	15998	19.97	203.694		RP=204
HS-240-1/2 ₀₆		78.54	163.19	16319	20.37	207.774		RS=216
HS-240-3/8 ₀₄	9.53	78.54	180.33	18033	22.51	229.602	206.55	RI=192
HS-240-3/8 ₀₅		78.54	151.33	15133	18.89	192.678		RP=204
HS-240-3/8 ₀₆		78.54	155.01	15501	19.35	197.370		RS=216

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 62 se reflejan los datos obtenidos de la aplicación del ensayo de resistencia a compresión a los cilindros con 14 días de curado para diseño de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$, la resistencia para los cilindros con agregado de 1" (25.4 mm) es de 201.76 kg/cm^2 , para los de agregado ¾" (19.05 mm) es de 199 kg/cm^2 , para agregado de ½" (12.7 mm) es de 201.62 kg/cm^2 y para de agregado de 3/8" (9.53 mm) es de 206.55 kg/cm^2 ubicándose todas dentro del rango establecido entre 192 kg/cm^2 como rango inferior, 204 kg/cm^2 como rango promedio y 216 kg/cm^2 como rango superior, cada uno correspondiente a porcentajes de 80%, 85% y 90%.





Gráfica 16. Comparación esfuerzo a compresión 14 días $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$
 Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Gráfica 16 se observa como los esfuerzos promedios de los tamaños de 1" (25.4 mm), 3/4" (19.05 mm), 1/2 (12.7 mm) se encuentran por debajo del rango promedio de 240 kg/cm^2 equivalente al 85% de su resistencia, por otro lado, el esfuerzo promedio del tamaño 3/8 (9.53 mm) sobrepasa dicho rango alcanzando el 86% de su resistencia.

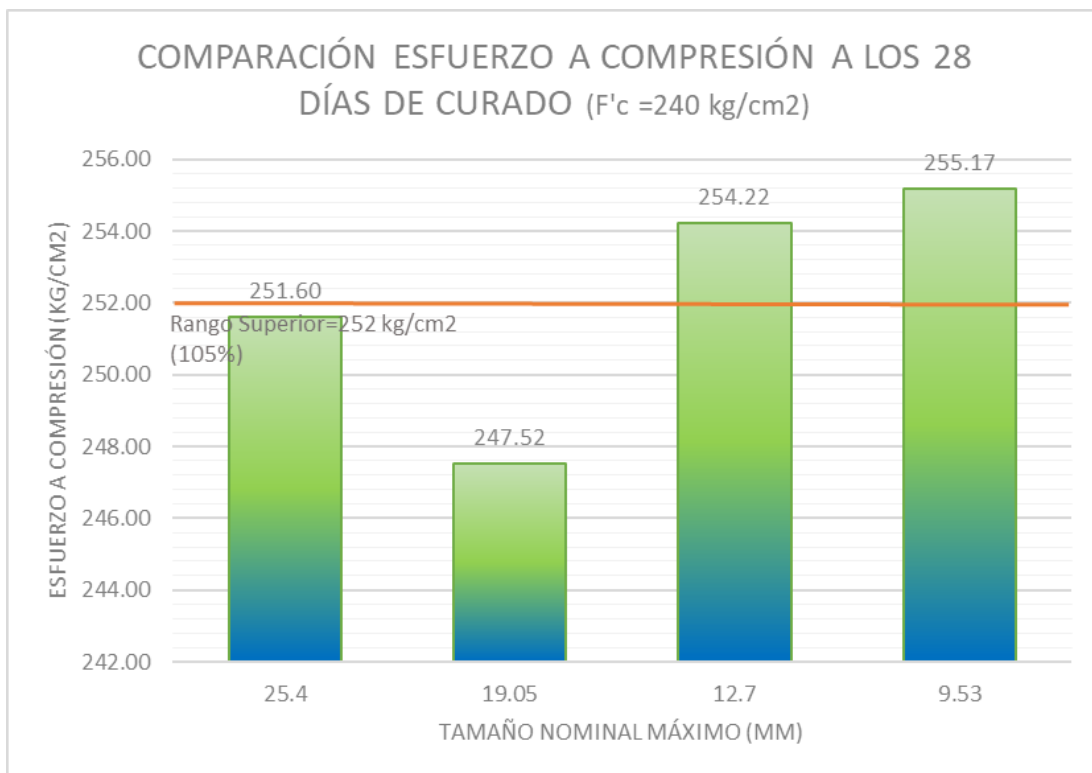
○ **Edad de curado 28 días**

Tabla 63. Resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 28 días ($f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
"INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE"									
ESPECÍMENES DE PRUEBA PARA F'C 240 KG/CM2									
ORIGEN			LABORATORIOS FICM						
ENSAYADO POR:			NICOLE RUIZ			FECHA:		12/12/2023	
NORMA:			NTE INEN 1573						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE EDAD									
#CILINDRO	TAMAÑO AGREGADO GRUESO (mm)	ÁREA (cm ²)	CARGA P (kN)	CARGA P (kg)	ESFUERZO COMPRESIÓN (MPa)	ESFUERZO COMPRESIÓN (kg/cm ²)	ESFUERZO COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)	RANGOS (kg/cm ²)	
HS-240-1 ⁰⁷	25.4	78.54	201.48	20148	25.15	256.530	251.60	RI=228	
HS-240-1 ⁰⁸		78.54	198.51	19851	24.78	252.756		RP=240	
HS-240-1 ⁰⁹		78.54	192.83	19283	24.07	245.514		RS=252	
HS-240-3/4 ⁰⁷	19.05	78.54	195.78	19578	24.45	249.390	247.52	RI=228	
HS-240-3/4 ⁰⁸		78.54	191.71	19171	23.93	244.086		RP=240	
HS-240-3/4 ⁰⁹		78.54	195.63	19563	24.42	249.084		RS=252	
HS-240-1/2 ⁰⁷	12.7	78.54	200.92	20092	25.08	255.816	254.22	RI=228	
HS-240-1/2 ⁰⁸		78.54	200.44	20044	25.02	255.204		RP=240	
HS-240-1/2 ⁰⁹		78.54	197.63	19763	24.67	251.634		RS=252	
HS-240-3/8 ⁰⁷	9.53	78.54	193.95	19395	24.21	246.942	255.17	RI=228	
HS-240-3/8 ⁰⁸		78.54	206.36	20636	25.76	262.752		RP=240	
HS-240-3/8 ⁰⁹		78.54	200.92	20092	25.08	255.816		RS=252	

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 63 se reflejan los datos obtenidos de la aplicación del ensayo de resistencia a compresión a los cilindros con 28 días de curado para diseño de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ donde la resistencia promedio para los cilindros con agregado de 1" (25.4 mm) es de 251.60 kg/cm^2 y para los de 3/4" (19.05 mm) es de 247.52 kg/cm^2 ambos encontrándose entre los rangos promedio de 252 kg/cm^2 y superior de 252 kg/cm^2 , a diferencia de los promedios para tamaño de 1/2" (12.7 mm) con 254.22 kg/cm^2 y 3/8" (9.53 mm) con 255.17 kg/cm^2 los cuales sobrepasan el rango superior.



*Gráfica 17. Comparación esfuerzo compresión 28 días $f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$
Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez*

Análisis: En la Gráfica 17 se observa de mejor manera como los esfuerzos promedios de los tamaños de 1" (25.4 mm) y ¾" (19.05 mm) se hallan alcanzando el rango superior es decir el 100% de su resistencia mientras que los tamaños de ½" (12.7 mm) y 3/8" (9.53 mm) sobrepasan dicho rango alcanzando el 105% y 106% de manera respectiva logrando brindar más resistencia a comparación de los dos primeros tamaños nominales mencionados.

➤ **Resultados ensayo resistencia a compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

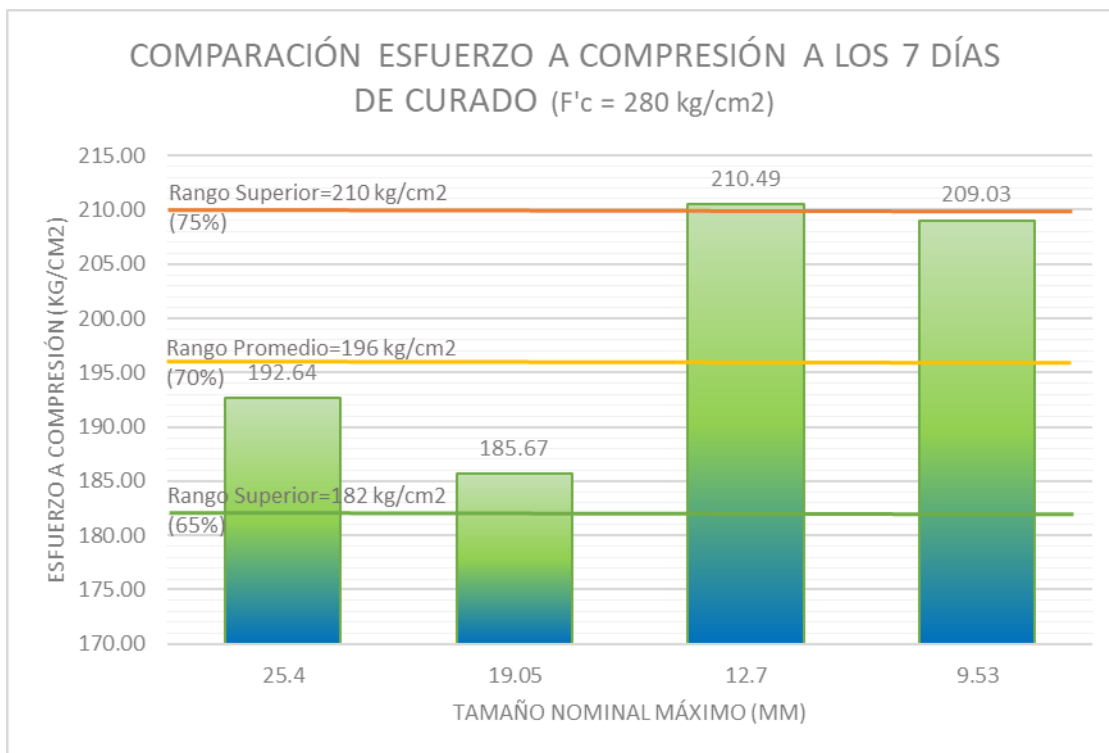
○ **Edad de curado 7 días**

Tabla 64. Resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 7 días ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
"INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE"								
ESPECÍMENES DE PRUEBA PARA F' C 280 KG/CM2								
ORIGEN		LABORATORIOS FICM						
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ			FECHA:		6/12/2023	
NORMA:		NTE INEN 1573						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DE EDAD								
#CILINDRO	TAMAÑO AGREGADO GRUESO (mm)	ÁREA (cm)	CARGA P (kN)	CARGA P (kg)	ESFUERZO COMPRESIÓN (MPa)	ESFUERZO COMPRESIÓN (kg/cm2)	ESFUERZO COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm2)	RANGOS (kg/cm2)
HS-280-101	25.4	78.54	150.21	15021	18.75	191.250	192.64	RI=182
HS-280-102		78.54	155.58	15558	19.42	198.084		RP=196
HS-280-103		78.54	148.12	14812	18.49	188.598		RS=210
HS-280-3/401	19.05	78.54	140.43	14043	17.53	178.806	185.67	RI=182
HS-280-3/402		78.54	147.01	14701	18.35	187.170		RP=196
HS-280-3/403		78.54	150.04	15004	18.73	191.046		RS=210
HS-280-1/201	12.7	78.54	165.27	16527	20.63	210.426	210.49	RI=182
HS-280-1/202		78.54	169.67	16967	21.18	216.036		RP=196
HS-280-1/203		78.54	161.02	16102	20.1	205.020		RS=210
HS-280-3/801	9.53	78.54	161.50	16150	20.16	205.632	209.03	RI=182
HS-280-3/802		78.54	170.23	17023	21.25	216.750		RP=196
HS-280-3/803		78.54	160.78	16078	20.07	204.714		RS=210

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 64 se muestran los resultados del ensayo a compresión a los 7 días de los cilindros de hormigón con diseño de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, para los cilindros de agregado de 1" (25 mm) se tiene un esfuerzo de compresión promedio de 192.13 kg/cm^2 , para los de agregado de ¾" (19.05 mm) de 185.67 kg/cm^2 , para agregado de ½" (12.7 mm) de 210.49 y para los cilindros de 3/8" (9.53 mm) el valor de 209.03 kg/cm^2 hallándose así todos por debajo del rango superior de 210 kg/cm^2 exceptuando el de tamaño nominal de ½" el cual sobrepasa dicho rango por un 0.17%.



*Gráfica 18. Comparación esfuerzo compresión 7 días $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez*

Análisis: En la Gráfica 18 se representan los diferentes promedios de esfuerzo a compresión a los 7 días de curado para los cuatro tamaños nominales analizados destacando el tamaño nominal de $\frac{1}{2}$ " (12.7 mm) logrando superar el rango superior por 0.17%, al igual que el tamaño de $\frac{3}{8}$ " (9.53 mm) el cual por muy poco casi logra alcanzar el rango superior equivalente al 75% de resistencia y por otro lado se tiene a los promedios de 1" (25.4 mm) y $\frac{3}{4}$ " (19.05 mm) los cuales se hallan entre los rangos promedio y superior alcanzando el 68.8% y 66.31% de resistencia inicial.

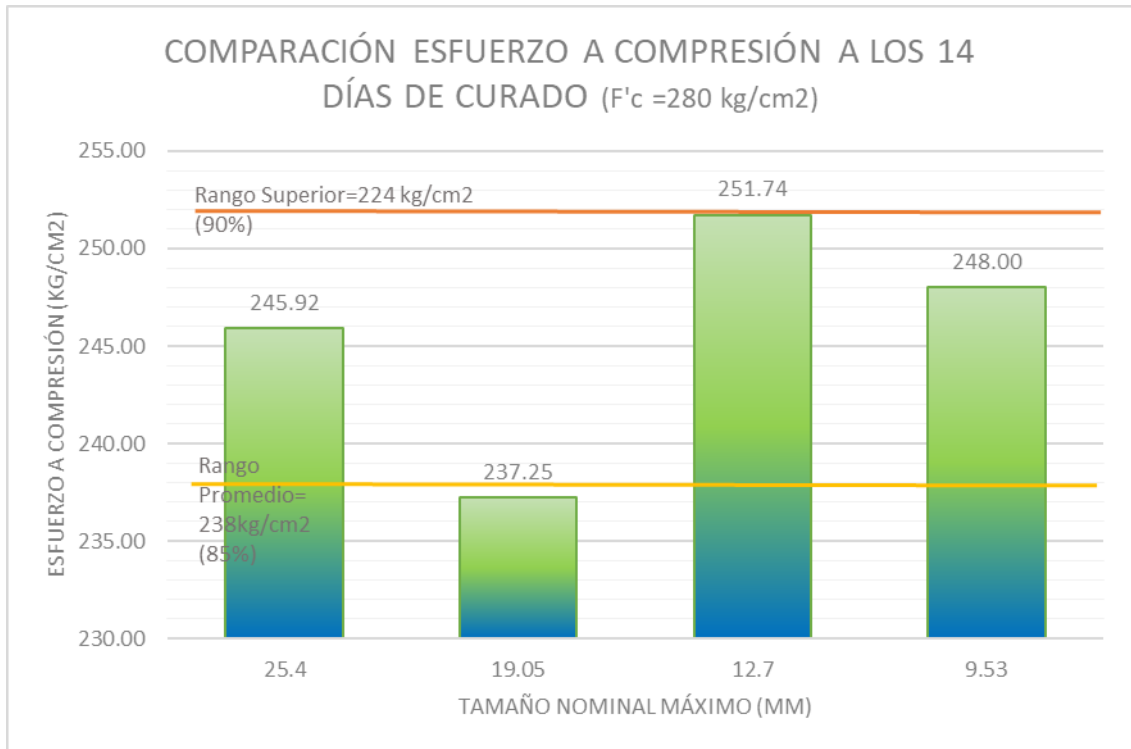
○ **Edad de curado 14 días**

Tabla 65. Resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 14 días ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
"INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE"								
ESPECÍMENES DE PRUEBA PARA F'C 240 KG/CM2								
ORIGEN			LABORATORIOS FICM					
ENSAYADO POR:			NICOLE RUIZ		FECHA:		13/12/2023	
NORMA:			NTE INEN 1573					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DE EDAD								
#CILINDRO	TAMAÑO AGREGADO GRUESO (mm)	ÁREA (cm ²)	CARGA P (kN)	CARGA P (kg)	ESFUERZO COMPRESIÓN (MPa)	ESFUERZO COMPRESIÓN (kg/cm ²)	ESFUERZO COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)	RANGOS (kg/cm ²)
HS-280-1 ₀₄	25.4	78.54	196.35	19635	24.51	250.002	245.92	RI=224
HS-280-1 ₀₅		78.54	194.99	19499	24.34	248.268		RP=238
HS-280-1 ₀₆		78.54	188.10	18810	23.48	239.496		RS=252
HS-280-3/4 ₀₄	19.05	78.54	184.17	18417	22.99	234.498	237.25	RI=224
HS-280-3/4 ₀₅		78.54	183.37	18337	22.89	233.478		RP=238
HS-280-3/4 ₀₆		78.54	191.46	19146	23.9	243.780		RS=252
HS-280-1/2 ₀₄	12.7	78.54	200.36	20036	25.01	255.102	251.74	RI=224
HS-280-1/2 ₀₅		78.54	198.51	19851	24.78	252.756		RP=238
HS-280-1/2 ₀₆		78.54	194.27	19427	24.25	247.350		RS=252
HS-280-3/8 ₀₄	9.53	78.54	197.23	19723	24.62	251.124	248.00	RI=224
HS-280-3/8 ₀₅		78.54	194.42	19442	24.27	247.554		RP=238
HS-280-3/8 ₀₆		78.54	192.67	19267	24.05	245.310		RS=252

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 65 se muestran los resultados obtenidos del ensayo a compresión a los 14 días de curado de los cilindros. Para los cilindros con agregado de 1" (25.4 mm) se tuvo un esfuerzo promedio de 245.92 kg/cm², para los de ¾" (19.05 mm) se tiene el esfuerzo promedio de 237.25 kg/cm² ambos valores encontrándose por debajo del rango inferior. Por otro lado, para los de ½" (12.7 mm) el valor del esfuerzo promedio es de 251.74 kg/cm² y para los cilindros de 3/8" (9.53 mm) se tiene un valor de 248 kg/cm² de igual manera se aprecia que dichos esfuerzos se encuentran dentro de los rangos establecidos de 224 kg/cm² como rango inferior, 238 kg/cm² como rango promedio y 252 kg/cm² como rango superior con porcentajes de 80%, 85% y 90% respectivamente para cada rango.



*Gráfica 19. Comparación esfuerzo compresión 14 días $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez*

Análisis: En la Gráfica 19 mediante un diagrama de barras se exponen los diferentes promedios de esfuerzo a compresión a los 14 días de curado para los cuatro tamaños nominales analizados destacando nuevamente el tamaño nominal de $\frac{1}{2}$ " (12.7 mm) el cual casi logra llegar al borde del rango superior, por otro lado se tiene a los esfuerzos de los tamaños nominales de 1" (25.4 mm) junto con el de $\frac{3}{8}$ " (9.53 mm) encontrándose entre los rangos promedio y superior equivalentes al 85% y 90% de resistencia, finalmente se tiene al esfuerzo promedio de $\frac{3}{4}$ " (19.05 mm) el cual logro alcanzar el 84.73% de resistencia a un 0.27% de llegar al rango promedio.

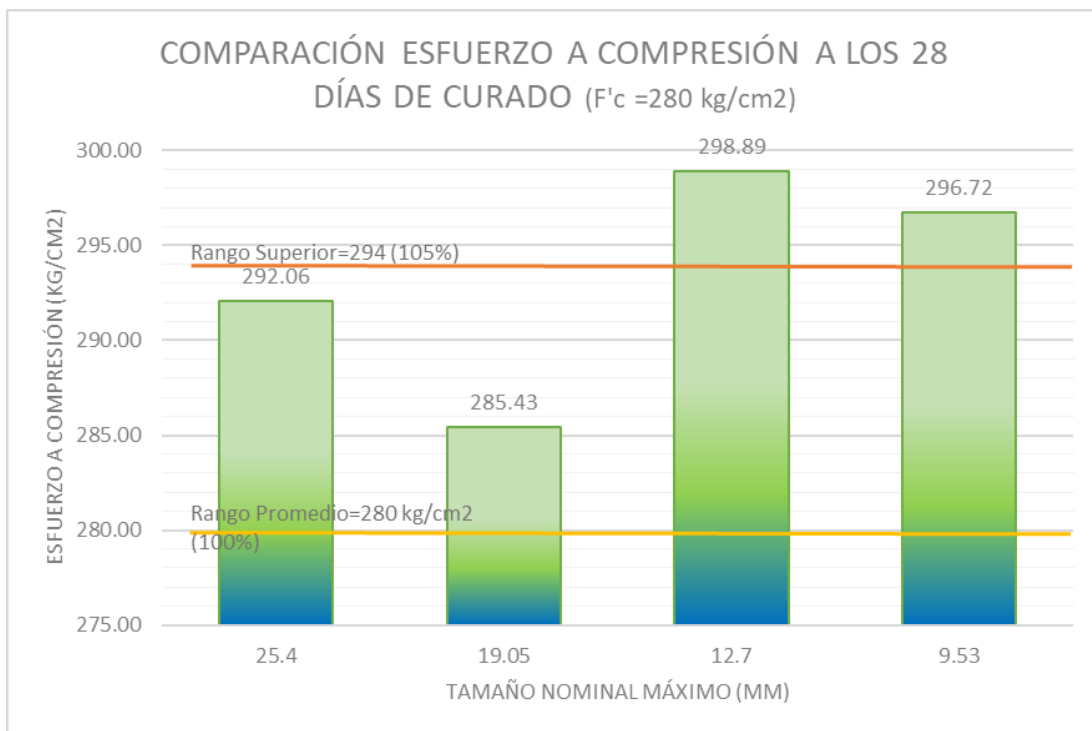
○ **Edad de curado 28 días**

Tabla 66. Resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 28 días ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
"INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE"								
ESPECÍMENES DE PRUEBA PARA F'C 240 KG/CM2								
ORIGEN		LABORATORIOS FICM						
ENSAYADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA:		20/12/2023		
NORMA:		NTE INEN 1573						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE EDAD								
#CILINDRO	TAMAÑO AGREGADO GRUESO (mm)	ÁREA (cm)	CARGA P (kN)	CARGA P (kg)	ESFUERZO COMPRESIÓN (MPa)	ESFUERZO COMPRESIÓN (kg/cm2)	ESFUERZO COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm2)	RANGOS (kg/cm2)
HS-280-107	25.4	78.54	227.84	22784	28.44	290.088	292.06	RI=266
HS-280-108		78.54	216.62	21662	27.04	275.808		RP=280
HS-280-109		78.54	243.70	24370	30.42	310.284		RS=294
HS-280-3/407	19.05	78.54	228.40	22840	28.51	290.802	285.43	RI=266
HS-280-3/408		78.54	223.27	22327	27.87	284.274		RP=280
HS-280-3/409		78.54	220.87	22087	27.57	281.214		RS=294
HS-280-1/207	12.7	78.54	227.76	22776	28.43	289.986	298.89	RI=266
HS-280-1/208		78.54	248.74	24874	31.05	316.710		RP=280
HS-280-1/209		78.54	227.76	22776	28.43	289.986		RS=294
HS-280-3/807	9.53	78.54	229.36	22936	28.63	292.026	296.72	RI=266
HS-280-3/808		78.54	237.05	23705	29.59	301.818		RP=280
HS-280-3/809		78.54	232.72	23272	29.05	296.310		RS=294

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 66 se presentan los resultados del ensayo a compresión a los 28 días para los cilindros de hormigón con diseño de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. El esfuerzo a compresión promedio para los cilindros de agregado de 1" (25.4 mm) es de 292.06 kg/cm^2 , para los cilindros con agregado de 3/4" (19.05 mm) es de 284.43 kg/cm^2 , para los de agregado de 1/2" (12.7 mm) es de 298.89 kg/cm^2 y para los cilindros de agregado de 3/8" (9.53 mm) el valor es de 296.72 kg/cm^2 . Los valores de esfuerzo promedio pertenecientes a 1" y 3/4" se encuentra dentro de los rangos establecidos a excepción de los valores de 1/2" y 3/8" ya que se hallan fuera del rango superior de 294 kg/cm^2 .



Gráfica 20. Comparación esfuerzo compresión 28 días $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Gráfica 20 se muestran mediante barras los esfuerzos promedios alcanzados a los 28 días para cada tamaño nominal máximo, se observa que los promedios de 1" (25.4 mm) y ¾" (19.05 mm) se encuentran dentro del rango promedio y superior alcanzando de manera respectiva el 104.30% y 101.93% de resistencia. Por otra parte, se tiene los esfuerzos promedios de los agregados de menor tamaño correspondientes a ½" (12.7 mm) y 3/8" (9.53 mm) los cuales lograron superar el 105% de su resistencia llegando respectivamente a los porcentajes de 106.74% y 105.97%.

3.1.3.2 Resultados de las correlaciones propuestas por Coeficiente de Pearson



3.1.3.2.1 Resultados correlaciones entre tamaño agregado grueso/resistencia a compresión

A continuación, se presentan las correlaciones propuestas entre el tamaño nominal máximo del agregado grueso y la resistencia a compresión del hormigón

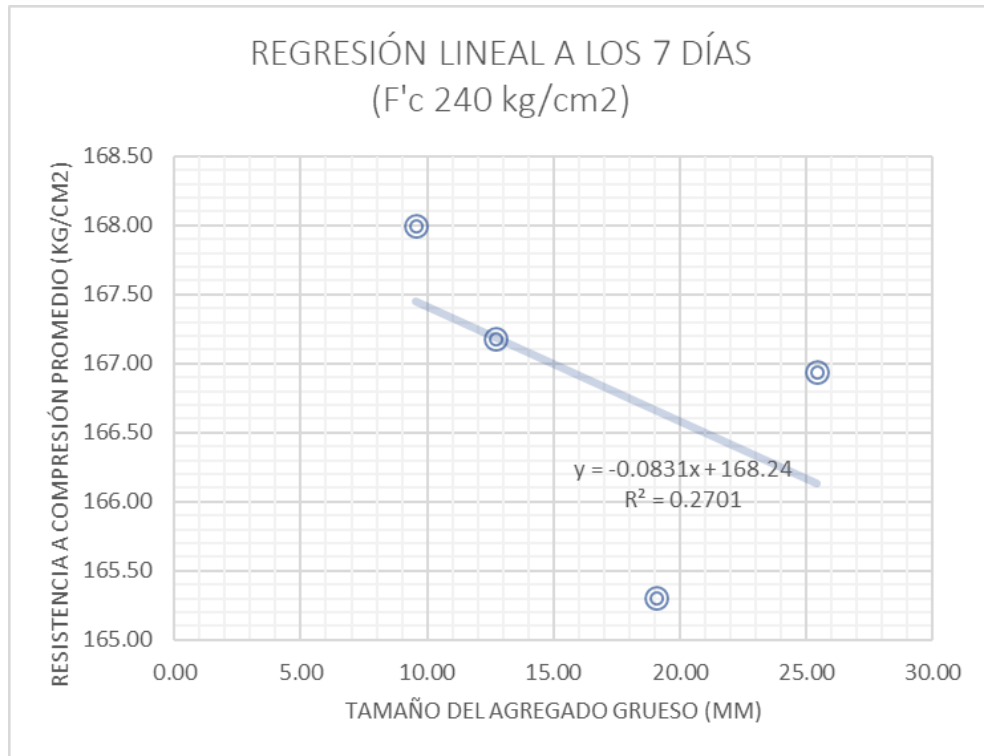
➤ Correlaciones del hormigón simple con $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$

○ Correlación entre variables a los 7 días

Tabla 67. Propuesta de correlación $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ (7 días)

 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"							
PROPUESTA DE CORRELACIÓN							
ELABORADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA:		29/12/2023	
RESISTENCIA DE DISEÑO ($f'c$)		240 kg/cm^2		DÍAS DE CURADO:		7	
MÉTODO:		COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL DE PEARSON					
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE TAMAÑO Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN							
TAMAÑO (plg)	TAMAÑO (mm)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm^2)	x^2	y^2	$x*y$	CÁLCULOS TÍPICOS	
n=4	x	y					
1	25.40	166.94	645.16	27868.96	4240.28	Desviación en X	6.10
3/4	19.05	165.31	362.90	27326.73	3149.12	Desviación en Y	0.97
1/2	12.70	167.18	161.29	27948.48	2123.16	Covarianza	-3.09
3/8	9.53	167.99	90.82	28221.98	1600.98	Coef. Correlación Pearson (r)	-0.52
Sumatoria	66.68	667.42	1260.17	111366.17	11113.54		
Media	16.67	166.855	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN r			-0.52	



Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez



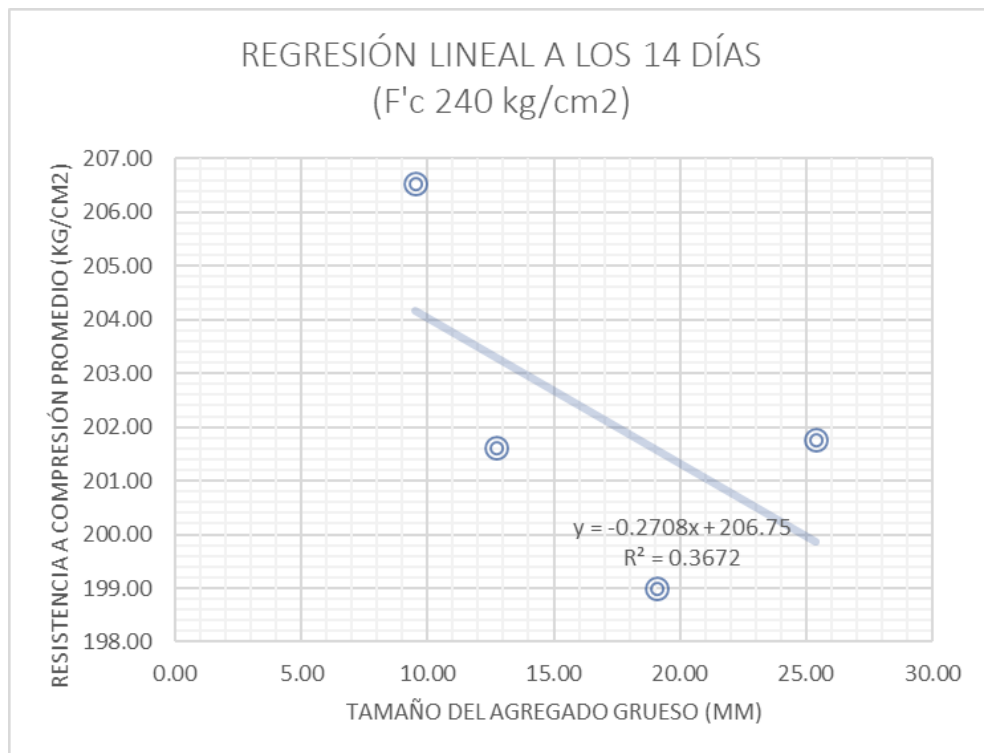
Análisis: En la Tabla 67 se presenta la correlación entre el tamaño nominal máximo del agregado grueso y la resistencia a compresión a los 7 días con diseño de f'c= 240 kg/cm² teniendo como resultado un coeficiente de -0.52 es decir acorde a [31] existe una correlación negativa moderada, el hecho que sea negativa significa que mientras la variable del tamaño disminuye su resistencia tiende a aumentar.

○ **Correlación entre variables a los 14 días**

Tabla 68. Propuesta de correlación $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ (14 días)

 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"							
PROPUESTA DE CORRELACIÓN							
ELABORADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA:		29/12/2023	
RESISTENCIA DE DISEÑO ($f'c$)		240		kg/cm ²		DÍAS DE CURADO: 14	
MÉTODO:		COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL DE PEARSON					
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE TAMAÑO Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN							
TAMAÑO (plg)	TAMAÑO (mm)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)	x^2	y^2	$x*y$	CÁLCULOS TÍPICOS	
n=4	x	y					
1	25.40	201.76	645.16	40705.48	5124.60	Desviación en X	6.10
3/4	19.05	199.00	362.90	39601.80	3790.99	Desviación en Y	2.72
1/2	12.70	201.62	161.29	40650.62	2560.57	Covarianza	-10.06
3/8	9.53	206.55	90.82	42662.90	1968.42	Coef. Correlación Pearson (r)	-0.61
Sumatoria	66.68	808.928	1260.17	163620.81	13444.59		
Media	16.67	202.232	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN r			-0.61	

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez





Gráfica 22. Regresión lineal a los 14 días ($f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$)

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

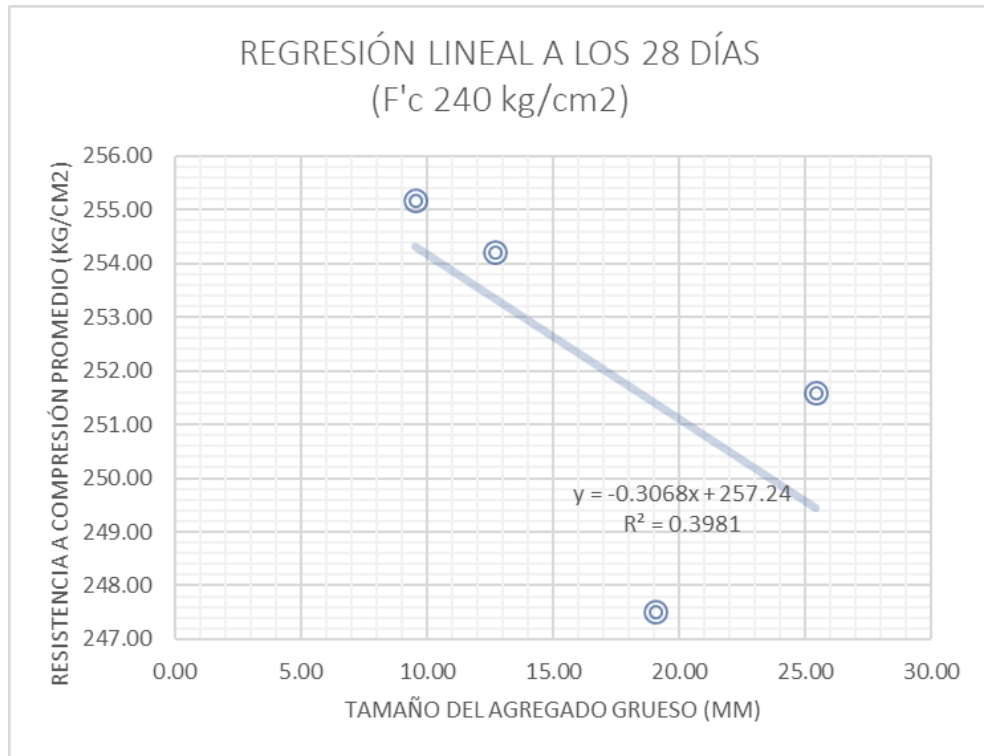
Análisis: En la Tabla 68 se observa el coeficiente de correlación existente entre los tamaños nominales máximos del agregado grueso y la resistencia a compresión a los 14 días con diseño de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ donde se obtuvo que existe una influencia entre las variables de -0.61 significando al igual que los 7 días de aplicado el ensayo existe una correlación negativa moderada.

○ **Correlación entre variables a los 28 días**

Tabla 69. Propuesta de correlación $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ (28 días)

 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"								
PROPUESTA DE CORRELACIÓN								
ELABORADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA:		29/12/2023		
RESISTENCIA DE DISEÑO ($f'c$)		240		kg/cm ²		DÍAS DE CURADO:		28
MÉTODO:		COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL DE PEARSON						
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE TAMAÑO Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN								
TAMAÑO (plg)	TAMAÑO (mm)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)	x^2	y^2	$x*y$	CÁLCULOS TÍPICOS		
n=4	x	y						
1	25.40	251.60	645.16	63302.56	6390.64	Desviación en X	6.10	
3/4	19.05	247.52	362.90	61266.15	4715.26	Desviación en Y	2.96	
1/2	12.70	254.22	161.29	64626.79	3228.57	Covarianza	-11.40	
3/8	9.53	255.17	90.82	65111.73	2431.77	Coef. Correlación Pearson (r)	-0.63	
Sumatoria	66.68	1008.508	1260.17	254307.23	16766.23			
Media	16.67	252.127	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN r			-0.63		

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez





*Gráfica 23. Regresión lineal a los 28 días (f'c= 240 kg/cm²)
Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez*

Análisis: En la Tabla 69 el coeficiente obtenido de relación entre el tamaño nominal máximo del agregado grueso y la resistencia a compresión a los 28 días con diseño de f'c= 240 kg/cm² fue de -0.63 es decir que la correlación existente entre las variables analizadas es negativa moderada.

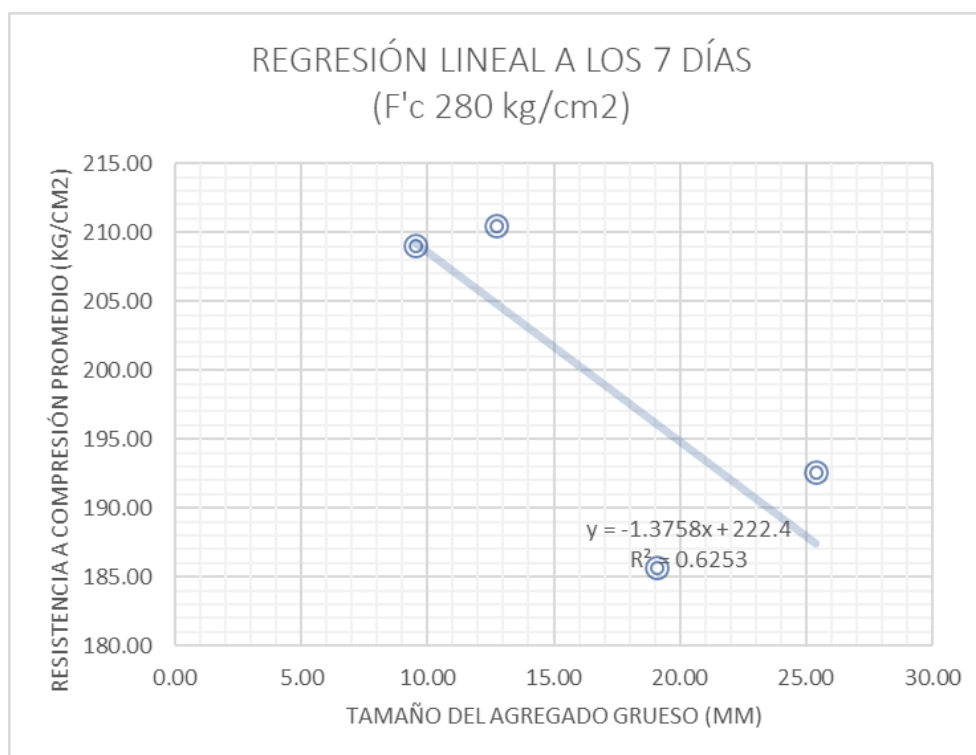
➤ **Correlaciones del hormigón simple con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

○ **Correlación entre variables a los 7 días**

Tabla 70. Propuesta de correlación $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (7 días)

 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"								
PROPUESTA DE CORRELACIÓN								
ELABORADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA:		29/12/2023		
RESISTENCIA DE DISEÑO ($f'c$)		280		kg/cm ²		DÍAS DE CURADO:		7
MÉTODO:		COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL DE PEARSON						
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE TAMAÑO Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN								
TAMAÑO (plg)	TAMAÑO (mm)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)	x^2	y^2	$x*y$	CÁLCULOS TÍPICOS		
n=4	x	y						
1	25.40	192.64	645.16	37111.71	4893.16	Desviación en X	6.10	
3/4	19.05	185.67	362.90	34474.83	3537.09	Desviación en Y	10.61	
1/2	12.70	210.49	161.29	44307.72	2673.27	Covarianza	-51.12	
3/8	9.53	209.03	90.82	43694.38	1992.07	Coef. Correlación Pearson (r)	-0.79	
Sumatoria	66.68	797.844	1260.17	159588.65	13095.60			
Media	16.67	199.461	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN r			-0.79		

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez



Gráfica 24. Regresión lineal a los 7 días ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)



Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 70 se presenta la correlación entre el tamaño nominal máximo del agregado grueso y la resistencia a compresión a los 7 días con diseño de $f'c = 280$

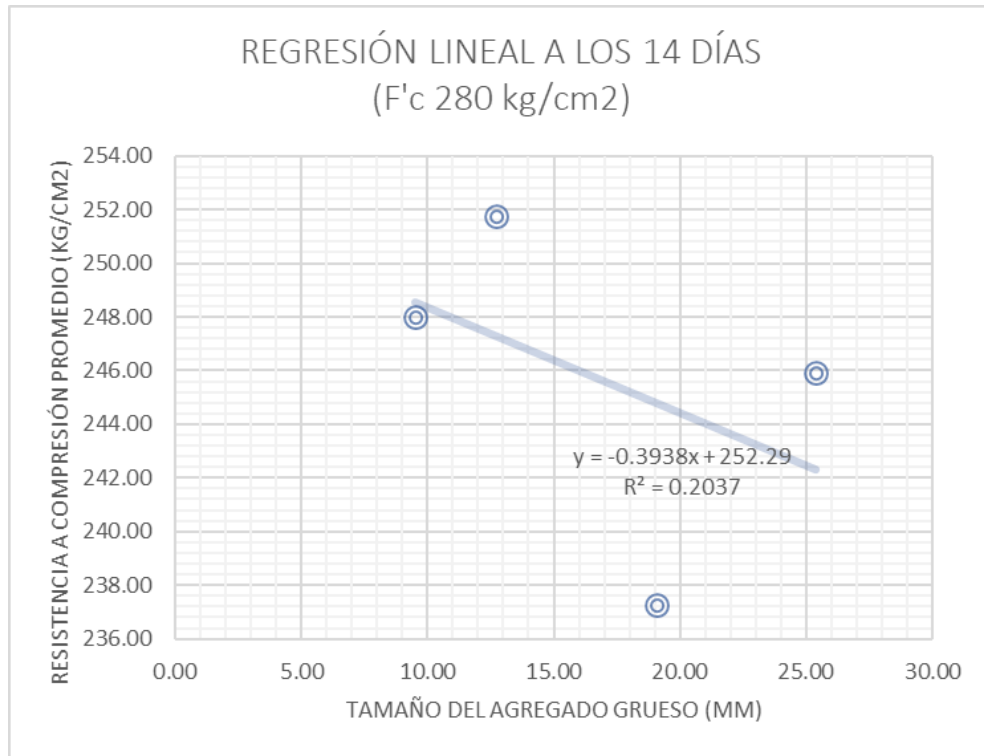
kg/cm² teniendo como resultado un coeficiente de -0.79 es decir acorde a [31] existe una correlación negativa fuerte, el hecho que sea negativa significa que mientras la variable del tamaño disminuye su resistencia tiende a aumentar.

○ **Correlación entre variables a los 14 días**

Tabla 71. Propuesta de correlación $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (14 días)

 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"							
PROPUESTA DE CORRELACIÓN							
ELABORADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA:		29/12/2023	
RESISTENCIA DE DISEÑO ($f'c$)		280 kg/cm ²		DÍAS DE CURADO:		14	
MÉTODO:		COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL DE PEARSON					
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE TAMAÑO Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN							
TAMAÑO (plg)	TAMAÑO (mm)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)	x^2	y^2	$x*y$	CÁLCULOS TÍPICOS	
n=4	x	y					
1	25.40	245.92	645.16	60477.63	6246.42	Desviación en X	6.10
3/4	19.05	237.25	362.90	56288.51	4519.65	Desviación en Y	5.32
1/2	12.70	251.74	161.29	63371.01	3197.05	Covarianza	-14.63
3/8	9.53	248.00	90.82	61502.02	2363.40	Coef. Correlación Pearson (r)	-0.45
Sumatoria	66.68	982.906	1260.17	241639.17	16326.52		
Media	16.67	245.7265	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN r			-0.45	

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez





*Gráfica 25. Regresión lineal a los 14 días ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)
Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez*

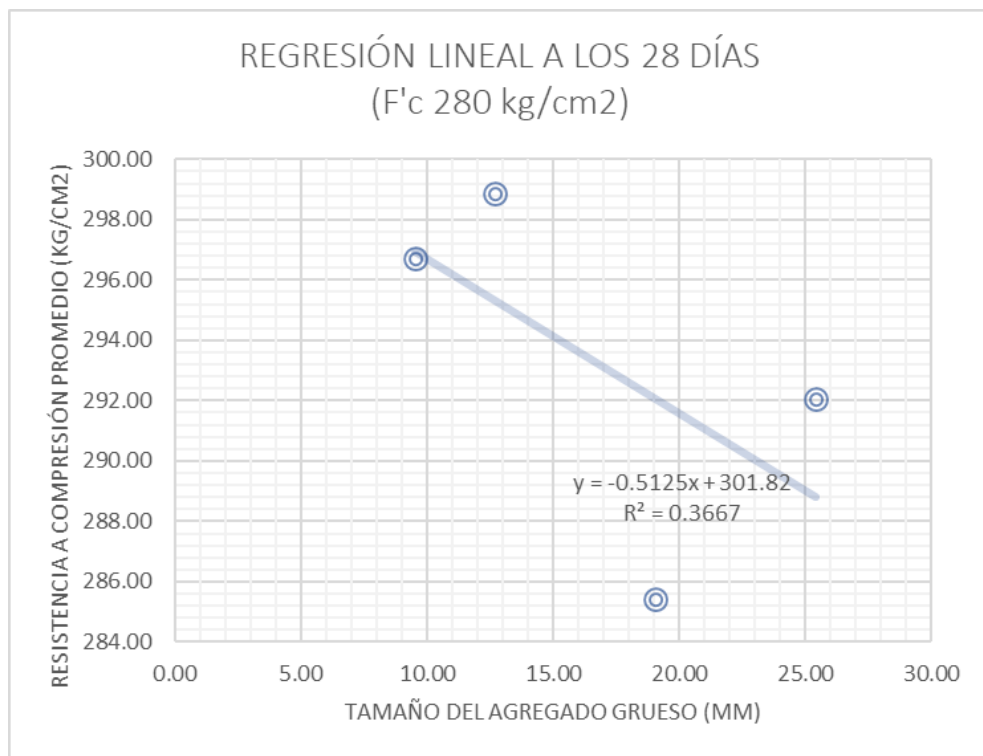
Análisis: En la presente Tabla 71 se observa el coeficiente de correlación existente entre los tamaños nominales máximos del agregado grueso y la resistencia a compresión a los 14 días con diseño de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ donde se obtuvo que existe una influencia entre las variables de -0.45 significando que existe una correlación negativa débil.

○ **Correlación entre variables a los 28 días**

Tabla 72. Propuesta de correlación $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 días)

 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"								
PROPUESTA DE CORRELACIÓN								
ELABORADO POR:			NICOLE RUIZ		FECHA:		29/12/2023	
RESISTENCIA DE DISEÑO (f_c)			280		kg/cm ²		DÍAS DE CURADO:	28
MÉTODO:			COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL DE PEARSON					
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE TAMAÑO Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN								
TAMAÑO (plg)	TAMAÑO (mm)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)	x^2	y^2	$x*y$	CÁLCULOS TÍPICOS		
n=4	x	y						
1	25.40	292.06	645.16	85299.04	7418.32	Desviación en X	6.10	
3/4	19.05	285.43	362.90	81470.28	5437.44	Desviación en Y	5.16	
1/2	12.70	298.89	161.29	89337.62	3795.95	Covarianza	-19.04	
3/8	9.53	296.72	90.82	88041.57	2827.72	Coef. Correlación Pearson (r)	-0.61	
Sumatoria	66.68	1173.102	1260.17	344148.52	19479.44			
Media	16.67	293.2755	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN r			-0.61		

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez



Gráfica 26. Regresión lineal a los 28 días ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$)



Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 72 el coeficiente obtenido de relación entre el tamaño nominal máximo del agregado grueso y la resistencia a compresión a los 28 días con diseño de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ fue de -0.61 es decir que la correlación existente entre las variables analizadas es negativa moderada tanto como a los 7 días.

➤ **Resumen de las correlaciones obtenidas**

A continuación, se presenta una tabla resumen con cada porcentaje obtenido anteriormente.

Tabla 73. Promedio de correlaciones

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
<i>“INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE”</i>				
PROPUESTA DE CORRELACIÓN				
ELABORADO POR:		NICOLE RUIZ	FECHA:	29/12/2023
MÉTODO:		COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL DE PEARSON		
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE TAMAÑO Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN				
DÍAS DE CURADO	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN		COEFICIENTE PROMEDIO	
	RESISTENCIA $F'c$ 240 kg/cm^2			
7	-0.52		-0.59	
14	-0.61			
28	-0.63			
DÍAS DE CURADO	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN		COEFICIENTE PROMEDIO	
	RESISTENCIA $F'c$ 280 kg/cm^2			
7	-0.79		-0.62	
14	-0.45			
28	-0.61			
COEFICIENTE PROMEDIO			-0.60	

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En la Tabla 73 se muestra el promedio de los coeficientes obtenidos a los 7, 14 y 28 días para los diseños de resistencia de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 siendo estos -0.59 y -0.62 respectivamente. De igual manera se realiza un promedio entre ambos coeficientes obteniendo un valor de -0.60 el cual representa que la influencia final que tiene el agregado en la resistencia a compresión es negativa moderada, el hecho de ser negativo únicamente quiere decir que mientras una variable disminuye la otra aumenta.

3.1.3.2.2 Resultados correlaciones entre densidad/resistencia a compresión

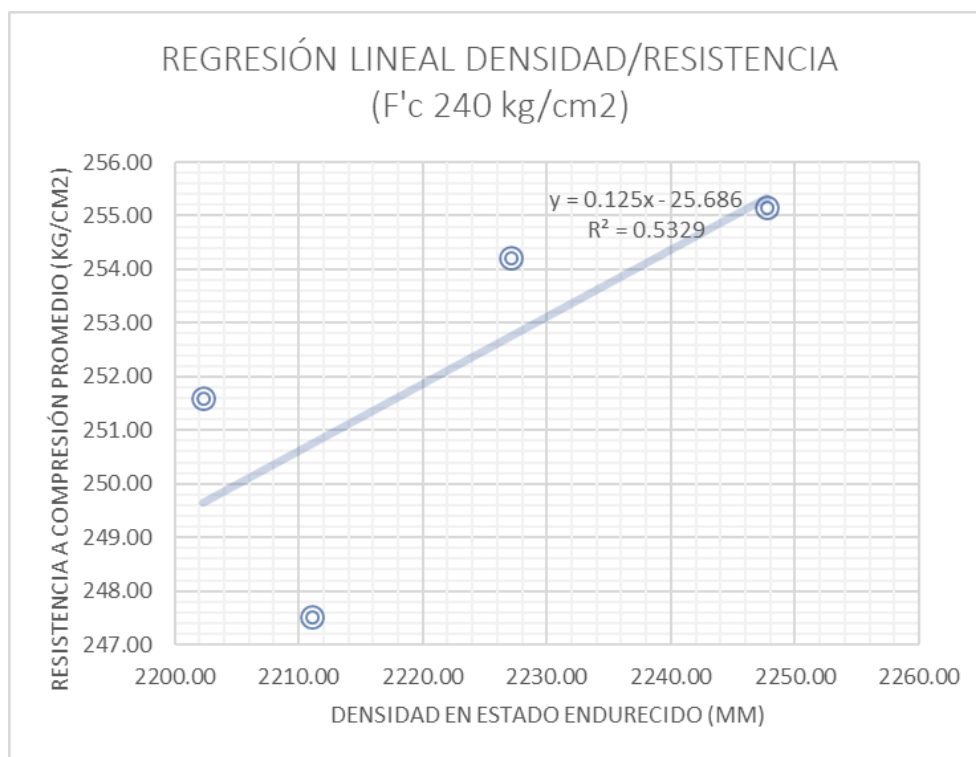
En este apartado se presenta la correlación que existe entre las variables a los 28 días tiempo donde el hormigón alcanza el 100% de su resistencia de diseño.

➤ **Correlación entre densidad /resistencia a compresión con $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$**

Tabla 74. Correlación entre densidad/resistencia ($f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
"INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE"							
PROPUESTA DE CORRELACIÓN							
ELABORADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA:		8/1/2023	
RESISTENCIA DE DISEÑO ($f'c$)		240 kg/cm^2		DÍAS DE CURADO:		28	
MÉTODO:		COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL DE PEARSON					
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE DENSIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN							
TAMAÑO (plg)	DENSIDAD (kg/m ³)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)	x^2	y^2	$x*y$	CÁLCULOS TÍPICOS	
n=4	x	y					
1	2202.28	251.60	4850037.19	63302.56	554093.65	Desviación en X	17.31
3/4	2211.05	247.52	4888747.43	61266.15	547279.39	Desviación en Y	2.96
1/2	2227.04	254.22	4959695.74	64626.79	566153.00	Covarianza	37.44
3/8	2247.76	255.17	5052438.26	65111.73	573561.67	Coef. Correlación Pearson (r)	0.73
Sumatoria	8888.1316	1008.508	19750918.62	254307.23	2241087.72		
Media	2222.0329	252.127	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN r			0.73	

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez





Gráfica 27. Regresión lineal densidad/resistencia ($f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$)

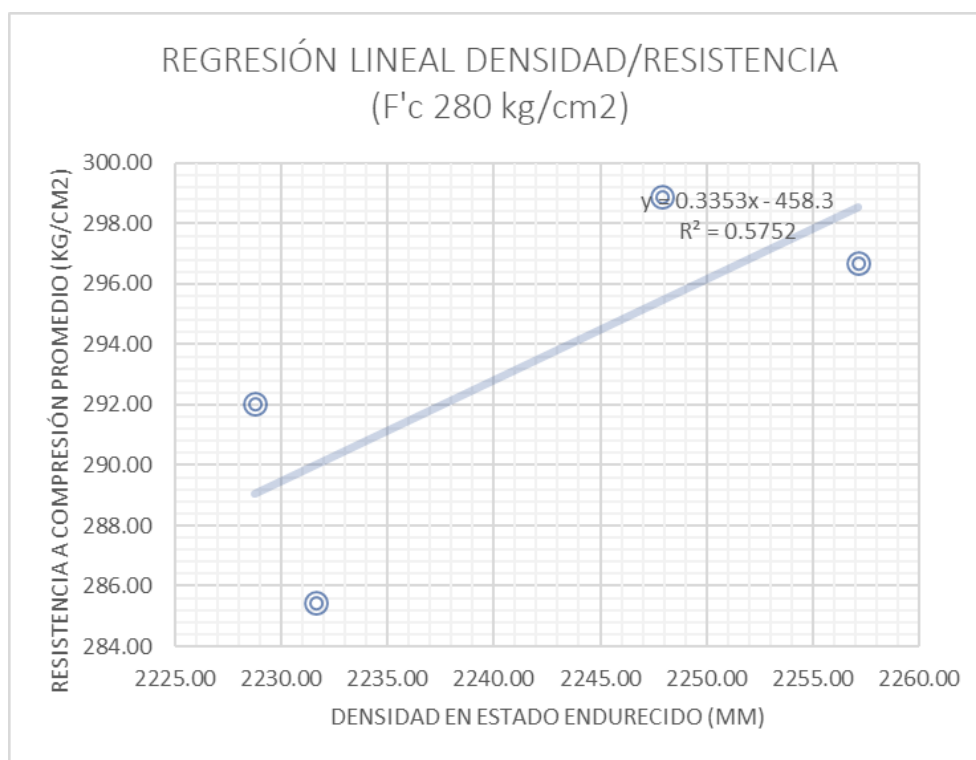
Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

➤ **Correlación entre densidad/resistencia a compresión con $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$**

Tabla 75. Correlación entre densidad/resistencia ($f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 							
"INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE"							
PROPUESTA DE CORRELACIÓN							
ELABORADO POR:		NICOLE RUIZ		FECHA:		8/1/2023	
RESISTENCIA DE DISEÑO ($f'c$)		280		kg/cm ²		DÍAS DE CURADO:	28
MÉTODO:		COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL DE PEARSON					
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE DENSIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN							
TAMAÑO (plg)	DENSIDAD (kg/m ³)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)	x^2	y^2	$x*y$	CÁLCULOS TÍPICOS	
n=4	x	y					
1	2228.74	292.06	4967260.09	85299.04	650924.37	Desviación en X	11.67
3/4	2231.64	285.43	4980195.86	81470.28	636975.65	Desviación en Y	5.16
1/2	2247.90	298.89	5053074.26	89337.62	671885.14	Covarianza	45.65
3/8	2257.10	296.72	5094500.57	88041.57	669722.21	Coef. Correlación Pearson (r)	0.76
Sumatoria	8965.3748	1173.102	20095030.79	344148.52	2629507.37		
Media	2241.3437	293.2755	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN r			0.76	

Fuente: Nicole de los Ángeles Ruiz Gutiérrez



Gráfica 28. Regresión lineal densidad/resistencia ($f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$)

Fuente: Nicole de los Angeles Ruiz Gutiérrez

Análisis: En las Tablas 74 y 75 se observan los porcentajes de relación que existe entre la densidad del hormigón en estado endurecido y la resistencia a compresión teniendo los valores de -0.73 y -0.76 donde al promediarlos se tiene un -0.74 de relación entre

ambas variables. Como se puede apreciar el valor es positivo y mayor a 0.5 por lo que de acuerdo con [31] significa que ambas variables incrementan de manera conjunta existiendo una correlación positiva fuerte.

3.2 Verificación de hipótesis

3.2.1 Hipótesis

H0=Sí existe correlación entre el tamaño nominal máximo del agregado grueso y la resistencia a compresión en hormigones de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

H1= No existe correlación entre el tamaño nominal máximo del agregado grueso y la resistencia a compresión en hormigones de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

3.2.2 Verificación

A través de los ensayos a compresión aplicados a 72 cilindros de hormigón con diferente tamaño nominal máximo de agregado grueso y diseños de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$, dosificados al peso mediante el método de densidades óptimas se determinó que existe una influencia fuerte del tamaño del agregado grueso en la resistencia a compresión debido a que el coeficiente de correlación es de -0.60 afirmando que no se rechaza la hipótesis nula.

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se determinó mediante la aplicación de ensayos de granulometría, densidades real, suelta y compactada, capacidad de absorción, entre otros respetando las especificaciones de la normativa NTE INEN que el material obtenido de la mina “Las Viñas” cumple con las propiedades necesarias para la elaboración del hormigón.
- Tras aplicar el ensayo de capacidad de absorción a cada tamaño nominal máximo de agregado grueso se observó que a menor tamaño de agregado mayor será su capacidad de absorción debido a la porosidad que presenta cada tamaño de agregado.
- Se elaboró un total de 72 cilindros de hormigón siendo 36 cilindros con diseño de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ y 36 cilindros con diseño de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ aplicando el método de dosificación de la Universidad Central del Ecuador llamado método de densidades óptimas.
- Se observó que existe una relación entre el tamaño del agregado grueso y la trabajabilidad de la mezcla de hormigón debido a que al ir disminuyendo el tamaño nominal del agregado grueso el amasado se volvía más factible porque al presentar una superficie pequeña facilita al agua y cemento envolver las partículas.
- Se concluye que los agregados de mayor tamaño pueden presentar un mayor asentamiento debido a que es más fácil para el agua y cemento fluir entre los agregados a comparación con el agregado de dimensiones más pequeñas.
- Mediante la aplicación del ensayo a compresión a los 28 días se pudo determinar que los agregados de tamaño nominal máximo de 1/2” y 3/8” aportan una mayor resistencia tanto para el diseño de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ como para el de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, se afirma esto debido a que superaron el 100% de su resistencia de diseño. Sin embargo, se comprobó que todas las muestras alcanzan la resistencia a la compresión de diseño.
- Se demostró a través del coeficiente de correlación de Pearson entre el tamaño nominal máximo y la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días para

resistencias de $f'c= 240 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ que si existe influencia entre las variables mencionadas obteniendo así un coeficiente de -0.60 es decir que existe una correlación negativa moderada debido a que mientras el tamaño del agregado fue disminuyendo se obtuvieron resistencias dentro de los rangos establecidos o incluso mayores sobrepasando el rango superior pero no de manera significativa.

- Se encontró mediante las correlaciones de la densidad del hormigón siempre y la resistencia a compresión que la densidad tiene más incidencia con un -0.74 donde se pudo apreciar que mientras el cilindro sea más denso más resistencia puede alcanzar.

4.2 Recomendaciones

- Se sugiere usar equipo adecuado de protección al momento de realizar los cilindros de hormigón tales como guantes, mandil, botas o zapatos de trabajo con la finalidad de evitar daños y accidentes.
- Se recomienda que al momento de engrasar los moldes para los cilindros se aplique una película muy fina de aceite con el objetivo de evitar que al momento de sacar el espécimen de la cámara de curado se vuelva resbaladizo al tacto provocando posibles caídas del cilindro hacia el suelo.
- Se recomienda desencofrar con cuidado los cilindros de hormigón con el objetivo de evitar roturas, golpes o caídas que podrían afectar su resistencia final.
- Se recomienda que al momento de mezclar los materiales del hormigón se lo realice con ayuda de una concreteira ya que hacerlo a mano demanda mucha fuerza física y se optó dicho medio debido a los cortes de luz que pasa nuestro país Ecuador.
- Se recomienda al personal encargado del laboratorio proceder con un mantenimiento adecuado a las carretillas ya que varias presentan deficiencias tales como neumáticos desinflados y pequeñas roturas en su superficie.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

- [1] L. A. Segura, R. W. Siguenza, M. Á. Solar, y J. E. Zamora, «EFFECT OF THE USE OF RECYCLED GLASS ON CONCRETE DESIGN Efecto del uso de vidrio reciclado en diseño de concreto», *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 14, n.º 1, pp. 179-192, 2022.
- [2] Mayorga Amaguaya Larot David, «Resistencia a compresión del hormigón preparado a partir de materiales reciclados», Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2023.
- [3] J. L. Santamaría, B. Adame, C. Bermeo, J. L. Santamaría, B. Adame, y C. Bermeo, «Influencia de la calidad de los agregados y tipo de cemento en la resistencia a la compresión del hormigón dosificado al volumen», *Revista Digital Novasinerгия*, vol. 4, n.º 1, pp. 91-101, jun. 2021, doi: 10.37135/NS.01.07.05.
- [4] I. B. Muhit, S. Haque, y Md. Rabiul Alam, «Influence of Crushed Coarse Aggregates on Properties of Concrete», *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, vol. 1, n.º 5, pp. 103-106, jul. 2013, doi: 10.12691/ajcea-1-5-3.
- [5] Kumar. Mehta y Paulo. Monteiro, « Structures and Properties of Hardened Concrete», *CONCRETE Microstructure, Properties and Materials*, Tercera., New York: McGraw-Hill Education, 2006, pp. 17-21.
- [6] A. A. Casal, R. D. Cabrera Jara, y A. Medina Acosta, «INFLUENCIA DE LA FORMA Y LA TEXTURA DE LOS AGREGADOS GRUESOS EN LAS PROPIEDADES DEL HORMIGÓN», Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo/Paraguay, 2007.
- [7] M. P. León y F. Ramírez, «Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes», *Revista ingeniería de construcción*, vol. 25, n.º 2, pp. 215-240, ago. 2010, doi: 10.4067/S0718-50732010000200003.







- [8] E. Francisco Hernández, «Efecto del agregado grueso triturado en las propiedades del concreto», *Nexo Revista Científica*, vol. 34, n.º 05, pp. 56-63, dic. 2021, doi: 10.5377/NEXO.V34I05.13109.
- [9] Y. P. Luo, 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», *Construction and Building Materials*, vol. 382, p. 131246, jun. 2023, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2023.131246.
- [10] J. Escobar y J. Guerra, «Tamaño máximo del agregado y su influencia en la porosidad de un hormigón elaborado con fibra de vidrio», *Ingeniar*, 2023.
- [11] L. García, V. Morillo, y J. Guerra, «Características de dos agregados gruesos triturados que influyen en la porosidad del hormigón.», *Ingeniar*, 2023.
- [12] L. D. Zambrano Navarrete, R. J. Alava Santos, W. E. Ruíz Párraga, y E. A. Menéndez Menéndez, «Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón», *Gaceta Técnica*, vol. 23, n.º 1, pp. 35-47, ene. 2022, doi: 10.51372/GACETATECNICA231.4.
- [13] L. León y M. Hernández, «Comparación de los valores de resistencia a compresión del hormigón a la edad de 7 y 28 días», *Revista de arquitectura e ingeniería*, vol. 10, pp. 1-9, 2016.
- [14] C. López y M. Morán, «Optimización de diseño y producción de hormigón Hidráulico de resistencias $f'c = 210, 240, 280 \text{ kg/cm}^2$ en planta dosificadora con diferente índole de agregados gruesos», Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2019.
- [15] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN LOS ÁRIDOS FINO Y GRUESO*. Quito, 2011.
- [16] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *ÁRIDOS PARA HORMIGÓN REQUISITOS*. Quito, 2011.
- [17] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO FINO*. Quito, 2010.

- [18] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO GRUESO*. Quito, 2011.
- [19] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA (PESO VOLUMÉTRICO) Y EL PORCENTAJE DE VACÍOS*. Quito, 2010.
- [20] A. Almeida-Domínguez, «ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS DE DISEÑO DE MEZCLAS DE UN HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA CONFORMADO POR AGREGADOS PROCEDENTES DE LA CANTERA DE PINTAG», Universidad Politécnica Salesiana, Quito, 2019.
- [21] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *ÁRIDOS PARA HORMIGÓN. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD*. Quito, 2011.
- [22] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *DENSIDAD REAL DEL CEMENTO*. Quito, Quito, 2009.
- [23] American Society for Testing and Materials, «ASTM C39: Método de Ensayo Estándar para Esfuerzo de Compresión en Especímenes Cilíndricos de Concreto», 2016.
- [24] P. J. Flores Medina, «ANÁLISIS DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN», Universidad Técnica de Ambato, 2020.
- [25] A. Maldonado *et al.*, «MÓDULO ESTÁTICO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE $f'_c = 21\text{MPa}$ Y 30MPa .», Quito, 2012.
- [26] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *HORMIGON ELABORACION Y CURADO DE ESPECIMENES DE ENSAYO EN EL LABORATORIO*. Quito, 2017.
- [27] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *HORMIGÓN DE CEMENTO HIDRÁULICO. DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO*. Quito, 2012.

- [28] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *DENSIDAD DEL HORMIGON EN ESTADO FRESCO*. Quito, 2013.
- [29] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *ELABORACIÓN Y CURADO EN OBRA DE ESPECIMENES PARA ENSAYO*. Quito, Quito, 2011.
- [30] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *HORMIGÓN DE CEMENTO HIDRÁULICO. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE HORMIGÓN DE CEMENTO HIDRÁULICO*. Quito, 2010.
- [31] C. Camacho, «COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL DE PEARSON», 2007.
- [32] J. Alonso y J. Rodríguez, *Estadística para Psicología*. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2022.
- [33] B. Quishpe, «INFLUENCIA DEL FUEGO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ELABORADO A PARTIR DE MATERIAL RECICLADO», Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2023.

ANEXOS

ANEXO 1	ANEXO 2
	
<p style="text-align: center;">Recolección de material en la mina “Las Viñas”.</p>	<p style="text-align: center;">Tamices para ensayo de granulometría.</p>
ANEXO 3	ANEXO 4
	
<p style="text-align: center;">Tamizado del material recolectado.</p>	<p style="text-align: center;">Separación de las partículas grandes de la arena.</p>
ANEXO 5	ANEXO 6
	
<p style="text-align: center;">Secado de la muestra de arena al horno durante 24h.</p>	<p style="text-align: center;">Pesaje de la muestra seca para ensayos.</p>

ANEXO 7	ANEXO 8
	
<p>Tamizado de la arena para ensayo de granulometría.</p>	<p>Ensayo de cono y pistón para conseguir arena en estado SSS.</p>
ANEXO 9	ANEXO 10
	
<p>Ensayo de capacidad de absorción de la arena.</p>	<p>Pesado de la muestra para capacidad de absorción.</p>
ANEXO 11	ANEXO 12
	
<p>Muestra de arena seca del ensayo de capacidad de absorción.</p>	<p>Pesaje de la canastilla para ensayo de capacidad de absorción de agregado grueso.</p>
ANEXO 13	ANEXO 14

	
<p>Agregado grueso en estado SSS.</p>	<p>Pesaje sumergido en agua del agregado grueso.</p>
<p>ANEXO 15</p>	<p>ANEXO 16</p>
	
<p>Materiales para ensayo de densidad suelta y compactada de la arena.</p>	<p>Materiales para ensayo de densidad suelta y compactada del ripio.</p>
<p>ANEXO 17</p>	<p>ANEXO 18</p>
	
<p>Pesaje de la muestra de arena del ensayo de densidad compactada de la arena.</p>	<p>Ensayo de densidad combinada de los agregados.</p>
<p>ANEXO 19</p>	<p>ANEXO 20</p>

	
<p>Compactación de la muestra de densidad combinada de los agregados.</p>	<p>Pesaje de la muestra de densidad combinada de los agregados.</p>
<p>ANEXO 21</p>	<p>ANEXO 22</p>
	
<p>Colocación del material para la realización del hormigón.</p>	<p>Amasado de la mezcla.</p>
<p>ANEXO 23</p>	<p>ANEXO 24</p>
	
<p>Ensayo cono de Abrams.</p>	<p>Ajuste de los moldes previo a la colocación de la mezcla.</p>
<p>ANEXO 25</p>	<p>ANEXO 26</p>

	
<p>Colocación de materiales para cilindros definitivos.</p>	<p>Amasado de la mezcla hasta conseguir una masa homogénea.</p>
<p>ANEXO 27</p>	<p>ANEXO 28</p>
	
<p>Engrasado de los moldes con aceite quemado.</p>	<p>Desenfofrado de los cilindros.</p>
<p>ANEXO 29</p>	<p>ANEXO 30</p>
	
<p>Cilindros desenfofrados listos para el curado.</p>	<p>Pesaje del cilindro en estado seco.</p>
<p>ANEXO 31</p>	<p>ANEXO 32</p>

	
<p>Colocación del cilindro en la máquina de compresión.</p>	<p>Manipulación del programa para iniciar el ensayo.</p>
<p>ANEXO 33</p>	<p>ANEXO 34</p>
	
<p>Cilindro después de alcanzar su resistencia máxima.</p>	<p>Cilindro roto después de la carga aplicada por el ensayo de resistencia.</p>
<p>ANEXO 35</p>	<p>ANEXO 36</p>
	
<p>Rotura del cilindro despues de alcanzar su máxima resistencia.</p>	<p>Maquina de resistencia a compresión CONTROLS en funcionamiento.</p>