



Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil

Carrera de Ingeniería Civil

Diseño de un hormigón de 210 kg/cm² utilizando los agregados finos de la Parroquia El Rosario, Cantón Pelileo.

Autor: Iván Vinicio Chango Pilla

Tutor: Luis Alberto Soria Nuñez

Quito, diciembre 2021.



DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, IVÁN VINICIO CHANGO PILLA, con cédula de ciudadanía número 180462879-8, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

IVÁN VINICIO CHANGO PILLA

C.C. 180462879-8

DECLARATORIA

El presente Trabajo de Titulación titulado:

“Diseño de un hormigón de 210 kg/cm² utilizando los agregados finos de la Parroquia El Rosario, Cantón Pelileo”

Realizado por:

IVÁN VINICIO CHANGO PILLA

Como requisito para la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Ha sido dirigido por el profesor

LUIS ALBERTO SORIA NUÑEZ

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

LUIS ALBERTO SORIA NUÑEZ

TUTOR

DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

LUIS ALBERTO SORIA NUÑEZ

HUGO MARCELO OTAÑEZ G

Después de revisar el trabajo presentado,

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador

LUIS ALBERTO SORIA NUÑEZ

HUGO MARCELO OTAÑEZ G

Profesor Revisor 1

Profesor Revisor 2

DEDICATORIA

El trabajo de diseño realizado es dirigido a mi Dios que siempre estuvo conmigo, a mis padres Santos y María por tenerme mucha confianza en mí, por haberme dado mucho apoyo, ayuda y comprensión durante mi vida.

A mis hijas Nathaly, Deimmy por ser mi esperanza, mi vida y fuerza para seguir adelante en mis estudios.

Iván Vinicio Chango Pilla

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme una vida, me ilumino para seguir y terminar con mis estudios. Agradezco a mis padres por darme una buena educación en mi vida, demostrando respeto y responsabilidad en todo momento, para luego yo poder demostrarlo en mi vida profesional.

Agradezco a todos mis docentes de mis dos universidades que me transmitieron su sabiduría por años para mi formación y ser un buen profesional.

Iván Vinicio Chango Pilla

RESUMEN

En el Cantón Pelileo, Parroquia El Rosario, existen diversos materiales pétreos de construcción, donde en la antigüedad se han hecho uso para edificaciones en el sector. Hoy en la actualidad se pretende diseñar un hormigón de 210 Kg/cm² con materiales como la arena fina obtenida de la mina Rumichaca y la arena negra natural del sector de Sacato, donde para ello se debe tener una información necesaria para la obtención de un buen concreto de calidad.

Con los materiales que se obtenga del sector como es el ripio, la arena de la cantera y la arena negra natural se va a realizar ensayos como: granulometría, peso específico, densidad aparente suelta y compactada, abrasión, porcentaje de absorción, porcentaje de humedad y la densidad del cemento para conocer las características de cada uno de ellos al momento del diseño del hormigón.

Ya con todos los ensayos realizados, se utilizará el método de diseño de hormigones del ACI 211 y se obtendrá proporciones de cada compuesto del hormigón para obtener un buen diseño.

Ya hechos los cilindros se realizará pruebas a compresión a los 14 días de diseño para conocer si tiene una resistencia de 210 Kg/cm² y conocer si se realizó una correcta dosificación con los agregados finos y un buen mantenimiento.

PALABRAS CLAVES

Hormigón, Resistencia a compresión, Método del ACI, Agregados finos.

ABSTRACT

In the Pelileo Canton, El Rosario Parish, there are various stone construction materials, where in ancient times they have been used for buildings in the sector. Today, it is intended to design a concrete of 210 Kg/cm² with materials such as fine sand obtained from the Rumichaca mine and natural black sand from the Sacato sector, where the necessary requirements must be met to obtain a good quality concrete.

With the materials obtained from the sector such as gravel, quarry sand and natural black sand, tests will be carried out such as: granulometry, specific weight, loose and compacted apparent density, abrasion, absorption percentage, humidity percentage. and the density of the cement to know the characteristics of each of them at the time of the concrete design.

With all the tests carried out, the ACI concrete design method was used and proportions of each concrete compound will be obtained to obtain a good design.

Once the cylinders are made, compression tests will be carried out 7 days after design to determine if they have a resistance of 210 Kg/cm² and to know if a correct dosage was carried out with fine aggregates and good maintenance.

KEY WORDS

Concrete, Compressive strength, ACI method, Fine aggregates.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
1. PLAN DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 TÍTULO	1
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.4 JUSTIFICACIÓN	2
1.5 OBJETIVOS	2
1.5.1 OBJETIVO PRINCIPAL	2
1.5.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS	2
1.6 ALCANCE	2
1.7 LIMITACIONES	3
CAPÍTULO II	4
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 LOS AGREGADOS PÉTREOS	4
2.1.1 CLASIFICACIÓN	4
2.1.2 CARACTERÍSTICAS PETROLÓGICAS DE LOS AGREGADOS PÉTREOS	4
2.2 CARACTERIZACIÓN DE CALIDAD DE LOS MATERIALES PARA MEZCLA	5
2.2.2 AGREGADOS FINOS	5
2.2.3 AGREGADO GRUESO	14
2.2.4 DENSIDAD DEL CEMENTO	20
2.3 HORMIGÓN	21
2.3.1 MATERIALES QUE COMPONEN AL HORMIGÓN	21
2.3.2 PROPIEDADES DEL HORMIGÓN	22
2.3.3 MÉTODOS DE DISEÑOS DE HORMIGONES	27
CAPÍTULO III	32
3. METODOLOGÍA	32
3.1 PLANTEAMIENTO	32
3.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN	33
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	33
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	35
3.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE	35
3.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE	36
3.6 OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN	37
3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	38
3.8 PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS	38

CAPÍTULO IV.....	40
4. COMPROBACIÓN DE RESULTADOS.....	40
4.1. REVISIÓN DE LOS RESULTADOS.	40
4.2 OBTENCIÓN DE LOS MATERIALES.	40
4.3 ENSAYOS REALIZADOS.....	40
4.4. RESULTADOS DE LAS DOSIFICACIONES.....	42
4.4.1. DOSIFICACIÓN 1: CON MATERIALES DE MINA.	42
4.4.2 DOSIFICACIÓN 2: AGREGADO GRUESO DE MINA Y ARENA NEGRA NATURAL.....	45
4.5 ANÁLISIS DE LA ROTURA DE A COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE HORMIGÓN. .48	
4.5.1 RESULTADOS DE ROTURA DEL HORMIGÓN EN FRESCO CON AGREGADOS DE	
MINA A LOS 14 DÍAS.....	48
4.5.2 GRÁFICA EDAD VS ESFUERZO (%)	49
4.5.3 RESULTADOS DE ROTURA DEL HORMIGÓN EN FRESCO DE AGREGADO FINO	
NATURAL Y GRUESO DE MINA A LOS 14 DÍAS.....	50
4.5.4 GRÁFICA EDAD VS ESFUERZO (%).....	51
CAPÍTULO V.....	52
5.1 CONCLUSIONES.....	52
5.2 RECOMENDACIONES.....	54
ANEXOS.	57
1.ANEXO DE TABLAS DE CÁLCULOS.....	57
2. ANEXO DE IMÁGENES DE AGRAGADOS.	81
3. ANEXO DE IMÁGENES DE ENSAYOS DE LABORATORIO.....	82
4. ANEXO DE IMÁGENES DISEÑO DE CILINDROS DE HORMIGÓN.....	86

CONTENIDO

TABLA 1. TAMICES PARA GRANULOMETRÍA.....	6
TABLA. 2. TRABAJOS DE VARIABLE DEPENDIENTE	35
TABLA. 3. TRABAJOS DE VARIABLE INDEPENDIENTE.....	36
TABLA. 4. INFORMACIÓN.....	37
TABLA. 5. TÉCNICAS DE TRABAJO.	38
TABLA. 6. DOSIFICACIÓN CON AGREGADOS DE MINA	42
TABLA. 7. DOSIFICACION CON AGREGADO FINO NATURAL Y GRUESO DE MINA.	45
TABLA 8. RESULTADOS DE ROTURA DEL HORMIGÓN EN FRESCO CON AGREGADOS DE MINA A LOS 14 DÍAS.....	48
TABLA 9. RESULTADOS DE ROTURA DEL HORMIGÓN EN FRESCO DE LOS AGREGADOS DE MINA A LOS 14 DÍAS.....	48
TABLA. 10. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	58
TABLA. 11. MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO GRUESO.....	59
TABLA. 12. DENSIDAD SUELTA DEL AGREGADO GRUESO, FINO Y NATURAL.	60
TABLA. 13. DENSIDAD COMPACTADA DEL AGREGADO GRUESO, FINO Y NATURAL.	61
TABLA. 14. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO	61
TABLA. 15. ABRASIÓN DEL AGREGADO GRUESO	62
TABLA. 16. CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO	62
TABLA. 17. HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO.....	63
TABLA. 18. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO	64
TABLA. 19. MÓDULO FINURA DEL AGREGADO FINO	65
TABLA. 20. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO.	67
TABLA. 21. CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO	67
TABLA. 22. HUMEDAD DEL AGREGADO FINO.....	68
TABLA. 23. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO NEGRO.....
TABLA. 24. MÓDULO FINEZA DEL AGREGADO FINO NEGRO.....	71
TABLA. 25. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO NEGRO	71
TABLA. 26. ABRASIÓN DEL AGREGADO FINO NEGRO.....	72

TABLA. 27. CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO NEGRO	73
TABLA. 28. HUMEDAD DEL AGREGADO FINO NEGRO	73
TABLA. 29. DENSIDAD DEL CEMENTO	73
TABLA. 30. RESUMEN DE DATOS.....	75
TABLA. 31. VOLUMEN DE AGUA.....	76
TABLA. 32. AIRE CONTENIDO	76
TABLA. 33. MÓDULO DE FINURA DE AGREGADOS.....	77
TABLA. 34. PESO DEL AGREGADO GRUESO POR VOLUMEN CONCRETO.	77
TABLA. 35. RELACIÓN AGUA/CEMENTO	78
TABLA. 36. CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO	78
TABLA. 37. CONDICIONES DE EXPOSICIÓN	79
TABLA. 38. VOLUMEN UNITARIO DE AGUA	79
TABLA. 39. PORCENTAJE DEL AGREGADO FINO	80

INDICE DE IMAGENES

IMAGEN 1. CILINDROS PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN	24
IMAGEN 2. CURVA DE DISTRIBUCIÓN.	24
IMAGEN 3. ESFUERZO – DEFORMACIÓN	25
IMAGEN 4. DUCTILIDAD DEL HORMIGÓN.....	26
IMAGEN 5. PRUEBA DE TRACCIÓN	26
IMAGEN 6. PRUEBA DE CORTE DEL HORMIGÓN.....	27
IMAGEN 7. VALORES DE RESISTENCIA A CORTE	27
IMAGEN 8. PARÁMETROS DE DISEÑO – MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA.....	28
IMAGEN 9. DOSIFICACIONES DE LAS MEZCLAS SEGÚN DENSIDAD OPTIMA.....	29
IMAGEN 10. PARÁMETROS DE DISEÑO – MÉTODO DE ACI.	29
IMAGEN 11. DOSIFICACIÓN DE LAS MEZCLAS SIN ADITIVOS SEGÚN ACI.....	30
IMAGEN 12. PARÁMETROS DE DISEÑO – MÉTODO DE FULLER Y THOMPSON.....	30
IMAGEN 13. DOSIFICACIONES DE LAS MEZCLAS SEGÚN FULLER Y THOMPSON.....	31
IMAGEN 14. GRÁFICA EDAD VS ESFUERZO (KG/CM ²)	49
IMAGEN 15. GRÁFICA EDAD VS ESFUERZO (KG/CM ²)	51
IMAGEN 16. RECOLECCIÓN DEL AGREGADO GRUESO	81
IMAGEN 17. RECOLECCIÓN DEL AGREGADO FINO	81
IMAGEN 18. RECOLECCIÓN DE LA ARENA NEGRA.....	81
IMAGEN 19. ENSAYO DE DENSIDAD SUELTA Y COMPACTADA DEL RIPIO.....	82
IMAGEN 20. ENSAYO DE DENSIDAD SUELTA Y COMPACTADA DE LA ARENA DE MINA.	82
IMAGEN 21. ENSAYO DE DENSIDAD SUELTA Y COMPACTADA DE LA ARENA DE MINA.	83
IMAGEN 22. ENSAYO DE ABRASIÓN DEL RIPIO Y ARENA NEGRA.	83
IMAGEN 23. ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LA ARENA DE MINA.	84
IMAGEN 24. ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LA ARENA NEGRA.....	84
IMAGEN 25. DENSIDAD DEL CEMENTO.....	85
IMAGEN 26. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO FINO.....	85
IMAGEN 27. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO GRUESO.....	85
IMAGEN 28. ENSAYO DE ABRASIÓN DE ARENA NEGRA.....	86
IMAGEN 29. LUBRICADO DE LOS CILINDROS CON ACEITE.....	87

IMAGEN 30. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA.....	87
IMAGEN 31. MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO.....	87
IMAGEN 32. ELABORACIÓN DE PROBETAS DE HORMIGÓN.....	88
IMAGEN 33. ELABORACIÓN DE PROBETAS DE HORMIGÓN.....	88
IMAGEN 34. CURADO DE CILINDROS.	88
IMAGEN 35. ENSAYO A COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS.	89
IMAGEN 36. DATOS OBTENIDOS DE LA ROTURA.....	89

CAPÍTULO I

1. PLAN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes.

En la Parroquia El Rosario, Cantón Pelileo tiene una población de 2774 habitantes, la mayoría de las comunidades realizan trabajo en campo en la cosecha de hortalizas, tomate de árbol, maíz, los suelos que existen son de la clase IV que es usado para actividades agropecuarias y conservación productiva, la clase VI, se establece pastos y plantaciones forestales, la clase VII, se realiza reforestación con fines de protección y la clase VIII, se emplean para la restauración y los usos hidrológicos. (GAD PARROQUIAL EL ROSARIO, PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL,2015).

Los suelos que hay en el sector El Rosario el 65% están en desarrollo y se los puede encontrar como: a) Cangahua duras, con una profundidad de 20cm, b) suelos arenosos, negros, de arenas finas a medias, con manchas rojizas, c) suelos saturados, con una profundidad de 1m. Un 10% de los suelos están sin desarrollo como los suelos de Cangahua pura erosionada y se los puede encontrar donde existen pendientes muy inclinadas, y un 25% del suelo ha desaparecido en su 2 totalidad por las quebradas, deslizamientos. (GAD PARROQUIAL EL ROSARIO, PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL,2015).

Existen instituciones que han realizado numerosas normas y métodos para el diseño de hormigones como el ACI, ASTM, INEN, y han ejecutado programas de investigación dependiendo de las regiones donde existen los materiales pétreos.

En la Parroquia El Rosario existen varios materiales pétreos que tienen diferentes características físico – mecánicas que pueden influir directamente en el diseño de hormigones. De lo expuesto anteriormente, se vio importante realizar el diseño de un hormigón, con agregados finos de la Parroquia El Rosario-Cantón Pelileo.

1.2 Título

Diseñar un hormigón de 210 kg/cm² utilizando los agregados finos de la Parroquia El Rosario, Cantón Pelileo.

1.3 Planteamiento del problema.

En la población de la Parroquia El Rosario, hace años atrás y en la actualidad se han hecho construcciones con los agregados del sector, y en vista de que se sigue utilizando estos materiales de una forma clásica de preparación del hormigón, se desea conocer si cumplen con los estándares técnicos de diseño y para ello se va a diseñar con los materiales del sector que se han venido utilizando unos nuevos hormigones, para garantizar a las personas para que utilicen estas dosificaciones como un hormigón de una buena calidad y seguro en un futuro.

1.4 Justificación.

Esta investigación permitirá conocer si los materiales pétreos que existen en la Parroquia El Rosario y en el sector de Sacato, son agregados de una buena resistencia, duraderos y se puedan usar para el diseño de un hormigón en todo tipo de construcciones.

1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo Principal

Diseñar un hormigón utilizando agregados finos de la Parroquia El Rosario, Cantón Pelileo, para determinar si son aptos para el uso en las construcciones del sector mediante ensayos a compresión a los 7 días.

1.5.2 Objetivos Secundarios

- Analizar el tamaño de los agregados, mediante el ensayo de granulometría para determinar si son adecuados en la elaboración del concreto.
- Determinar una propiedad mecánica del hormigón diseñado mediante el ensayo a compresión para establecer la resistencia de los materiales del sector.
- Analizar el asentamiento en estado fresco del hormigón, mediante el ensayo del cono de Abrams para determinar si cumple con las propiedades de trabajabilidad de la mezcla.

1.6 Alcance.

Diseñar un hormigón con determina resistencia con los agregados finos de la Parroquia El Rosario, Cantón Pelileo.

1.7 Limitaciones.

Por el tiempo no se realizarán ensayos de los cilindros de hormigones de resistencia a compresión a los 28 días sino solo hasta los 14 días de fraguado.

No se ejecutará ensayos de los cilindros de hormigones de resistencia a tracción hasta los 14 días de diseñado.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Los agregados pétreos.

Son una serie de materiales de diferentes tamaños que se los puede hallar en toda la naturaleza, como las arenas, gravas, también se pueden obtener por medio del triturado de grandes piedras.

2.1.1 Clasificación.

Existen varios agregados pétreos de acuerdo de la procedencia y las técnicas de obtención como son:

2.1.1.1 Naturales.

Existen mediante procesos geológicos y se los utiliza mediante una transformación del tamaño y son apropiados para las edificaciones.

2.1.1.2 Triturados.

Son obtenidos por la trituración de piedras de minas y por las granulometrías de los materiales pétreos naturales rechazados.

2.1.1.3 Artificiales.

Son materiales desechados de las demoliciones y también pueden ser reciclables.

2.1.1.4 Marginales.

Son materiales que no cumplen ninguna de las características para el uso en las construcciones.

2.1.2 Características petrológicas de los agregados pétreos.

Existen varios materiales como los calizos, silíceos, ígneos y metamórficos.

2.1.2.1 Los agregados calizos.

Son rocas que existen naturalmente en el suelo, son numerosas y muy baratas al momento de obtenerlas mediante la trituración y se utilizan en todas las edificaciones y se usa como agregado grueso para vías, la roca caliza es fácil de pulir y tiene menos problemas de ser unida.

En las mezclas para carretera se usa este tipo de agregado realizando una mezcla con otros tipos de agregados más resistentes.

2.1.2.2 Los agregados Silíceos.

Estos materiales de construcción se obtienen por trituración de piedras naturales, se los obtienen de canteras naturales de rocas, donde los agregados de mayor volumen son separados por tamizado y los agregados menores son utilizados como agregados silíceos. Estos materiales presentan algunos problemas al unirlos con las mezclas asfálticas, pero si el agregado incluye gran cantidad de sílice se lo puede usar como mezcla asfáltica directamente con el tráfico de vehículos.

2.1.2.3 Los agregados Ígneos y Metamórficos.

Son materiales utilizados como agregados gruesos en vías por tener buenas propiedades y resistir a la circulación de vehículos ya que sus cualidades de resistencia al pulimento son altas y tienen una garantía de resistencia superficial por largo tiempo, estos tipos de materiales son los basaltos, granitos, cuarcitas. Estos agregados tienen un poco de problemas al momento de unirlos con mezclas asfálticas, pero se puede solucionar mejorando la unión entre los agregados o también de forma natural con agregados muy finos de la naturaleza y polvos minerales apropiados.

2.2 Caracterización de calidad de los materiales para mezcla.

2.2.2 Agregados finos.

Son obtenidos naturalmente y artificialmente de las piedras, son materiales que traspasan el tamiz 3/8" y son retenidos por el tamiz N° 200, el material más fino es la arena y es obtenido de la trituración de las piedras. Para el uso en las construcciones deben ser materiales duraderos, limpios, resistentes y estar libre de impurezas y deben ser recubiertos de otros materiales para que se puedan unir fácilmente al mantener contacto con el cemento.

2.2.2.1 La granulometría.

Es la contextura de las medidas de las partículas que forman parte del agregado, donde se lo realiza mediante la tamización de toma de las muestras. La granulometría se lo realiza por el método NTE INEN 696 o también por la ASTM C 33, donde se mide los límites del tamaño de las partículas.

Tamiz	% que pasa
3/8"	100%
N° 4	95 a 100 %
N° 8	80 a 100 %
N° 16	50 a 85 %
N° 30	25 a 60 %
N° 50	5 a 30 %
N° 100	0 a 10 %
N° 200	0 a 10 %

Tabla 1. Tamices para granulometría

Elaborado por: Iván Chango

La granulometría se realiza para obtener agregados de un solo tamaño y así obtener una buena mezcla al diseñar un hormigón, esto nos ayuda para tener una buena trabajabilidad, dependiendo de los porcentajes de agua-cemento que se utiliza, en algunos casos nos ayuda con la economía y tener una excelente granulometría de los agregados.

Para obtener un agregado fino tiene que tener algunos requisitos como:

1. El agregado fino no debe tener un porcentaje mayor del 45% retenido entre dos tamices continuos.
2. Usar un aditivo para mejorar las deficiencias del agregado al realizar el tamizado entre dos mallas.
3. La finura del material fino no debe ser exceder a los 2.3 mm, ni ser mayor a los 3.1 mm, tampoco debe cambiar el resultado típico de la fuente de donde abastece el agregado en un 0.2 mm, si el valor es mayor el agregado es rechazado.

El agregado que pasa los tamices N° 50, 100, 200, en grandes cantidades afectan a la trabajabilidad, textura y el agua al momento de realizar la mezcla de hormigón. Para obtener una buena mezcla, la cantidad a pasar en el tamiz N° 50 sugerido debe ser del 10% al 30%, si el porcentaje pasado es menor se usa en pavimentos. Para pisos terminados el porcentaje a pasa es el 15% y un 3% que pase la malla N° 100, para tener un buen terminado de los pisos a mano.

Procedimiento de ensayo:

Equipos: tacimes, balanza, agitador de tamices, horno, platos metálicos

Procedimiento: norma INEN 696, 2011.

- Obtención de las muestras del material fino en lonas.
- Realizar el cuarteo de las muestras finas y obtener una muestra de 1000 gr en platos metálicos de las muestras que están en forma diagonales.
- Ordenamos los tamices desde 3/8", N° 4, 8,16,30, 50,100 y 200.
- Colocamos los tacimes en el agitador y las muestras de cada uno de los agregados desde la parte superior de los tacimes y lo agitamos por 15 min.
- Pesamos el material de cada tamiz y realizamos el cálculo.

2.2.2.2 El módulo de finura.

Se lo realiza mediante la norma ASTM C - 125, donde se establece que es el total de los porcentajes acumulados que se detienen en los tamices, donde su totalidad es dividida para 100. Los tamices utilizados en el fino son el N° 100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8, N°4, N° 3/8", 3/4", 1 1/2", 3", 6". Esto se realiza para saber si el material es apto para la elaboración de un hormigón y tiene que tener una medida entre 2,3 y 3,1 mm.

Fórmula de cálculo:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados retenidos (N° 100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8, N° 4, N° 3/8", 3/4", 1 1/2", 3", 6")}}{100}$$

2.2.2.3 Densidad Real.

Es la propiedad empleada en la obtención de la masa que ocupa el material en las mezclas hechas y es analizado respecto al volumen absoluto igual al agua. Si los cálculos dan un resultado de bajas densidades eso significa que el agregado tiene porosidad, tiene una debilidad y tiene una absorción muy alta.

Las densidades que existen son de tres clases:

- **Densidad Nominal.** – es el enlace que tiene el peso y el volumen del aire con un material a ensayar, también se puede incorporar los poros no saturados y

la masa de agua que siempre esté libre de cualquier gas y puedan cambiar sus temperaturas normales.

- **Densidad Aparente.** - es el enlace que tiene el peso y el volumen del aire con un material a ensayar, también se puede incorporar orificios fuertes y no fuertes y la masa de agua que siempre esté libre de cualquier gas y puedan cambiar sus temperaturas normales.
- **Densidad Aparente (SSS).** - es el enlace que tiene el peso y el volumen de aire con un material a ensayar, también se incluye la masa de agua en los poros saturados después de 24 horas de mojado, sin vacíos de moléculas y la masa de agua que siempre esté libre de cualquier gas que puedan cambiar sus temperaturas normales.

Para la densidad real se utiliza el método NTE INEN 856 o la ASTM C 127, para este tipo de ensayo las muestras deben estar libre de impurezas y en estado de saturación superficialmente seca (SSS), ya que es un valor principal en la fabricación de mezclas.

Fórmula:

A = muestra SH.

B = masa del picnómetro + agua.

C = masa del picnómetro + agua + muestra.

S = muestra (SSS).

Fórmulas de NTE INEN 856.

$$PE (SH) = \frac{A}{(B+S-C)}$$

$$PE (SSS) = \frac{S}{(B+S-C)}$$

$$PE Aparente = \frac{A}{(B+A-C)}$$

Procedimiento de ensayo:

Equipos: balanza, picnómetro, plato metálico, compactador, recipiente, horno.

Procedimiento: norma INEN 856

- Obtener una cantidad de 500 gr de acuerdo a la norma.
- Saturamos la muestra por 24h con un 6% de agua y lo secamos al ambiente hasta tener un secado SSS.
- Llenamos el cono con la muestra y lo compactamos con 25 golpes y debe conservar su altura al retirar el molde.
- Conseguir una muestra de 100 gr de la muestra SSS.
- Llenamos el picnómetro de agua y lo pesamos.
- Llenamos la muestra satura en el picnómetro y llenamos más agua hasta la línea de calibración con un 90%.
- Tomamos nuevamente el peso del picnómetro ya completo.
- En un recipiente sacamos la muestra del picnómetro y lo secamos al horno a 110 °C por 24 h.
- Lo secamos al ambiente y lo pesamos para obtener el dato de la muestra seca.

2.2.2.4 Humedad.

Son las cuantías de agua que hay en el agregado, donde al absorber más agua de lo normal, la relación del agua – cemento decrece y el concreto baja su trabajabilidad y si tiene más agua en la parte superficial la relación aumenta y el concreto baja su resistencia. El ensayo se lo realiza para ver qué cantidad de humedad tiene el agregado, con esto al conocer el contenido de humedad se puede poner un porcentaje de agua correcta al momento de realizar un hormigón.

Para el ensayo de humedad se lo puede realizar mediante la norma NTE INEN 862, 2011, o también por la ASTM 566-04.

Fórmula:

$$\% \text{ HUMEDAD} = \frac{\text{Peso natural} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

Procedimiento de ensayo:

Equipos: balanza, horno, recipiente de muestra, cuchara.

Procedimiento: norma INEN 862

- Realizamos el cuarteo de 1000 gr en una bandeja.
- Ponemos el material en agua por 24h para saturarla.
- Pesamos el molde vacío con más la muestra SSS.
- Secamos la muestra por 24h al horno a 110 °C y obtenemos el peso seco.
- Pesamos la muestra que es recipiente más arena seca y obtenemos los datos.

2.2.2.5 Peso unitario.

Es el peso necesario para realizar el llenado de un volumen unitario requerido en un contenedor. Al tener espacios entre agregados se debe conocer la forma de colocación de los mismos, para el cálculo se lo realizará mediante la norma ASTM C29.

Fórmula:

G = masa del material + molde, kg.

T = masa molde. Kg.

V = volumen del molde m³.

$$\text{Densidad suelta} = \frac{(G-T)}{V}$$

$$\text{Densidad compactada: } \frac{(G-T)}{V}$$

Procedimiento de ensayo:

Equipos: balanza, molde, varilla, tamiz N°4, bandejas, horno.

- Tamizar el agregado por el tamiz N°4.
- Pesamos el molde y también realizamos el cálculo de la superficie.
- Llenamos el molde hasta la superficie y eliminamos el exceso agregado con la varilla.
- Pesamos el molde lleno para obtener el dato y hacer los cálculos.

2.2.2.6 Porcentajes de vacíos.

Es el porcentaje de vacíos entre los espacios de los materiales de los agregados pétreos, y todo ello es como se realiza de la forma de colocación de los agregados, esto se realiza mediante la norma ASTM C29.

Fórmula:

$$\% \text{ VACIOS} = \frac{(S \times W - M)}{(S \times W)} \times 100$$

2.2.2.7 Abrasión.

La finalidad de este ensayo es obtener un cierto porcentaje que nos ayuda a conocer la calidad del agregado de su durabilidad y su desgaste, ya que la durabilidad es una característica principal para obtener hormigones de una alta resistencia.

Para el cálculo y ensayo de la abrasión se usa la norma INEN 860 donde:

D = Degradación en %.

B = muestra de la masa inicial

C = muestra de la masa, que queda en tamiz N° 12, de 1,70 mm terminado el ensayo.

Fórmula:

$$D = \frac{(B-C)}{(B)} \times 100$$

Procedimiento:

Para la prueba se usa el método de la INEN 860, 11.

Equipos: Máquina de los Ángeles, tamices, esferas, platos metálicos, estufa, balanza.

- Tamizar una muestra de 5000 gr en forma horaria y anti horaria manualmente en los tamices N° 4,8,12, por 1 minuto.
- El material a usar es el que se retiene en el tamiz N° 8.
- Lavamos la muestra y secamos al horno a 110 °C.
- Alistamos la máquina de los Ángeles, colocamos las bolas de acuerdo al tipo de gradación y el material tamizado en su totalidad.
- Encendemos la máquina y realizamos 500 revoluciones a una velocidad de 30 o 33 r/min, ya terminado retiramos el material del tambor en una bandeja.
- Retiramos las esferas de la bandeja.
- Recogemos toda la muestra de la bandeja y lo tamizamos en un tamiz mayor al N° 12.
- Pesamos esta muestra retenida y obtenemos nuestros datos para realizar el cálculo.

2.2.2.8 Absorción.

Este ensayo del agregado fino es alcanzar un cierto porcentaje de agua necesario para realizar el llenado de agua en los vacíos existentes, esto nos ayuda a conocer si existen poros saturables y no saturables en los agregados, este resultado nos ayuda conocer el porcentaje de agua que debemos usar y obtener mejores hormigones de alta resistencia.

Para el ensayo de humedad se lo puede realizar mediante la norma NTE INEN 856, 2010, o también por la ASTM C 128.

Fórmula:

S = masa de muestra SSS.

A = masa de muestra seca.

$$\text{Absorción \%} = \frac{(S-A)}{A} \times 100$$

Procedimiento de ensayo:

Equipos: balanza, bandeja, horno, platos metálicos

Procedimiento: norma INEN 856

- Realizamos el cuarteo de 1000 gr y colocarlo en un recipiente.
- Ponemos el agregado en un recipiente con agua por 24h para saturarla.
- Pesamos el molde vacío más la muestra SSS.
- Secamos la muestra por 24h al horno a 110 °C y obtenemos el peso seco.
- Pesamos la muestra que es recipiente más arena seca y obtenemos los datos.

2.2.2.9 Densidad suelta y compactada.

Este ensayo nos ayuda a conocer la masa volumétrica del agregado cuando está en forma suelta y compactada y así poder realizar la obtención de los vacíos entre los agregados. Esto nos ayuda a obtener una mejor dosificación, para poder calcular un porcentaje exacto del material fino al momento de realizar la mezcla y conseguir un buen concreto.

El ensayo se lo puede realizar mediante NTE INEN 858, 2010, o también mediante la ASTM C 029.

Fórmula:

G = peso del material + molde, kg. (Suelta y compactada)

T = peso molde. Kg.

V = volumen del molde m³.

$$\text{Densidad suelta} = \frac{(G-T)}{V}$$

Densidad compactada: $\frac{(G-T)}{V}$

Procedimiento de ensayo:

Equipos: balanza, molde, varilla, tamiz N°4, bandejas, horno.

Procedimiento: norma INEN 858

Suelta.

- Tamizar el compuesto fino por el tamiz N°4.
- Pesamos el molde y también realizamos el cálculo de la superficie.
- Llenamos el molde hasta la superficie y eliminamos el exceso agregado con la varilla.
- Pesamos el molde lleno para obtener el dato y hacer los cálculos.

Compactada

- Tamizar el compuesto fino por el tamiz N°4.
- Pesamos el molde y también realizamos el cálculo de la superficie.
- Llenamos el molde hasta 1/3 y le otorgamos 25 golpes con la varilla, después llenamos los 2/3 y le otorgamos 25 golpes con la varilla y por último llenamos completo y le otorgamos 25 golpes con la varilla y eliminamos los excesos con la varilla.
- Pesamos el molde lleno para obtener el dato y hacer los cálculos.

2.2.3 Agregado grueso.

Es un material que se conservan en el tamiz N°4 y se lo obtiene por la trituración natural o artificial de las piedras. Se puede encontrar en las minas como grava y rocas trituradas y en los ríos de manera natural. También existe las rocas chanchadas que se lo obtiene por medio de trituración artificial de piedras.

2.2.3.1 Granulometría

La granulometría tiene cierta igualdad de tamaños en los agregados lo que produce que el concreto tenga una mejor trabajabilidad sin causar daños o cambios en el

agua y cemento.

Los tamices a utilizar para la granulometría en la grava según la norma ASTM E-11 son: 6", 3", 1 1/2", 3/4", 3/8" y el # 4.

La granulometría se lo realiza por el método NTE INEN 696 o también por la ASTM C-136, donde se mide los límites del tamaño del grano.

Procedimiento de ensayo:

Equipos: tacimes, balanza, agitador de tamices, horno, platos metálicos

Procedimiento: norma INEN 696

- Realizar el cuarteo de muestras gruesas.
- Obtener una cantidad de 15000 gr de las muestras cuarteadas en diagonal según el tamaño del agregado que es de 3/4".
- Ordenamos los tamices desde 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N° 8.
- Colocamos los tacimes en el agitador y las muestras de cada unos de los agregados desde la parte superior de los tacimes y lo agitamos por 15 min.
- Pesamos el material retenido en cada tamiz y realizamos el cálculo.

2.2.3.2 Tamaño.

En el tamaño máximo es saber cuánto porcentaje queda en el tamiz comercial previo al primer tamiz donde lo retenido debe ser el 15% o más del agregado.

Si los agregados son más de máximo nominal se necesitaría más agua y cemento en el diseño del hormigón.

2.2.3.3 Peso específico.

Se realiza para encontrar la cualidad de la densidad de una muestra del material grueso, que es la Densidad Real de la masa y esto se lo realiza cuando el peso específico esta seca al horno y con la saturación superficialmente seca.

La prueba de Densidad Real se lo realiza por la NTE INEN 857, 2010 o también por la ASTM C-127, para este tipo de ensayos las muestras deben estar libre de impurezas y en estado de saturación superficialmente seca (SSS), ya que es un valor principal en la fabricación de las mezclas y en conseguir buenos hormigones.

Fórmula para el cálculo:

A = masa SH en aire.

B = masa en aire muestra SSS.

C = masa del agua.

$$PE (SH) = \frac{A}{(B-C)}$$

$$PE (SSS) = \frac{B}{(B-C)}$$

$$PE \text{ Aparente (SSS)} = \frac{A}{(A-C)}$$

Procedimiento de ensayo:

Equipos: balanza, recipiente, tanque de agua, tamices, horno

Procedimiento: norma INEN 857

- Realizar el cuarteo de la muestra y obtener una cantidad de 3000 gr, porque es un agregado de 3/4".
- Lavamos y secamos la muestra saturada a 110 °C y lo enfriamos al ambiente.
- Sumergimos la muestra por 24h en el tanque de agua y lo secamos con una franela hasta obtener un secado SSS.
- Pesamos la muestra SSS para obtener el dato.
- Calibramos la balanza para obtener el peso sumergido poniendo la masa SSS del recipiente y determinamos su masa de agua.
- Secar la muestra al horno a 110 °C hasta conseguir una masa seca para hallar el peso seco.
- Pesamos la muestra seca para obtener el dato y realizar los cálculos.

2.2.3.4 Absorción.

La absorción se lo realiza después de 24 horas de saturación del material y una vez

terminada se seca superficialmente el agregado, y por variación del peso se obtiene el resultado de la absorción mediante la comparación de la masa seca del agregado.

Para la obtención de resultados se utiliza la fórmula:

Fórmula:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{M_{SSS} - MS}{MS} \times 100$$

Esto se lo realiza para conocer los poros en las partículas y el agua absorbida, ya que en ocasiones ayuda aceptar o rechazar el agregado.

Procedimiento de ensayo:

Equipos: balanza, bandeja, horno, platos metálicos

Procedimiento: norma INEN 857 y 856

- Tamizamos una muestra de 3000 gr por el tamiz 3/4" para tener una homogeneidad.
- Ponemos el agregado en un molde lleno agua por 24h para saturarla.
- Secamos el material con una franela hasta obtener un SSS y pesamos la masa SSS.
- Pesamos la muestra y obtenemos el dato para los cálculos.

2.2.3.5 Humedad.

Se lo ejecuta para conocer la cuantía de agua del agregado grueso que existe, esto se lo realiza mediante una muestra seca en la estufa y obtenemos un cierto porcentaje de humedad. Los áridos siempre están húmedos y por ello se realiza la cuantía de humedad, para poder modificar las dosificaciones que se usan en las mezclas.

Para el ensayo de humedad se lo puede realizar mediante la norma NTE INEN 862, 2011, o también por la ASTM 566-04.

Fórmula:

$$\% \text{ HUMEDAD} = \frac{\text{Peso natural} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

Procedimiento de ensayo:

Equipos: balanza, horno, recipiente de muestra, cuchara.

Procedimiento: norma INEN 862

1. Tamizar una muestra de 3000 gr por el tamiz 3/4" para obtener una homogeneidad.
2. Pesamos el recipiente vacío más la muestra.
3. Ponemos el material en una bandeja para secarla al horno por 24h a 110 °C.
4. Pesamos el recipiente más muestra seca y obtenemos el dato para los cálculos.

2.2.3.6 Abrasión.

La finalidad de este ensayo que se lo realiza es para obtener un cierto porcentaje que nos ayuda a conocer la calidad del agregado grueso y así conocer su durabilidad y su desgaste, ya que la durabilidad es una característica principal para obtener concretos de una alta resistencia.

El ensayo se puede usar las normas del NTE INEN 860, o también de la ASTM C 131, 83.

Para el cálculo de la abrasión se usa la siguiente fórmula de la norma INEN 860 donde:

D = Degradación en %.

B = muestra de la masa inicial

C = muestra de la masa, que queda en tamiz N° 12, de 1,70 mm terminado el ensayo.

Fórmula:

$$D = \frac{(B-C)}{(B)} \times 100$$

Procedimiento de ensayo:

Equipos: Máquina de los Ángeles, tacimes, esferas, platos metálicos, estufa, balanza.

Procedimiento: norma INEN 860

- Tamizar una muestra de 5000 gr en forma horaria y anti horaria manualmente en los tamices N° 4,8,12, por 1 minuto.
- El material a usar es el que se retiene en el tamiz N° 8.
- Lavamos la muestra y secamos al horno a 110 °C.
- Alistamos la máquina de los Ángeles, colocamos las bolas de acuerdo al tipo de gradación y el material tamizado en su totalidad.
- Encendemos la máquina y realizamos 500 revoluciones a una velocidad de 30 o 33 r/min, ya terminado retiramos el material del tambor en una bandeja.
- Retiramos las esferas de la bandeja.
- Recogemos toda la muestra de la bandeja y lo tamizamos en un tamiz mayor al N° 12.
- Pesamos esta muestra retenida y obtenemos nuestro dato para realizar el cálculo.

2.2.3.7 Densidad compactada y suelta.

Este ensayo ayuda a conocer la masa unitaria del agregado cuando está en forma suelta y compactada y obtener los vacíos entre los agregados. Estos ensayos nos ayudan a obtener una mejor dosificación de los materiales, para poder calcular un porcentaje exacto del agregado grueso al momento de realizar la mezcla para conseguir un buen hormigón.

La prueba se lo puede realizar mediante la norma NTE INEN 858, 2010, o también mediante la ASTM C 029.

Fórmula:

G = peso del material + molde, kg. (Suelta y compactada)

T = peso molde. Kg.

V = volumen del molde m³.

$$\text{Densidad suelta} = \frac{(G-T)}{V}$$

$$\text{Densidad compactada: } \frac{(G-T)}{V}$$

Procedimiento de ensayo:

Equipos: balanza, molde, varilla, tamiz N°4, bandejas, horno.

Procedimiento: norma INEN 858.

Suelta.

- Obtenemos un recipiente adecuado para el ensayo de densidad.
- Pesamos el molde y también realizamos el cálculo de la superficie.
- Llenamos el molde hasta la superficie y eliminamos el exceso agregado con la varilla.
- Pesamos el molde lleno para obtener el dato y hacer los cálculos.

Compactada

- Obtenemos un recipiente adecuado para el ensayo de densidad.
- Pesamos el molde y también realizamos el cálculo de la superficie.
- Llenamos el molde hasta 1/3 y le otorgamos los 25 golpes con la varilla, después llenamos los 2/3 y le otorgamos los 25 golpes con la varilla y por último llenamos completo el cilindro y le otorgamos los 25 golpes con la varilla y eliminamos los excesos con la varilla.
- Pesamos el molde lleno para obtener el dato y hacer los cálculos.

2.2.4 Densidad del cemento.

La densidad está determinada mediante la relación del volumen y la masa, donde la densidad se obtiene conociendo el modelo del cemento a utilizar y su valor va desde 2,80 hasta 3,20 g/cm³.

Esta densidad del cemento ayuda mucho con el diseño y el control de hormigones ya que pueden cambiar las características físicas, químicas y mecánicas.

Para este ensayo se puede realizar mediante la normativa NTE INEN 156, 2010, o también por ASTM-18. Se calcula mediante:

Fórmula:

$$\rho \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{(masa del cemento,gr)}}{\text{volumen desplazo,cm}^3}$$

Procedimiento de ensayo:

Equipos: balanza, termómetro, recipiente, Frasco de Chatelier, querosén

Procedimiento: norma INEN 156

- Obtención del cemento Holcim Tipo GU.
- Llenamos el Frasco de Chatelier con querosén hasta la calibración del cuello del frasco.
- Agregamos los 64 gr del cemento en el frasco.
- Procedemos a tomar la lectura del volumen desplazado en el frasco.
- Por último, realizamos el cálculo de la densidad.

2.3 Hormigón.

El hormigón es una piedra artificial realizado con la mezcla de la arena, grava, cemento, agua. Las características se basan en cómo es la calidad de la mezcla, la humedad, temperatura y en el transcurso del diseño de elaboración y el fraguado del concreto.

Para tener mejores propiedades del hormigón como la trabajabilidad, densidad, homogeneidad, consistencia se puede aplicar a la mezcla aditivos, fibras, también se puede remplazar los componentes por agregados más livianos, pesados o por un cemento fraguado que sea más lento.

2.3.1 Materiales que componen al hormigón.

Los materiales que componen el hormigón son: el cemento, agregados, agua y aditivos.

2.3.1.1 El cemento.

Es un componente se obtenido de la mezcla química por las altas temperaturas de los agregados que son calcáreos y arcillosos como la piedra caliza, alúmina y sílice. El cemento es un material aglomerante ya que puede adherirse y hacer cohesión para poder unir otros materiales formando una masa dura que sea muy resistente y que tenga una gran durabilidad, el cemento reacciona al tener contacto con el agua, donde al pasar los minutos se transforma en una piedra artificial dura, conocida como cemento hidráulico.

2.3.1.2 Agua.

Es una sustancia líquida utilizada en la mezcla del hormigón para obtener una mejor trabajabilidad, siempre se va a necesitar más agua por la hidratación que tiene el cemento, a ello se le conoce como agua de consistencia normal y tiene un porcentaje del 28% en el peso del cemento.

Para el diseño de un hormigón el agua que se usa debe estar libre de sustancias químicas, no tiene que tener olor, sabor y debe estar limpia.

2.3.1.3 Los aditivos.

Son sustancias líquidas o también en polvo, existen aditivos orgánicos e inorgánicos, se lo añade antes o al momento de realizar el mezclado del hormigón. Los aditivos se los usa para que el hormigón sea más manejable cuando se encuentra en estado fresco y así modificar la hidratación o mejorar las propiedades en estado duro.

Existen diferentes aditivos que se usan para un hormigón son:

- Aditivos plastificantes.
- Aditivos super plastificantes
- Aditivos acelerantes
- Aditivos retardantes
- Aditivos introductores de aire
- Aditivos impermeabilizantes
- Aditivos espumantes

2.3.2 Propiedades del hormigón.

Las características que se tiene en el estado fresco donde se puede manipular en todo tipo de forma hasta colocar en un molde y el endurecido donde ya obtiene una rigidez y no puede ser manipulado en ninguna forma.

2.3.2.1 Propiedades del hormigón en estado fresco.

2.3.2.1.1 Trabajabilidad

Un hormigón es trabajable cuando se adapta a cualquier tipo de forma con muy poca utilización del trabajo mecánico. La trabajabilidad se lo ejecuta mediante del Cono de Abrams donde se mide el asentamiento y si el asentamiento es mayor entonces el concreto es más trabajable.

2.3.2.1.2 Homogeneidad

Es una cualidad mediante el cual los elementos del hormigón como el cemento, agregados, el agua, aditivos están dispersados en toda la mezcla. Una buena homogeneidad se consigue únicamente con un excelente mezclado y su mantenimiento se lo consigue con un traslado muy cuidadoso y un buen cuidado.

2.3.2.1.3 Consistencia

Son habilidades que dispone el hormigón cuando está en estado fresco y pueda deformarse, el elemento que más afecta para la deformación es el agua durante el amasado, esta prueba se lo puede realizar utilizando el Cono de Abrams.

2.3.2.1.4 Densidad

Es la relación que posee el concreto cuando se encuentra fresco con el volumen de la masa del recipiente, si obtenemos una densidad alta de agregados entonces se puede decir que el concreto obtendrá una mayor densidad en el estado fresco.

2.3.2.2 Propiedades mecánicas del concreto

2.3.2.2.1 Resistencia a la compresión

En hormigones diseñados la resistencia a la compresión se determinada mediante la relación agua/ cemento y cuando es menor entonces el hormigón tiene más resistencia, y si realizamos mayor compactación y mayor uso de cemento, también existirá mayor resistencia, y si realizamos excelentes granulometrías entonces tendremos mayores resistencias en los concretos.



Imagen 1. Cilindros para ensayos a compresión
Fuente: Temas de Hormigón Armado (p.14), por M. Romo, 2008.

La resistencia a la compresión se consigue mediante la curva de distribución que es la siguiente:

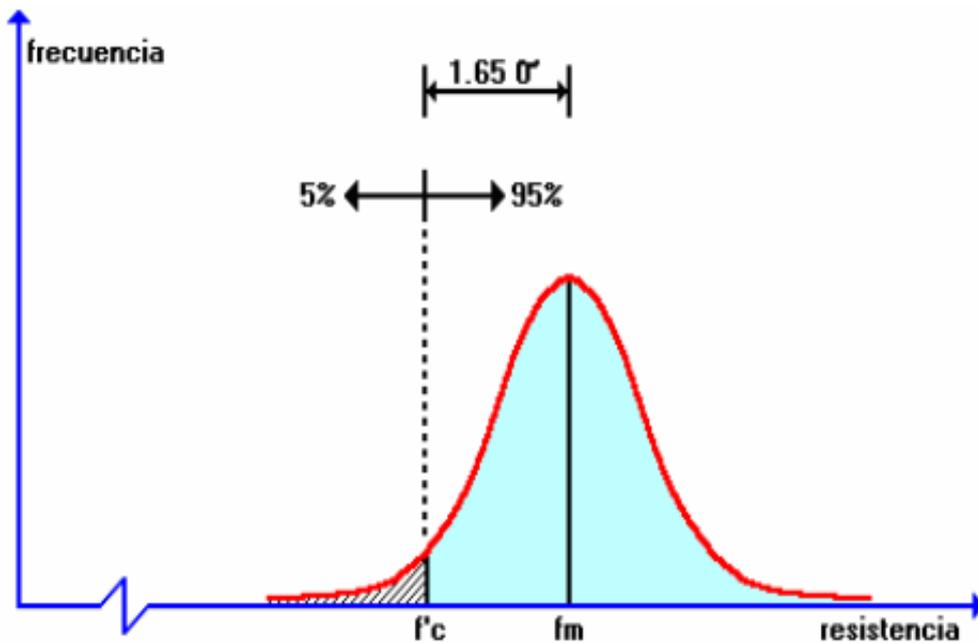


Imagen 2. Curva de distribución.
Fuente: Temas de Hormigón Armado (p.15), por M. Romo, 2008.

2.3.2.2.2 Módulo de elasticidad.

Al realizar las gráficas de curvas Esfuerzo – Deformación (ξ - σ), de los cilindros

realizados la prueba de ensayos a compresión, se va consiguiendo diferentes curvas gráficas que son la resistencia de rotura del concreto.

Los cilindros de hormigones con menor resistencia se rompen más rápido y tienen más deformación comparado con los hormigones de más resistencia. A continuación, se puede observar las curvas Esfuerzo – Deformación.

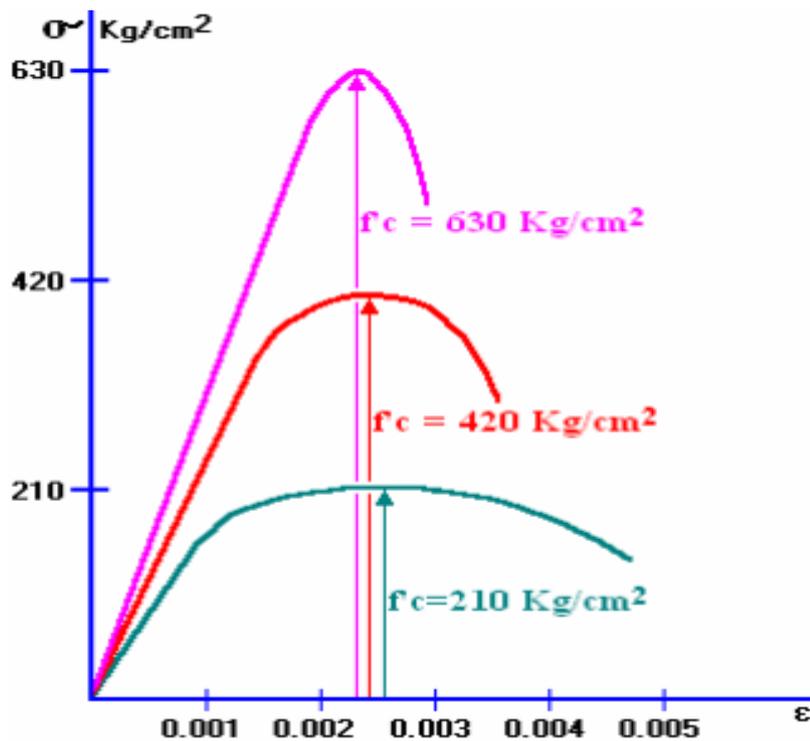


Imagen 3. Esfuerzo – Deformación
Fuente: Temas de Hormigón Armado (p.17), por M. Romo, 2008.

2.3.2.2.3 Ductilidad

Es la Capacidad que tienen los materiales de seguir en deformación no lineal, aunque existen aumentos de las cargas mínimas en cero o también cuando hay disminuciones de las cargas. Una capacidad para la ductilidad en un ensayo es el coeficiente de deformación de rotura y la deformación máxima mediante un procedimiento lineal elástico.

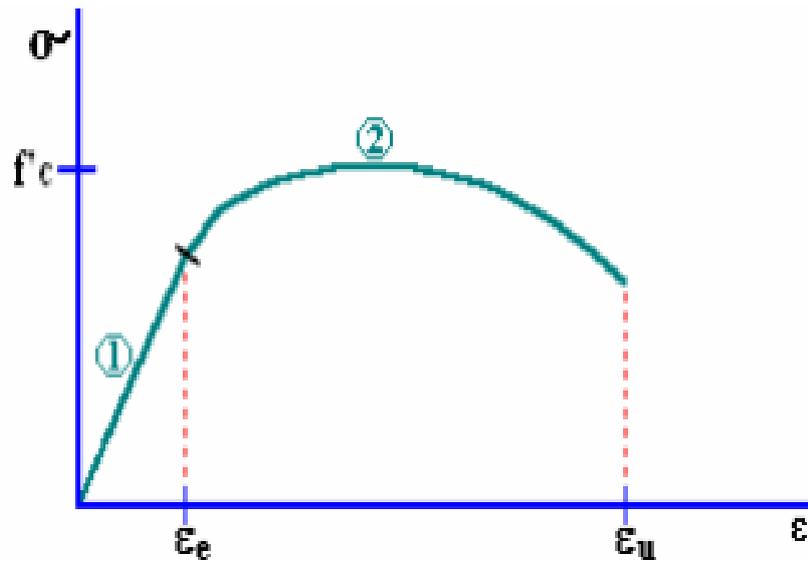


Imagen 4. Ductilidad del hormigón
Fuente: Temas de Hormigón Armado (p.19), por M. Romo, 2008.

2.3.2.2.4 Resistencia a la tracción.

El concreto es un material que no puede resistir a tracción por esta razón la resistencia indica es un 10% de la capacidad del hormigón a compresión. Por eso los esfuerzos a tracción en el concreto es absorbido por los aceros de refuerzo.

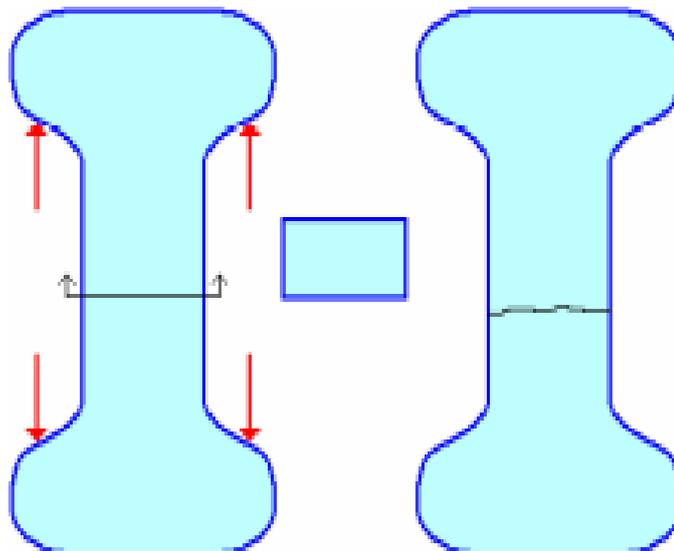


Imagen 5. Prueba de tracción
Fuente: Temas de Hormigón Armado (p.21), por M. Romo, 2008.

Fórmula para calcular la tracción.

$$f_t = 1.5 \sqrt{f'_c}$$

2.3.2.2.5 Resistencia al corte.

Cuando las fuerzas cortantes cambian a tracciones, la fuerza de corte "Vic" procede como una resistencia a la tracción.

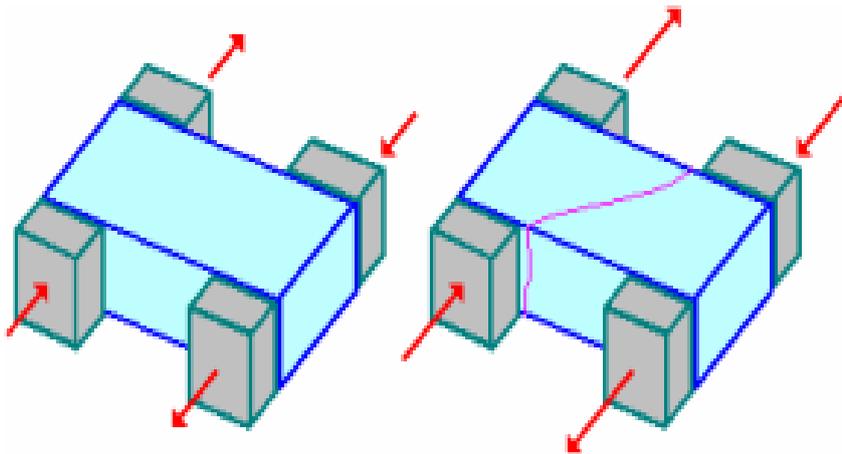


Imagen 6. Prueba de corte del hormigón
Fuente: Temas de Hormigón Armado (p.23), por M. Romo, 2008

La fórmula de corte es la siguiente:

$$V_{ic} = \sqrt{f'_c}$$

En la siguiente tabla se tiene valores a corte de hormigones.

Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)	Resistencia al Corte (Kg/cm ²)
210	14
280	17
350	19
420	20
630	25
840	29

Imagen 7. Valores de resistencia a corte
Fuente: Temas de Hormigón Armado (p.23), por M. Romo, 2008.

2.3.3 Métodos de diseños de hormigones.

En la fabricación de un hormigón se requiere resultados de varios ensayos que

puedan caracterizar a los materiales que se van utilizar como datos principales de fabricación y también la resistencia que necesita de la norma ACI, donde se determina un valor en el diseño de hormigones de diferentes resistencias.

2.3.3.1 Método de la Densidad Óptima.

Este procedimiento de mezcla, se utiliza para obtener cantidades mínimas para la fabricación de un concreto de excelente calidad, donde conseguimos una relación de los materiales con el más bajo porcentaje de vacíos. El diseño de un hormigón con diferentes resistencias y de un buen tipo de hormigón se necesita parámetros como los siguientes:

Parámetro	Cantidad	Unidad
Relación w/c	0.22	Adimensional
Densidad real de la mezcla (DRM)	2.5	g/cm ³
Porcentaje óptimo de vacíos (%OV)	31.3	%
Asentamiento estimado	90-120	mm
Cantidad de pasta (%CP)	35.1	%
Cantidad de cemento	626.3	Kg/m ³
Cantidad de arena (SSS)	652.9	Kg/m ³
Cantidad de ripio (SSS)	933.2	Kg/m ³
Cantidad de agua	140.2	Lt/m ³

Imagen 8. Parámetros de diseño – Método de Densidad Óptima

Fuente: Artículo académico, métodos de mezclas de hormigón, (p.7) por W.A. Almeida, 2019.

También se puede realizar dosificaciones de hormigones sin utilizar ningún tipo de aditivos y conocer si existen asentamientos preestablecidos en el instante de la fabricación de la mezcla.

MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA		
Material	Cantidad en peso para 1 m³ kg	Dosificación
Agua	252.60	0.46
Cemento	544.38	1.00
Arena	567.56	1.04
Ripio	811.23	1.49

Imagen 9. Dosificaciones de las mezclas sin aditivos según Densidad Óptima
Fuente: Artículo académico, métodos de mezclas de hormigón, (p.8) por W.A. Almeida, 2019.

2.3.3.2 Método del ACI.

El método A.C.I. ayuda a encontrar las proporciones en que se deben añadir y ser mezcladas los componentes del hormigón, donde para el diseño nos basamos en tablas ya establecidas las cantidades de los componentes ya con función de las características establecidas. Los resultados se basan en ensayos hechos en laboratorios con los materiales que se usan y su aplicación es solo un acercamiento de la dosificación para la obtención de un hormigón de buenas características.

Las últimas modificaciones del método se lo realizan ya en la mezcla, donde se pueden poner reforzantes, aditivos para tener unas mejores características ya cuando se encuentre en estado plástico y se pase al endurecido.

A continuación, tenemos parámetros de las cantidades que necesitamos para el diseño de un hormigón con el ACI:

Parámetro	Cantidad	Unidad
Cantidad del agregado grueso (SSS)	801.7	kg/m ³
Asentamiento estimado	120	mm
Agua de mezclado	197.1	Lt/m ³
Contenido de aire	2	%
w/c	0.31	Adimensional
Cantidad de cemento	642.6	Kg/m ³
Cantidad de arena (SSS)	583.2	Kg/m ³

Imagen 10. Parámetros de diseño – Método de ACI.
Fuente: Artículo académico, métodos de mezclas de hormigón, (p.7) por W.A. Almeida, 2019.

También se puede realizar dosificaciones de hormigones sin utilizar ningún tipo de aditivos y conocer si existen los asentamientos preestablecidos en el instante de la fabricación de las mezclas.

MÉTODO DEL ACI		
Material	Cantidad en peso para 1 m³ kg	Dosificación
Agua	301.92	0.53
Cemento	572.99	1.00
Arena	520.03	0.91
Ripio	714.86	1.25

Imagen 11. Dosificación de las mezclas sin aditivos según ACI.

Fuente: Artículo académico, métodos de mezclas de hormigón, (p.8) por W.A. Almeida, 2019.

2.3.3.3 Método de Fuller y Thompson.

Este método se lo realiza mediante una dosificación final con una aplicación práctica, donde se obtiene datos de proporciones de los compuestos que forman el hormigón, ya obtenido se realiza correcciones en cada asentamiento y resistencia, mediante el uso de tablas que existen lo que permite establecer una mejor dosis y diseño de mezcla en cada tipo de hormigón.

A continuación, tenemos parámetros de las cantidades que necesitamos para el diseño de un hormigón con el método de Fuller y Thompson:

Parámetro	Cantidad	Unidad
Asentamiento estimado	120	mm
Cantidad de agua de mezclado	228.9	Kg/m ³
Aire atrapado en la mezcla	3	%
Relación w/c	0.24	Adimensional
Volumen del Agregado grueso	0.42	m ³
Cantidad de cemento	957.4	Kg/m ³
Cantidad de ripio (SSS)	518.0	Kg/m ³
Cantidad de arena (SSS)	506.6	Kg/m ³

Imagen 12. Parámetros de diseño – Método de Fuller y Thompson

Fuente: Artículo académico, métodos de mezclas de hormigón, (p.7) por W.A. Almeida, 2019.

También se puede realizar dosificaciones de hormigones sin utilizar ningún tipo de aditivos y sin conocer si existen asentamientos preestablecidos en el instante de la fabricación de las mezclas.

MÉTODO DE FULLER Y THOMPSON		
Material	Cantidad en peso para 1 m³ kg	Dosificación
Agua	360.59	0.44
Cemento	826.06	1.00
Arena	437.09	0.53
Ripio	446.99	0.54

Imagen 13. Dosificaciones de las mezclas sin aditivos según Fuller y Thompson
Fuente: Artículo académico, métodos de mezclas de hormigón, (p.8) por W.A. Almeida, 2019.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Planteamiento.

El planteamiento del siguiente proyecto se basa en la recopilación de datos por lo que se va a llevar a cabo varios ensayos de los agregados de la cantera Rumichaca y de la arena negra natural que se encuentra el suelo en el sector de Sacato, los resultados obtenidos se realizarán una tabulación y un análisis de datos de donde se obtendrá las conclusiones para poder realizar una correcta dosificación por el método del A.C.I. 211 para la fabricación de un hormigón de 210 kg/cm^2 utilizando agregados finos de la Parroquia El Rosario.

3.2 Modalidad de la investigación.

El proyecto de tesis en su mayoría es de campo, ya que se tendrá que acudir en persona a la cantera Rumichaca y al sector Sacato donde existe la arena negra, para la obtención de los agregados que forman parte del hormigón y que se lo diseñará fuera de la universidad, donde después se procederá a encontrar las propiedades de las muestras de los agregados en el laboratorio por lo que la investigación continuará de una manera laboratorista y experimental ya que se va a llevar varios ensayos en los agregados para encontrar sus calidades y resistencias, ya que los mismos se utilizaran para realizar una dosificación y conseguir una mezcla de concreto de un $F'c$ de 210 kg/cm^2 .

También se utilizará el modo bibliográfico para esta investigación, ya que es muy importante y necesario para investigar, conocer y utilizar las normas de ensayos en el laboratorio como las normas INEN de construcción y las normas ASTM, para la fabricación del concreto se aplicará las normas del código ACI para conseguir una correcta dosificación.

3.3 Tipo de Investigación.

Las investigaciones que se utilizarán en el proyecto son: exploratorio, descriptivo, bibliográfico y experimental.

La investigación es exploratoria por el problema de no conocer la calidad de los materiales de la cantera Rumichaca y de la arena negra natural del sector de Sacato ya que es un tema del que no se tiene ningún tipo de investigación y análisis, pero cuando ya se realice los ensayos, las dosificaciones, mezclas, diseño y rotura del hormigón correctamente en el laboratorio se obtendrá datos, información sobre todas las propiedades mecánicas.

La investigación también es descriptiva por realizar estudios de las características de los materiales pétreos y comprobar su resistencia en el concreto, esto ayuda a los profesionales que realizan trabajos en el sector en construcciones a tener información sobre los agregados que se están utilizando y con esas características podrán realizar dosificaciones para el diseño de hormigones que serán más estables y seguros.

Es una investigación bibliográfica por utilizar las normas INEN, ASTM y A.C.I, ya que tienen los requisitos de diseño e información de cómo ejecutar ensayos a los materiales de la mina Rumichaca y de la arena negra natural del sector de Sacato, esto nos ayudará a conocer la calidad y reacciones de los materiales al constituir parte del hormigón y también se utilizará la información existente en documentos para utilizar como una orientación en el avance de la investigación como libros, tesis, revistas y otros.

En la investigación experimental se realizará mediante ensayos a compresión del concreto, donde se obtendrá datos de las muestras de hormigón y se conocerá si los materiales utilizados son buenos para la fabricación de un hormigón con una resistencia de diseño a los 14 días, estos resultados se realizarán por la dosificación de dos muestras, una con agregados de mina y el otro con la arena negra natural fina y el agregado grueso de mina.

3.4 Población y Muestra.

La investigación se destina en la cantera Rumichaca y al sector Sacato, en el Cantón San Pedro de Pelileo.

La población en la investigación son los materiales a estudiar en relación a ciertas propiedades y por esta razón la población para este tipo de investigación tiene valores reservados por su extensión, donde su principal obstáculo es invertir en los recursos.

La población es el conjunto de sujetos que poseen características similares como homogeneidad, tiempo, espacio y cantidad, es decir son elementos de los cuales obtendremos información y estos son definidos por sus características que las delimitan. (Sábado, 2010, p.21.).

En la siguiente investigación la población serán 8 probetas tomando en cuenta 2 por cada dosificación y la rotura de 4 probetas cada 7 días, esto se efectuará de conforme al diseño del hormigón y su finalidad es obtener las propiedades de un nuevo hormigón elaborado con materiales de la cantera Rumichaca y con la arena negra natural como remplazo del agregado fino.

La muestra es el subconjunto de la población, es decir la muestra será representativa en relación a la población siendo este el grupo de individuos que se estudiará. (Gallegos Icart, Pulpón, 2006, p.55).

3.5 Operacionalización de variables

3.5.1 Variable dependiente

El hormigón y su resistencia.

Tabla. 2. Trabajos de variable dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas
El ensayo de resistencia a la compresión de un cilindro de concreto es el más fundamental, ya que obtiene la carga axial máxima alcanzada por el concreto antes de alcanzar la fractura y con ello se puede identificar la calidad del hormigón.	Ensayo de compresión	Resistencia Propiedades	¿Cómo sería el método técnico para la fabricación de cilindros de hormigones?	Análisis Bibliográfico Análisis de normas INEN y ASTM Análisis de laboratorio

Elaborado por: Iván Chango

3.5.2 Variable independiente

La calidad de los materiales de la cantera Rumichaca y la arena negra del sector Sacato de la Parroquia El Rosario, Cantón Pelileo.

Tabla. 3. Trabajos de variable independiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas
Los agregados conforman entre un 70% y 85% del concreto, donde su propósito es disminuir el costo de la mezcla y proveer de características favorables conociendo el tipo de obra que se va a realizar.	Agregados	Agregado grueso Agregado fino Arena Negra	¿Qué características técnicas deben cumplir los agregados al ser utilizados en la fabricación de hormigones?	Análisis Bibliográfico Análisis de normas INEN y ASTM Análisis de laboratorio
	Concreto	Concreto fresco Concreto Duro	¿Cuáles son las características de un concreto en sus distintos estados?	Análisis Bibliográfico

Elaborado por: Iván Chango

3.6 Obtención de la información.

Tabla. 4. Información

Preguntas fundamentales	Justificación
1. ¿Para qué?	<ul style="list-style-type: none">• Establecer la calidad de los materiales de la mina Rumichaca y de la arena negra natural del sector de Sacato del Cantón Pelileo, en la resistencia del concreto.• Determinar las dosificaciones por medio de las características de los agregados de la mina y del sector de Sacato.
2. ¿De qué personas u objetos?	<ul style="list-style-type: none">• Los agregados de una mina y agregado fino natural del sector de Sacato del Cantón Pelileo.• Cilindros de concreto.
3. ¿Sobre qué aspectos?	<ul style="list-style-type: none">• Para determinar la calidad de los materiales en la resistencia del concreto en el sector.• Dosificar los agregados en la fabricación del concreto.
4. ¿Quién?	<ul style="list-style-type: none">• Iván Vinicio Chango Pilla
5. ¿Dónde?	<ul style="list-style-type: none">• Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y la Universidad Técnica de Ambato.
6. ¿Cómo?	<ul style="list-style-type: none">• Por medio de ensayos de laboratorio.

Elaborado por: Iván Chango

3.7 Técnicas e instrumentos.

Tabla. 5. Técnicas de trabajo.

Técnicas	Instrumento
Ensayos de laboratorio	• Herramientas menores.
	• Moldes metálicos cilíndricos de concreto.
	• Máquina a compresión.
	• Tanque de curado.

Elaborado por: Iván Chango

3.8 Procedimiento y análisis.

Para realizar el diseño de una mezcla de concreto empleando materiales de la cantera Rumichaca y del sector de Sacato mediante la siguiente ejecución:

- Obtener las muestras de la cantera Rumichaca y la arena negra natural del sector de Sacato.
- Ejecutar los ensayos en los laboratorios con las muestras.
- Revisar los datos obtenidos cuidadosamente.
- Tabular los datos mediante cuadros según sus variables.
- Realizar gráficas a los resultados obtenidos.
- Dosificar un concreto con una resistencia de 210 kg/cm².
- Determinar las características del concreto en estado fresco.

- Diseñar los cilindros del concreto.
- Curar los cilindros de concreto hasta el tiempo del ensayo.
- Definir las resistencias de los cilindros en la máquina a compresión.
- Analizar los datos obtenidos de los ensayos a compresión.
- Interpretar los datos mediante una comparación de la investigación y el ensayo a compresión para determinar las conclusiones.

CAPÍTULO IV

4. COMPROBACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Revisión de los resultados.

En el capítulo IV, se realizó los ensayos de laboratorio de los agregados grueso y fino de la cantera Rumichaca y de la arena natural del sector de Sacato y también para el cemento Holcim GU que se utiliza en las construcciones, esto se lo realiza para encontrar las propiedades mecánicas de los materiales a utilizarse.

4.2 Obtención de los materiales.

Los agregados grueso y fino son de la cantera Rumichaca y el agregado fino natural la arena negra es del sector de Sacato, del Cantón Pelileo.

4.3 Ensayos Realizados.

Agregado grueso.

- Análisis de Granulometría
- Módulo de Finura
- Abrasión
- Peso Específico
- Densidad suelta
- Densidad compactada
- Capacidad de Absorción
- % Humedad

Agregado fino

- Análisis de Granulometría
- Módulo de Finura
- Peso Específico
- Densidad suelta

- Densidad compactada
- Capacidad de Absorción
- % Humedad

Agregado arena negra natural

- Análisis de Granulometría
- Módulo de Finura
- Abrasión
- Peso Específico
- Densidad suelta
- Densidad compactada
- Capacidad de Absorción
- % Humedad

4.4. Resultados de las dosificaciones.

4.4.1. Dosificación 1: con materiales de mina.

Tabla 6. Dosificación con agregados de mina.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.			
DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES			
REALIZADO POR:	Iván Vinicio Chango Pilla		
FECHA:	4/2/2022		
DATOS DE LOS MATERIALES CEMENTO			
Tipo de cemento=	Holcim GU		
F´c (kg/cm2) =	210		
Pe. Cemento(gr/cm3) =	2,81		
Asentamiento (pulg)=	3		
Pe. Agua (kg/m3) =	1000		
Volumen cilindro (m3) =	0,0053014		
DATOS DE LOS MATERIALES AGREGADOS			
AGREGADOS	GRUESO	FINO	
Perfil =	Angular	
P.U. suelto(kg/m3) =	1307	1594	
P.U. compactado(kg/m3) =	1411	1736	
Peso específico (kg/m3) =	2,39	2,80	
Módulo de fineza =	6,57	2,40	
T.M.N =	3/4"	
% Absorción=	2,65	0,83	
% Humedad =	2,19	1,47	
1. CALCULAR LA F'cr (RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA)			
F´c	F´cr	Nota: Tenemos que sumar la resistencia a calcular de F´c más el valor de ubicación de la resistencia en la fila de F´cr	
Menos de 210	70		
210 - 350	84		
> 350	94		
F´cr (kg/cm2) =	294		

2. CALCULAR EL CONTENIDO DE AIRE			
Tamaño máximo nominal=	3/4"	Para obtener el % de aire nos basamos en la tabla 32, de acuerdo al TMN grueso	
Aire (%) =	2		
3. CALCULAR EL CONTENIDO DE AGUA			
Asentamiento (pulg)=	3	Para el agua nos dirigimos a la tabla 31, vemos el TMN grueso y el asentamiento	
Agua (Lt)=	205		
4. RELACIÓN AGUA/CEMENTO			
F'c(kg/cm2) =	250	0,62	Como no se tiene el F'cr exacto, hay que interpolar con valores de la tabla 35.
F'cr (kg/cm2) =	294	X	
F'cr (kg/cm2) =	300	0,55	
A/C=	0,5584		
5. CONTENIDO DEL CEMENTO			
Cemento (kg)=	367,120		
6. PESO DEL AGREGADO GRUESO			
Volumen de finura A. G =	0,66	Buscar los valores de finura del A.F. y el TMN grueso en la Tabla 34, para obtener el volumen necesario.	
Peso A.G. (Kg/m3) =	931,26		
7. VOLUMENES ABSOLUTOS			
Cemento (m3) =	0,131		
Agua (m3) =	0,205		
Aire (m3) =	0,02		
Volumen A. Grueso (m3) =	0,390		
8. VOLUMEN DEL AGREGADO FINO			
Volumen A.F. (m3) =	0,2547		
9. PESO DEL AGREGADO FINO			
Peso A.F. (Kg) =	713,170		
10. PRESENTACION EN ESTADO SECO			
Cemento (kg)=	367,120		
Agregado fino (kg) =	713,170		
Agregado grueso (kg) =	931,26		
Agua (litros)=	205		
11. CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
Agregado fino (kg) =	723,65		
Agregado grueso (kg) =	951,65		

12. APORTACION DE AGUA EN LA MEZCLA	
Agregado fino =	4,564
Agregado grueso =	-4,284
Aportación de agua (Lt)=	0,280
13. AGUA EXACTA PARA LA MEZCLA	
Agua (Lt) =	205,280
14. PROPORCIONES DE DOSIFICACION DE LOS MATERIALES EN PESO	
Cemento =	1
Agregado fino =	2
Agregado grueso =	3
Agua =	1
15. PROPORCIONES DE MATERIALES PARA UN CILINDRO DE 0.0053014 M3	
Cemento (kg)=	1,946
Agregado fino (kg) =	3,836
Agregado grueso (kg) =	5,045
Agua (Lt)=	1,088
16. PROPORCIONES DE MATERIALES PARA 6 CILINDROS	
Cemento (kg)=	13,624
Agregado fino (kg) =	26,855
Agregado grueso (kg) =	35,316
Agua (Lt)=	7,618

Elaborado por: Iván Chango

4.4.4 Dosificación 2: agregado grueso de mina y arena negra natural.

Tabla 7. Dosificación con agregado natural fino y grueso de mina.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM² UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.			
DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES			
REALIZADO POR:	Iván Vinicio Chango Pilla		
FECHA:	4/2/2022		
DATOS DE LOS MATERIALES CEMENTO			
Tipo de cemento=	Holcim GU		
F'c (kg/cm ²) =	210		
Pe. Cemento(gr/cm ³) =	2,81		
Asentamiento (pulg) =	3		
Pe. Agua (kg/m ³) =	1000		
Volumen cilindro (m ³) =	0,0053014		
DATOS DE LOS MATERIALES AGREGADOS			
AGREGADOS	GRUESO	FINO NATURAL	
Perfil =	Angular	
P.U. suelto(kg/m ³) =	1307	1102	
P.U. compactado(kg/m ³) =	1411	1203	
Peso específico (kg/m ³) =	2,39	2,40	
Módulo de fineza =	6,57	3,00	
T.M.N =	3/4"	
% Absorción=	2,65	9,43	
% Humedad =	2,19	1,12	
1. CALCULAR LA F'cr (RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA)			
F'c	F'cr	Nota: Tenemos que sumar la resistencia a calcular de F'c más el valor de ubicación de la resistencia en la fila de F'cr	
Menos de 210	70		
210 - 350	84		
> 350	94		
F'cr (kg/cm²) =	294		

2. CALCULAR EL CONTENIDO DE AIRE			
Tamaño máximo nominal =	3/4"	Para obtener el % de aire nos basamos en la tabla 32, de acuerdo al TMN grueso	
Aire (%) =	2		
3. CALCULAR EL CONTENIDO DE AGUA			
Asentamiento (pulg) =	3	Para el agua nos dirigimos a la tabla 31, vemos el TMN grueso y el asentamiento	
Agua (Lt) =	205		
4. RELACIÓN AGUA/CEMENTO			
F'c(kg/cm2) =	250	0,62	Como no se tiene el F'cr exacto, hay que interpolar con valores de la tabla 35.
F'cr (kg/cm2) =	294	X	
F'cr (kg/cm2) =	300	0,55	
A/C=	0,5584		
5. CONTENIDO DEL CEMENTO			
Cemento (kg) =	367,120		
6. PESO DEL AGREGADO GRUESO			
Volumen de finura A. G =	0,60	Buscar los valores de finura del A.F. y el TMN grueso en la Tabla 34, para obtener el volumen necesario.	
Peso A.G. (Kg/m3) =	846,60		
7. VOLUMENES ABSOLUTOS			
Cemento (m3) =	0,131		
Agua (m3) =	0,205		
Aire (m3) =	0,02		
Volumen A. Grueso (m3) =	0,354		
8. VOLUMEN DEL AGREGADO FINO			
Volumen A.F. (m3) =	0,2901		
9. PESO DEL AGREGADO FINO			
Peso A.F. (Kg) =	696,30		
10. PRESENTACION EN ESTADO SECO			
Cemento (kg)=	367,120		
Agregado fino (kg) =	696,303		
Agregado grueso (kg) =	846,60		
Agua (litros)=	205		
11. CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
Agregado fino (kg) =	704,10		
Agregado grueso (kg) =	865,14		

12. APORTACION DE AGUA EN LA MEZCLA	
Agregado fino =	57,863
Agregado grueso =	-3,894
Aportación de agua (Lt)=	53,968
13. AGUA EXACTA PARA LA MEZCLA	
Agua (Lt) =	258,968
14. PROPORCIONES DE DOSIFICACION DE LOS MATERIALES EN PESO	
Cemento =	1
Agregado fino =	2
Agregado grueso =	2
Agua =	1
15. PROPORCIONES DE MATERIALES PARA UN CILINDRO DE 0.0053014 M3	
Cemento (kg)=	1,946
Agregado fino (kg) =	3,733
Agregado grueso (kg) =	4,586
Agua (Lt)=	1,373
16. PROPORCIONES DE MATERIALES PARA 6 CILINDROS	
Cemento (kg)=	13,624
Agregado fino (kg) =	26,129
Agregado grueso (kg) =	32,105
Agua (Lt)=	9,610

Elaborado por: Iván Chango

4.5 Análisis de la rotura de a compresión de los cilindros de hormigón.

4.5.1 Resultados de rotura del hormigón en fresco con agregados de mina a los 14 días.

Tabla 8. Resultados de rotura del hormigón en fresco con los agregados de mina a los 14 días.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK													
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL													
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.													
REALIZADO POR:		Iván Vinicio Chango Pilla					NORMA:		ACTM C - 39				
LUGAR:		Laboratorios de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato					FECHA:		11/2/2022				
ENSAYO A COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE HORMIGON CON AGREGADOS DE MINA													
PROBETA	DIÁMETRO	ALTURA	ÁREA	CARGA	CARGA	ESFUERZO			FECHA DE:		DÍAS	ESPECIFICACIÓN (Kg/cm2)	TIPO DE FALLA
N°	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	KG	(Kg/cm ²)	Promedio	(%)	ELABORACIÓN	ENSAYO			
1	15,1	30	179,08	250	25492,50	142	144	68	4/2/2022	11/2/2022	7	210	5
2	15,1	30	179,08	255	26002,35	145			4/2/2022	11/2/2022	7	210	5
1	15,1	30	179,08	322	32834,34	183	185	88	4/2/2022	18/2/2022	14	210	5
2	15,1	30	179,08	329	33548,13	187			4/2/2022	18/2/2022	14	210	5
TIPOS DE FALLA DEL CILINDRO DE HORMIGÓN													
1.- Conos bien formados en ambos extremos 2.- Conos bien formados en un extremo y grieta vertical 3.- Grietas de a columnado verticalmente en ambos extremos 4.- Fracturas diagonal sin agrietarse a través de extremos 5.- Fracturas laterales en la parte superior o fondo 6.- Similar a tipo 5 pero el extremo es asentado													

Elaborado por: Iván Chango

4.5.2 Gráfica Edad vs Esfuerzo (kg/cm2) a los 14 días.

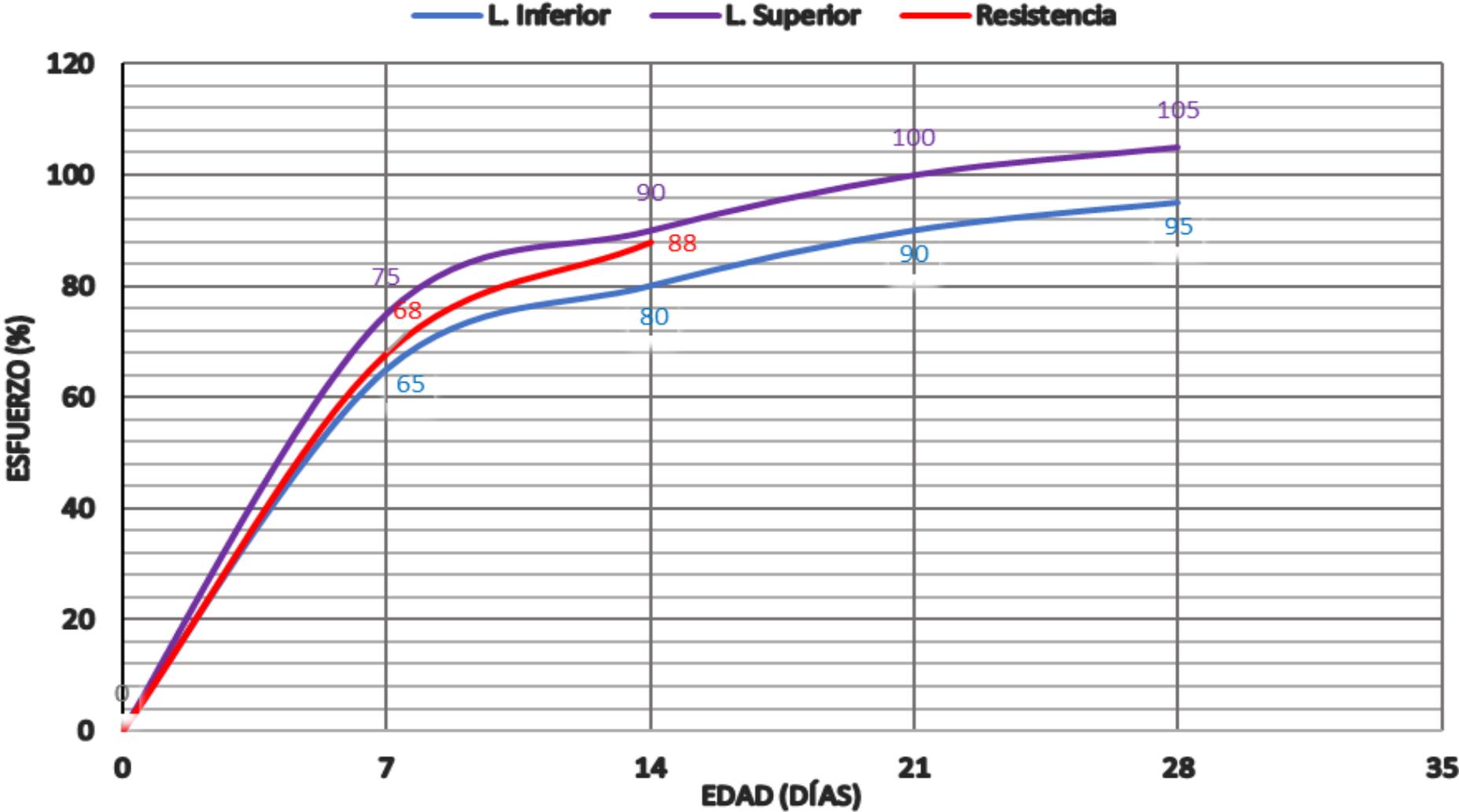


Imagen 14. Gráfica Edad vs Esfuerzo (Kg/cm2)
Elaborado por: Iván Chango.

4.5.3 Resultados de rotura del hormigón en fresco de agregado fino natural y grueso de mina a los 14 días.

Tabla 9. Resultados del hormigón en fresco de agregado fino natural y grueso de mina a los 7 días.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK													
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL													
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.													
REALIZADO POR:	Iván Vinicio Chango Pilla					NORMA:	ACTM C - 39						
LUGAR:	Laboratorios de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato					FECHA:	11/2/2022						
ENSAYO A COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE HORMIGON CON AGREGA GRUESO DE MINA Y ARENA NATURAL													
PROBETA	DIÁMETRO	ALTURA	ÁREA	CARGA	CARGA	ESFUERZO			FECHA DE:		DÍAS	ESPECIFICACIÓN (Kg/cm2)	TIPO DE FALLA
N°	(cm)	(cm)	(cm²)	KN	KG	(Kg/cm²)	Promedio	(%)	ELABORACIÓN	ENSAYO			
1	15,1	30	179,08	243	24778,71	138	138	66	4/2/2022	11/2/2022	7	210	5
2	15,1	30	179,08	241	24574,77	137			4/2/2022	11/2/2022	7	210	5
1	15,1	30	179,08	302	30794,94	172	175	84	4/2/2022	18/2/2022	14	210	5
2	15,1	30	179,08	314	32018,58	179			4/2/2022	18/2/2022	14	210	5
TIPOS DE FALLA DEL CILINDRO DE HORMIGÓN													
1.- Conos bien formados en ambos extremos 2.- Conos bien formados en un extremo y grieta vertical 3.- Grietas de a columnado verticalmente en ambos extremos 4.- Fracturas diagonal sin agrietas a través de extremos 5.- Fracturas laterales en la parte superior o fondo 6.- Similar a tipo 5 pero el extremo es asentado													

Elaborado por: Iván Chango

4.5.4 Gráfica Edad vs Esfuerzo

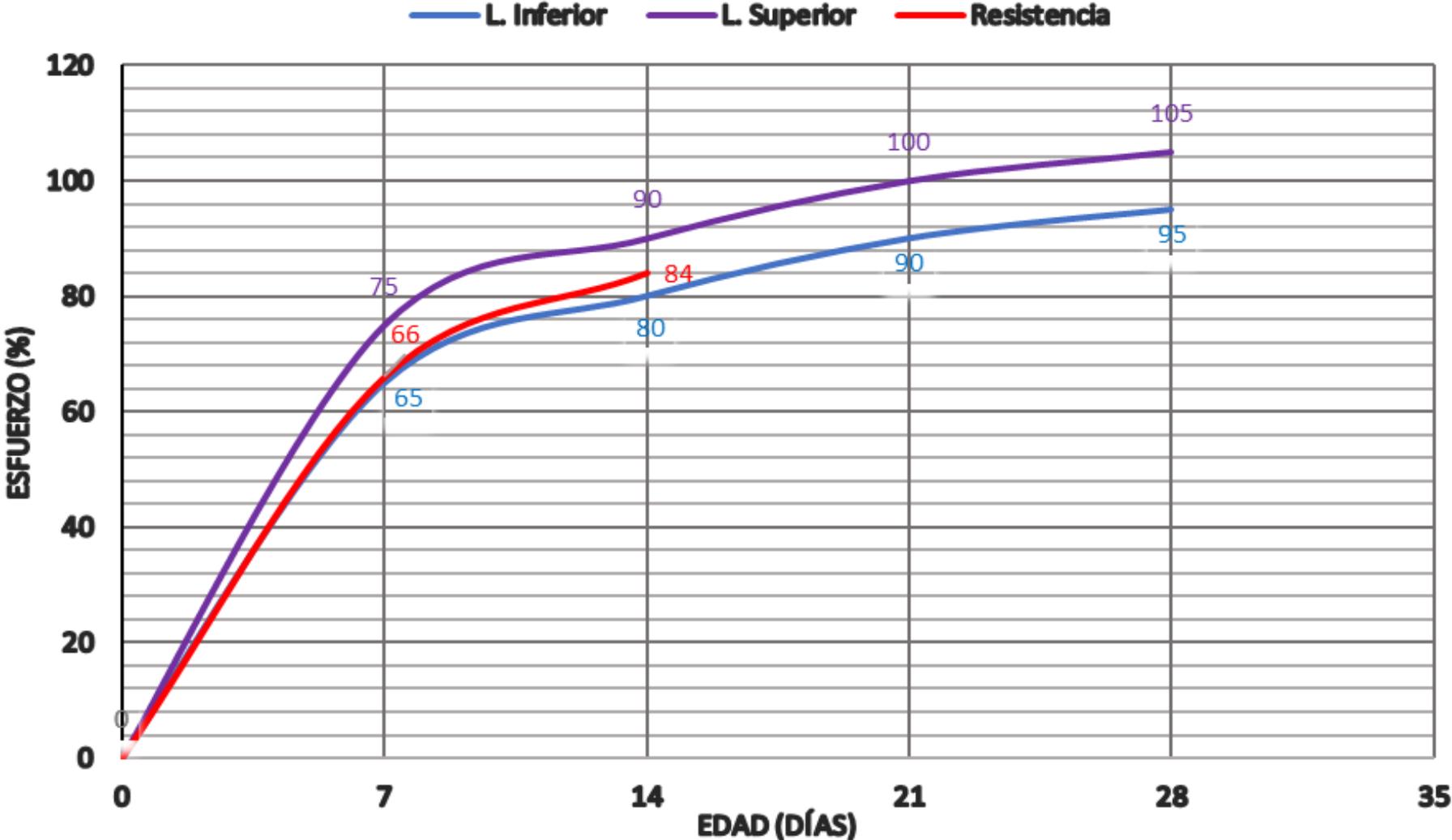


Imagen 15. Gráfica Edad vs Esfuerzo (Kg/cm2)
Elaborado por: Iván Chango

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

- En la granulométrica del agregado grueso de la mina Rumichaca, se utilizó un agregado triturado de un tamaño máximo nominal de 3/4" el cual se encuentra fuera del límite superior, pero desde el tamiz de 1/ 2" se encuentran dentro de los límites aceptables para un diseño de hormigón.
- En la granulométrica del agregado fino de la mina Rumichaca, se puede determinar que en el tamiz N° 50, 100 y 200, existe un alto porcentaje de finos lo cual produce que exista una mayor capacidad de absorción en un diseño de hormigón.
- En la curva granulométrica del agregado fino de la arena natural del sector de Sacato, del Cantón Pelileo, se puede determinar que la arena tiene una buena distribución en el tamizaje y se encuentra entre los límites de las curvas granulométricas estipulada en la norma, por lo tanto, es aceptable para un diseño de hormigón.
- En el ensayo de abrasión que se realizó del agregado grueso de mina se consiguió una resistencia al desgaste de un 34,45 % que es menor al valor del 50% que es un porcentaje aceptable para materiales gruesos de excelente resistencia.
- En el ensayo de abrasión que se realizó del agregado fino natural de la arena negra se consiguió una resistencia al desgaste de un 12,08 % que es valor muy bajo al valor del 50% que es un porcentaje aceptable para materiales gruesos de excelente resistencia.

- En la dosificación, se puede concluir que al utilizar ripio de mina y arena natural se necesita mayor cantidad de agua debido a que existe una alta absorción porque la arena natural contiene demasiada arena arcillosa.
- Se elaboraron cilindros de hormigón con un diseño de un asentamiento de 6 mm, en la dosificación de los agregados de mina, donde se obtuvo una buena trabajabilidad de la mezcla en la fabricación de probetas de hormigón.
- Se elaboraron cilindros de hormigón con un diseño de un asentamiento de 6 mm, en la dosificación del agregado grueso de mina y el agregado fino natural (arena negra), donde se obtuvo una buena trabajabilidad de la mezcla en la fabricación de probetas de hormigón.
- En el ensayo de resistencia a compresión de los especímenes de hormigón de la dosificación 1, con agregados de mina realizados a los 7 días de diseño se obtuvo una resistencia de 144 Kg/cm^2 que es un 68 % de la resistencia y a los 14 días se obtuvo una resistencia de 185 Kg/cm^2 que es un 88 % de la resistencia y que cumple con la resistencia requerida mínima de los diseños de hormigones.
- En el ensayo de resistencia a compresión de los especímenes de hormigón de la dosificación 2, con agregado grueso de mina y la arena negra natural realizados a los 7 días de diseño se obtuvo una resistencia de 138 Kg/cm^2 que es un 66 % de la resistencia y a los 14 días se obtuvo una resistencia de 175 Kg/cm^2 que es un 84 % de la resistencia y que cumple con la resistencia requerida mínima de los diseños de hormigones.
- Una vez realizado los cálculos, ensayos de agregados y la rotura de hormigones se puede concluir que la arena de mina es mucho mejor que la arena natural para el diseño de hormigones por tener más resistencia en los ensayos hechos a compresión.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda desde un inicio antes de utilizar los agregados de la mina y natural, estos sean lavados, limpiados, ya que se encontraron partículas extrañas y podrían cambiar los datos se vaya a obtener.
- Se recomienda tamizar el agregado fino negro natural antes de realizar el diseño de hormigones, ya que hay partículas muy gruesas de la arena y eso ayudaría a tener una mayor resistencia cuando se realice cilindros de hormigón.
- Se recomienda realizar una buena dosificación del hormigón por medio de un método bueno para tener los porcentajes exactos al momento de realizar la mezcla y poder tener un concreto resistente.
- Se recomienda al momento de diseñar la mezcla de hormigón se lo realice en una concreteira, ya que se tendría una mezcla homogénea de los agregados y el aditivo cuando se va utilizar y se tendría mayor resistencia del hormigón.
- Se recomienda realizar una limpieza de los cilindros metálicos antes de colocar la mezcla de hormigón, ya que puede existir partículas extrañas pueden a ver deformaciones en las muestras concreto.
- Se recomienda realizar un buen curado de los cilindros de hormigones y mantenerlos siempre húmedos para que no exista fracturas o se rompan cuando se esté llevando a realizar los ensayos de compresión.

BIBLIOGRAFÍAS.

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). NTE INEN 860: Áridos. Determinación del valor de la degradación del árido grueso de partículas menores a 37,5 mm, mediante el uso de la Máquina de los Ángeles.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). NTE INEN 696: Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). NTE INEN 856: Áridos. Determinación de la Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) y Absorción del árido fino.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). NTE INEN 857: Áridos. Determinación de la Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) y Absorción del árido grueso.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). NTE INEN 858: Áridos. Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) y el porcentaje de vacíos.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). NTE INEN 862: Áridos. Para hormigón. Determinación del contenido total de humedad.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2015). NTE INEN 1855-2: Hormigones. Hormigón premezclado. Requisitos.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). NTE INEN 1576: Hormigón de cemento hidráulico. Elaboración y curado en obra de especímenes para ensayo.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). NTE INEN 1578: Hormigón de cemento hidráulico. Determinación del asentamiento.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). NTE INEN 1573: Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón de cemento hidráulico.

- ASTM C – 39: (2003). Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.
- Ortega A. (2013). “La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles” (Tesis para optar el título profesional) de la Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánico, Ecuador.
- Padilla, A. (2013). Materiales Básicos. Cataluña: UPC.
- Rivva, E. 2000. Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI
- Romo, M. 2008. TEMAS DE HORMIGÓN ARMADO. Escuela Politécnica del Ejército. Ecuador.
- Almeida, A. 2019. ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS DE DISEÑO DE MEZCLAS DE UN HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA CONFORMADO POR AGREGADOS PROCEDENTES DE LA CANTERA DE PINTAG (Artículo Académico), Universidad Politécnica Salesiana. Quito.
- Sábado, J. 2010. Fundamentos de bioestadísticas y análisis de datos. Universidad Autónoma de Barcelona, España.

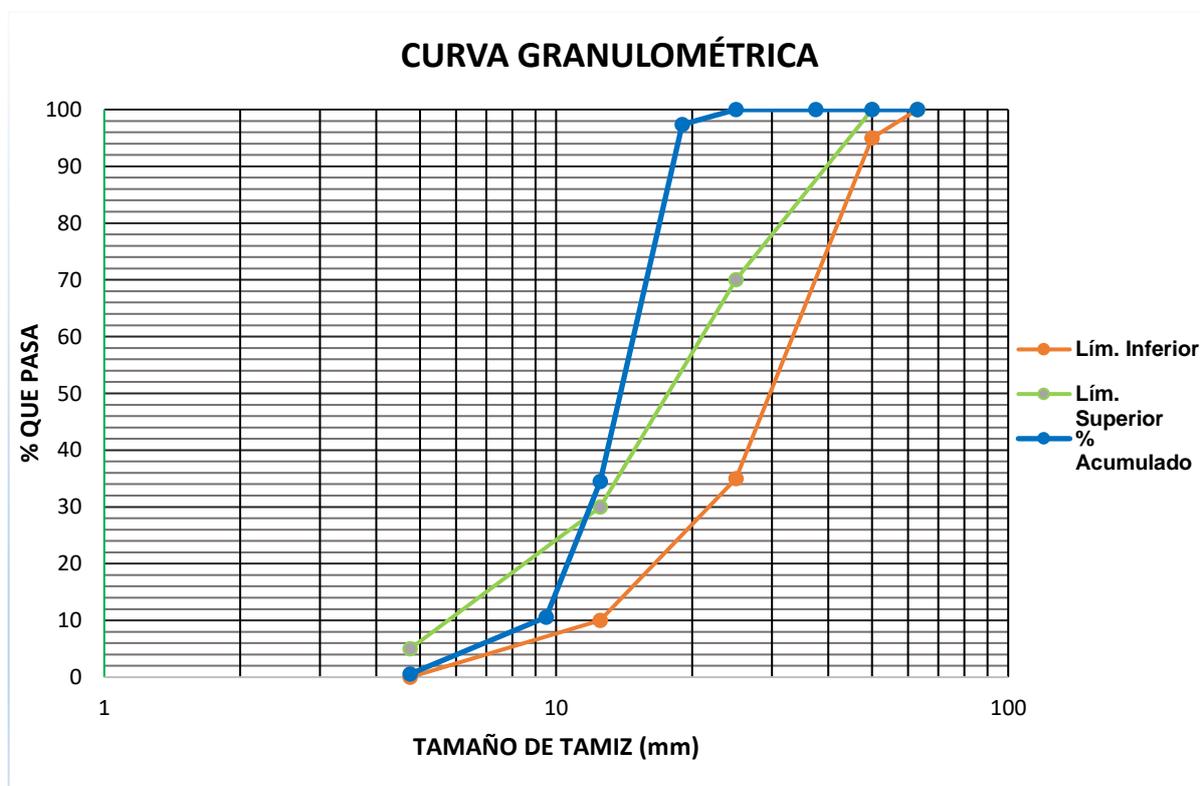
ANEXOS.

1. ANEXO DE TABLAS DE CÁLCULOS.

**MINA
RUMICHACA
AGREGADO
GRUESO**

Tabla. 10. Análisis Granulométrico agregado grueso

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK						
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO DE MINA						
ORIGEN:		Cantera Rumichaca				
PESO DE LA MUESTRA (gr) :		15562,0	PÉRDIDA DE MUESTRA %		0,00	
ENSAYADO POR:		Iván Chango	FECHA:		1/2/2022	
NORMA		INEN 696				
TAMIZ	ABERTUR A mm	RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LÍMITES QUE PASA
2 1/2"	63	0	0	0,0	100,0	100
2"	50	0,0	0,0	0,0	100,0	95
1 1/2"	37,5	0,0	0,0	0,0	100,0	0
1"	25	0,0	0,0	0,0	100,0	35
3/4"	19	413,0	413,0	2,7	97,3	0
1/2"	12,5	9781,0	10194,0	65,5	34,5	10
3/8"	9,5	3726,0	13920,0	89,4	10,6	0
# 4	4,75	1555,0	15475,0	99,4	0,6	0
Pasa # 4		87,0	15562,0	100,0	0,0	0
TOTAL		15562,0				
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL				3/4 "		



Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 11. Módulo de fineza del agregado grueso.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK					
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.					
MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO DE MINA					
ORIGEN:		Cantera Rumichaca			
PESO DE LA MUESTRA (gr) :		15562	PÉRDIDA DE MUESTRA %		0,00
ENSAYADO POR:		Iván Chang	FECHA:		1/2/2022
NORMA		INEN 696			
TAMIZ	ABERTURA mm	RETENIDO PARCIAL (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63	0	0	0,0	100
2"	50	0,0	0,0	0,0	100
1 1/2"	37,5	0,0	0,0	0,0	100
1"	25	0,0	0,0	0,0	100
3/4"	19	413,0	413,0	2,7	97
1/2"	12,5	9781,0	10194,0	65,5	34
3/8"	9,5	3726,0	13920,0	89,4	11
# 4	4,75	1555,0	15475,0	99,4	1
Modulo de finura :		6,57			

Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 12. Densidad suelta del agregado grueso, fino y natural.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK							
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.							
DENSIDAD APARENTE MENTE SUELTA DEL AGREGADO GRUESO, FINO, FINO NEGRA							
ORIGEN:	Cantera Rumichaca y sector Sacato						
ENSAYADO POR:	Iván Chango	FECHA:		2/2/2022			
NORMA	INEN 858						
MASA RECIPIENTE G. gr	8530,00						
MASA RECIPIENTE F. gr	5050,00						
AGREGADO	Medida del cilindro		Volumen cilindro cm3	Agregado + recipiente (g)	Agregado (g)	Peso unitario g/cm3	Peso unitario promedio g/cm3
	h (cm)	d (cm)					
GRUESO	24,10	23,0	9950	21545	13015	1,308	1,307
	24,10	23,0	9950	21510	12980	1,305	
	24,10	23,0	9950	21560	13030	1,310	
FINO	15,10	15,9	2980	9760	4710	1,580	1,594
	15,10	15,9	2980	9855	4805	1,612	
	15,10	15,9	2980	9790	4740	1,590	
FINO NEGRA	15,10	15,9	2980	8345	3295	1,106	1,102
	15,10	15,9	2980	8315	3265	1,096	
	15,10	15,9	2980	8345	3295	1,106	

Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 13. Densidad compactada del agregado grueso, fino y natural.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK							
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.							
DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DEL AGREGADO GRUESO, FINO, FINO NEGRA							
ORIGEN:	Cantera Rumichaca y sector Sacato						
ENSAYADO POR:	Iván Chango	FECHA:	2/2/2022				
NORMA	INEN 858						
MASA RECIPIENTE G. gr	8530,00						
MASA RECIPIENTE F. gr	5050,00						
AGREGADO	Medida del cilindro		Volumen cilindro cm3	Agregado + recipiente (g)	Agregado (g)	Peso unitario g/cm3	Peso unitario promedio g/cm3
	h (cm)	d (cm)					
GRUESO	24,10	23,0	9950	22565	14035,00	1,411	1,411
	24,10	23,0	9950	22475	13945,00	1,402	
	24,10	23,0	9950	22660	14130,00	1,420	
FINO	15,10	15,9	2980	10205	5155,00	1,730	1,736
	15,10	15,9	2980	10235	5185,00	1,740	
	15,10	15,9	2980	10230	5180,00	1,738	
FINO NEGRA	15,10	15,9	2980	8640	3590,00	1,205	1,203
	15,10	15,9	2980	8615	3565,00	1,196	
	15,10	15,9	2980	8655	3605,00	1,210	

Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 14. Peso específico del agregado grueso

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.			
PESO ESPECÍFICO AGREGADO GRUESO			
ORIGEN:	Cantera de Rumichaca		
ENSAYADO POR	Iván Chango	FECHA:	2/2/2022
NORMA	INEN 857		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Masa del ripio en SSS	2988	g
2	Masa del recipiente	1206	g
3	Masa del recipiente + ripio en SSS	4194	g
4	Masa de la canastilla sumergida en agua	1042	g
5	Masa del ripio en agua	1738	g
6	Masa de la canastilla + ripio sumergido en agua	2780	g
7	Densidad real del agua	1	g/cm3
8	Volumen real de la muestra	1250	cm3
9	Peso Específico	2,39	gr/cm3

Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 15. Abrasión del agregado grueso

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.			
RESISTENCIA AL DESGASTE - PRUEBA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES AGREGADO GRUESO			
ORIGEN:	Cantera Rumichaca		
ENSAYADO POR:	Iván Chango	FECHA:	2/2/2022
NORMA	INEN 860		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Masa de la muestra inicial	5001,00	g
2	Masa retenida en el tamiz # 12 después ensayo	3278,00	g
3	Masa que pasa el tamiz # 12	1723,00	g
4	% de Desgaste	34,453	%

Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 16. Capacidad de absorción del agregado grueso

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.			
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO			
ORIGEN:	Cantera Rumichaca		
ENSAYADO POR:	Iván Chango	FECHA:	2/2/2022
NORMA	INEN 857		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Masa en aire de la muestra S.S.S	2988,00	g
2	Masa en aire de la muestra seca horno	2911,00	g
3	Capacidad de Absorción	2,65	%

Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 17. Humedad del agregado grueso

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.			
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO			
ORIGEN:	Cantera Rumichaca		
ENSAYADO POR:	Iván Chango	FECHA:	2/2/2022
NORMA	INEN 862		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Masa de la muestra seca inicial	3000,00	g
2	Masa de la muestra seca final	2935,60	g
3	% HUMEDAD	2,19	%

Elaborado por: Iván Chango

MINA

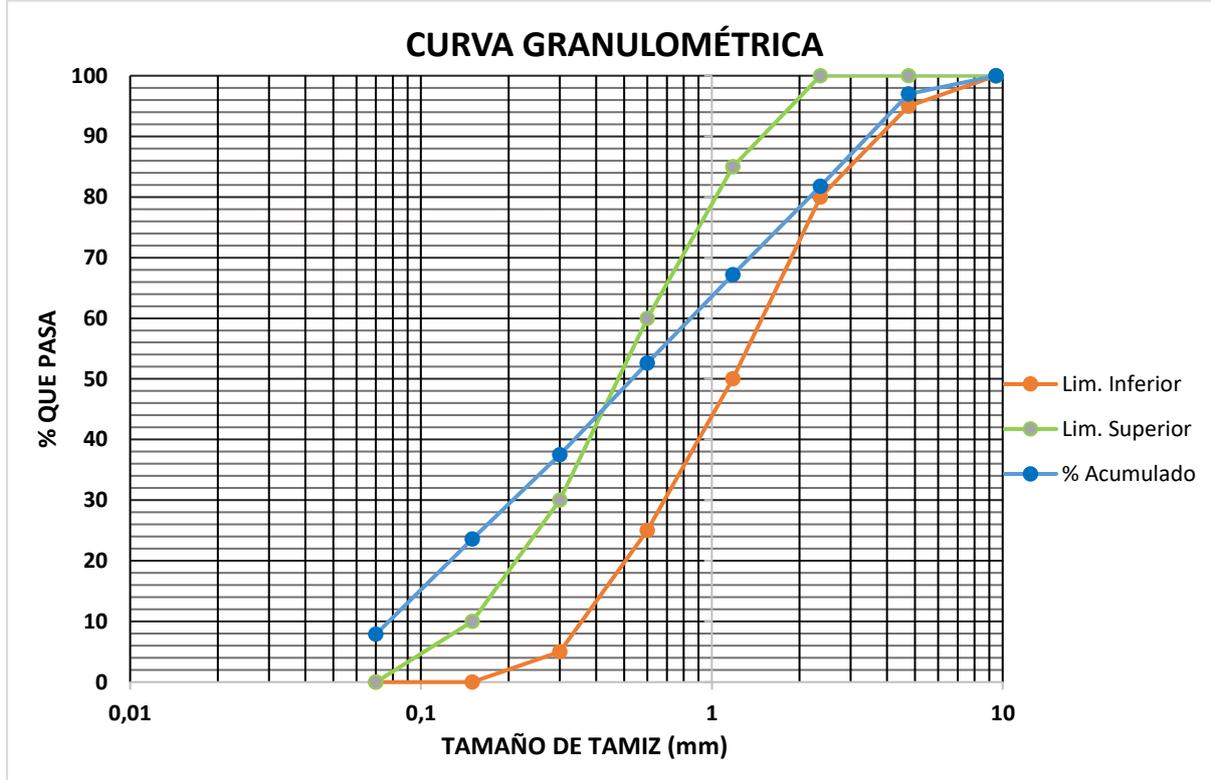
RUMICHACA

AGREGADO

FINO

Tabla. 18. Análisis granulométrico del agregado fino

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK						
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO DE MINA						
ORIGEN:		Cantera Rumichaca				
PESO DE LA MUESTRA (gr) :		972,6	PÉRDIDA DE MUESTRA %		0,00	
ENSAYADO POR:		Iván Chango	FECHA:		1/2/2022	
NORMA		INEN 696				
TAMIZ	ABERTURA mm	RETENIDO PARCIAL (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LÍMITES QUE PASA ASTM %
3/8"	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0	100
#4	4,75	28,7	28,7	3,0	97,0	95
#8	2,36	148,1	176,8	18,2	81,8	80
#16	1,18	142,0	318,8	32,8	67,2	50
#30	0,6	142,5	461,3	47,4	52,6	25
#50	0,3	146,4	607,7	62,5	37,5	5
#100	0,15	135,1	742,8	76,4	23,6	0
#200	0,07	152,6	895,4	92,1	7,9	0
BANDEJA		77,2	972,6	100,0	0,0	0
TOTAL		972,6				



Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 19. Módulo finura del agregado fino

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK					
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.					
MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO DE MINA					
ORIGEN:			Cantera Rumichaca		
PESO DE LA MUESTRA (gr) :		972,6	PÉRDIDA DE MUESTRA %	0,00	
ENSAYADO POR:		Iván Chang	FECHA:	1/2/2022	
NORMA		INEN 696			
TAMIZ	ABERTURA mm	RETENIDO PARCIAL (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8"	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0
#4	4,75	28,7	28,7	3,0	97,0
#8	2,36	148,1	176,8	18,2	81,8
#16	1,18	142,0	318,8	32,8	67,2
#30	0,6	142,5	461,3	47,4	52,6
#50	0,3	146,4	607,7	62,5	37,5
#100	0,15	135,1	742,8	76,4	23,6
Modulo de finura :		2,40			

Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 20. Peso específico del agregado fino.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.			
PESO ESPECÍFICO AGREGADO FINO			
ORIGEN:	Cantera de Rumichaca		
ENSAYADO POR	Iván Chango	FECHA:	2/2/2022
NORMA	INEN 856		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Masa del picnómetro	159,10	g
2	Masa de la arena en SSS	500,00	g
3	Masa del picnómetro + arena en SSS	659,10	g
4	Masa del picnómetro + arena en SSS + agua	969,80	g
5	Masa de agua añadida	310,70	g
6	Masa del picnómetro + 500 cc agua	642,80	g
7	Masa de 500 cc agua	483,70	cm3
8	Densidad del agua	0,97	gr/cm3
9	Masa del agua desalojada de la arena	173,00	
10	Volumen de agua desalojado	178,83	cm3
11	Peso Específico	2,80	gr/cm3

Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 21. Capacidad de absorción del agregado fino

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.			
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ARENA NEGRA			
ORIGEN:			
ENSAYADO POR:	Iván Chango	FECHA:	2/2/2022
NORMA	INEN 857		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Masa de la muestra S.S.S	500,00	g
2	Masa de la muestra seca horno	495,90	g
3	Capacidad de Absorción	0,83	%

Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 22. Humedad del agregado fino

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.			
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO			
ORIGEN:			
ENSAYADO POR:	Iván Chango	FECHA:	2/2/2022
NORMA	INEN 862		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Masa de la muestra seca inicial	3000,00	g
2	Masa de la muestra seca final	2956,50	g
3	% HUMEDAD	1,47	%

Elaborado por: Iván Chango

AGREGADO

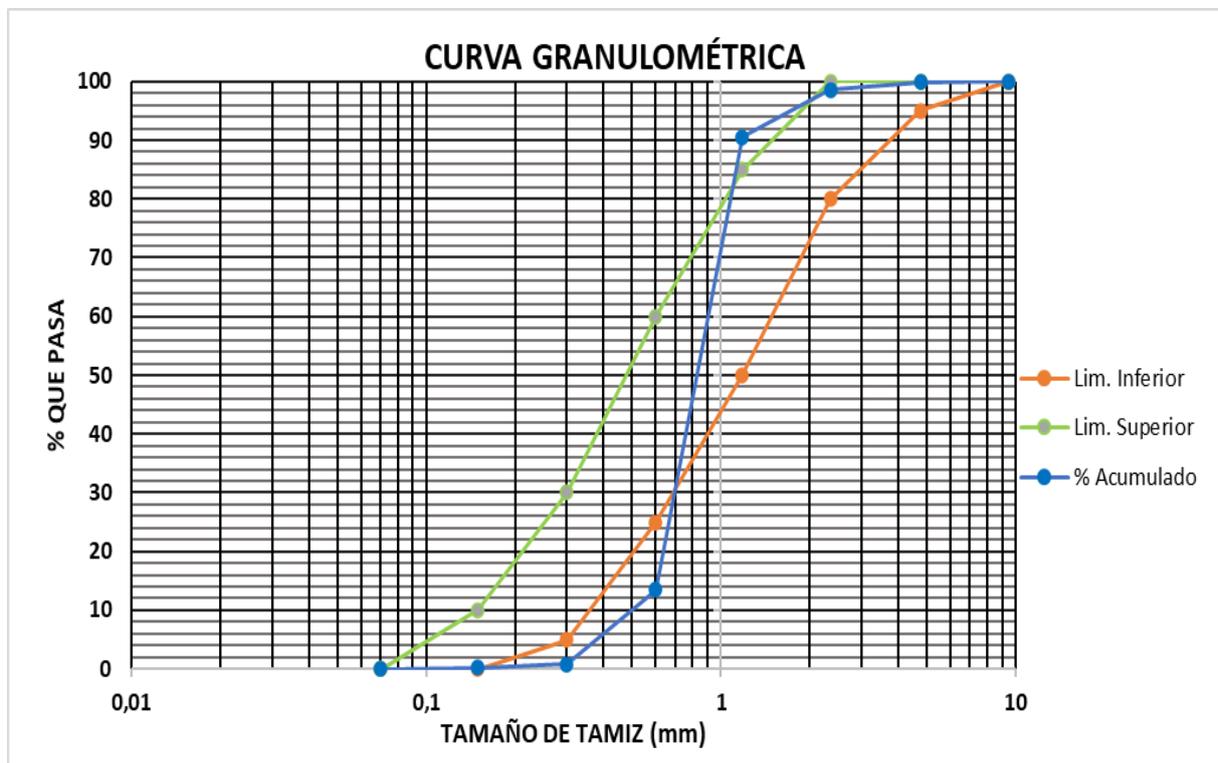
FINO

ARENA

NEGRA

Tabla. 23.Análisis granulométrico del agregado fino negro

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK						
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO DE ARENA NEGRA						
ORIGEN:		Cantera Rumichaca				
PESO DE LA MUESTRA (gr) :		997,9	PÉRDIDA DE MUESTRA %		0,00	
ENSAYADO POR:		Iván Chango	FECHA:		1/2/2022	
NORMA		INEN 696				
TAMIZ	ABERTURA mm	RETENIDO PARCIAL (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LÍMITES QUE PASA ASTM %
3/8"	9,5	0,00	0,00	0,00	100,00	100
#4	4,75	1,20	1,20	0,12	99,88	95
#8	2,36	13,18	14,38	1,44	98,56	80
#16	1,18	80,40	94,78	9,50	90,50	50
#30	0,6	768,18	862,96	86,48	13,52	25
#50	0,3	126,26	989,22	99,13	0,87	5
#100	0,15	7,04	996,26	99,84	0,16	0
#200	0,07	1,23	997,49	99,96	0,04	0
BANDEJA		0,41	997,90	100,00	0,00	0
TOTAL		997,9				



Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 24. Módulo fineza del agregado fino negro

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK					
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.					
MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO DE ARENA NEGRA					
ORIGEN:		Cantera Rumichaca			
PESO DE LA MUESTRA (gr) :		997,9	PÉRDIDA DE MUESTRA %	0,00	
ENSAYADO POR:		Iván Chango	FECHA:	1/2/2022	
NORMA		INEN 696			
TAMIZ	ABERTURA mm	RETENIDO PARCIAL (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8"	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0
#4	4,75	1,2	1,2	0,1	99,9
#8	2,36	13,2	14,4	1,4	98,6
#16	1,18	80,4	94,8	9,5	90,5
#30	0,6	768,2	863,0	86,5	13,5
#50	0,3	126,3	989,2	99,1	0,9
#100	0,15	7,0	996,3	99,8	0,2
Modulo de finura :		3,0			

Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 25. Peso específico del agregado fino negro

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.			
PESO ESPECÍFICO AGREGADO FINO ARENA NEGRA			
ORIGEN:	Cantera de Rumichaca		
ENSAYADO POR	Iván Chango	FECHA:	2/2/2022
NORMA	INEN 856		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Masa del picnómetro	148,00	g
2	Masa de la arena en SSS	500,00	g
3	Masa del picnómetro + arena en SSS	648,00	g
4	Masa del picnómetro + arena en SSS + agua	937,00	g
5	Masa de agua añadida	289,00	g
6	Masa del picnómetro + 500 cc agua	642,80	g
7	Masa de 500 cc agua	494,80	cm3
8	Densidad del agua	0,99	gr/cm3
9	Masa del agua desalojada de la arena	205,80	
10	Volumen de agua desalojado	207,96	cm3
11	Peso Específico	2,40	gr/cm3

Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 26. Abrasión del agregado fino negro

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.			
PRUEBA DE RESISTENCIA AL DESGASTE - PRUEBA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES AGREGADO FINO			
ORIGEN:			
ENSAYADO POR	Iván Chango	FECHA:	2/2/2022
NORMA	INEN 860		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Masa de la muestra inicial	5000,00	g
2	Masa retenida en el tamiz # 12 después ensa	4396,00	g
3	Masa que pasa el tamiz # 12	604,00	g
4	% de Desgaste	12,080	%

Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 27. Capacidad de absorción del agregado fino negro

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.			
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ARENA NEGRA			
ORIGEN:			
ENSAYADO POR:	Iván Chango	FECHA:	2/2/2022
NORMA	INEN 857		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Masa de la muestra S.S.S	500,00	g
2	Masa de la muestra seca horno	456,90	g
3	Capacidad de Absorción	9,43	%

Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 28. Humedad del agregado fino negro

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.			
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO NEGRO			
ORIGEN:			
ENSAYADO POR:	Iván Chango	FECHA:	2/2/2022
NORMA	INEN 862		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Masa de la muestra seca inicial	3000,00	g
2	Masa de la muestra seca final	2966,70	g
3	% HUMEDAD	1,12	%

Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 29. Densidad del cemento

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.			
DENSIDAD REAL DEL CEMENTO CON EL FRASCO DE LECHATÉLIER			
ORIGEN:			
ENSAYADO POR:	Iván Chango	FECHA:	2/2/2022
NORMA	INEN 156		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Masa del cemento	64,00	gr
2	Volúmen desplazado de la gasolina frasco Chatelier	22,80	cm3
3	Densidad del cemento	2,8	g/cm3

Elaborado por: Iván Chango

RESUMEN DE DATOS DE LOS ENSAYOS.

Tabla. 30. Resumen de datos.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK		
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
DISEÑO DE UN HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 UTILIZANDO LOS AGREGADOS FINOS DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO.		
RESUMEN DE RESULTADOS		
ENSAYADO POR:	Iván Chango	FECHA: 2/2/2022
AGREGADO GRUESO MINA		
ENSAYOS	UNIDAD	RESULTADO
Módulo de Finura	-	6,57
Abrasión	%	34,45
Peso Específico	gr/cm3	2,39
Densidad suelta	gr/cm3	1,31
Densidad compactada	gr/cm3	1,41
Capacidad de Absorción	%	2,65
% Humedad	%	2,19
AGREGADO FINO MINA		
ENSAYOS	UNIDAD	RESULTADO
Módulo de Finura	-	2,40
Abrasión	%	-
Peso Específico	gr/cm3	2,80
Densidad suelta	gr/cm3	1,59
Densidad compactada	gr/cm3	1,74
Capacidad de Absorción	%	0,83
% Humedad	%	1,47
AGREGADO FINO ARENA NEGRA		
ENSAYOS	UNIDAD	RESULTADO
Módulo de Finura	-	3,00
Abrasión	%	12,08
Peso Específico	gr/cm3	2,40
Densidad suelta	gr/cm3	1,10
Densidad compactada	gr/cm3	1,20
Capacidad de Absorción	%	9,43
% Humedad	%	1,12
CEMENTO HOLCIM		
ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO
Densidad del cemento	g/cm3	2,81

Elaborado por: Iván Chango

Tabla. 31. Volumen de agua.

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Agua en l/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154

Fuente: Artículo académico, métodos de mezclas de hormigón, ACI 211, 2002.

Tabla. 32. Aire contenido.

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	Aire atrapado
3/8"	3.0 %
1/2"	2.5 %
3/4"	2.0 %
1"	1.5 %
1 1/2"	1.0 %
2"	0.5 %
3"	0.3 %
4"	0.2 %

Fuente: Artículo académico, métodos de mezclas de hormigón, ACI 211, 2002.

Tabla. 33. Módulo de finura de agregados.

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS

Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos/metros cúbicos indicados.				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso	6	7	8	9
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

Fuente: Artículo académico, métodos de mezclas de hormigón, ACI 211, 2002.

Tabla. 34. Peso del agregado grueso por volumen concreto.

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino. (b/bo)				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Artículo académico, métodos de mezclas de hormigón, ACI 211, 2002.

Tabla. 35. Relación Agua/Cemento

RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

F'c (kg/cm 2)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43
450	0.38

Fuente: Artículo académico, métodos de mezclas de hormigón, ACI 211, 2002.

Tabla. 36. Contenido de aire incorporado

CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO Y TOTAL

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Contenido de aire de total (%)		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4.5 %	6.0 %	7.5 %
1/2"	4.0 %	5.5 %	7.0 %
3/4"	3.5 %	5.0 %	6.5 %
1"	3.0 %	4.5 %	6.0 %
1 1/2"	2.5 %	4.5 %	5.5 %
2"	2.0 %	4.0 %	5.0 %
3"	1.5 %	3.5 %	4.5 %
6"	1.0 %	3.0 %	4.0 %

Fuente: Artículo académico, métodos de mezclas de hormigón, ACI 211, 2002.

Tabla. 37. Condiciones de exposición

CONTENIDO ESPECIALES DE EXPOSICION

Condiciones de exposición	Relación W/C máxima, en concretos con agregados de peso normal	Resistencia en compresión mínima en concretos con agregados livianos
Concreto de baja permeabilidad (a) Expuesto a agua dulce..... (b) Expuesto a aguas de mar o aguas solubles (c) Expuesto a la acción de aguas cloacales.....	0.50 0.45 0.45	2.60
Concretos expuestos a procesos de congelación y deshielo en condiciones húmedas (a) Cunetas, secciones delgadas..... (b) Otros elementos.....	0.45 0.50	300
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salubres, neblina o rocío de estas aguas Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm	0.40 0.45	325 300

La resistencia debera ser menor de 245 kg/cm² por razones de durabilidad.

Fuente: Artículo académico, métodos de mezclas de hormigón, ACI 211, 2002.

Tabla. 38. Volumen unitario de agua

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Tamaño Máximo Nominal	Volumen unitario de agua, en Lt/m3					
	Slump: 1" a 2"		Slump: 3" a 4"		Slump: 6" a 7"	
	Agregado Recomendado	Agregado Angular	Agregado Recomendado	Agregado angular	Agregado Recomendado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

Fuente: Artículo académico, métodos de mezclas de hormigón, ACI 211, 2002.

Tabla. 39. Porcentaje del agregado fino

PORCENTAJE DE AGREGADO FINO								
Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Agregado Recomendado				Agregado Angular			
	Factor cemento expresado en sacos por m3				Factor cemento expresado en sacos por m3			
	5	6	7	8	5	6	7	8
Agregado Fino - Módulo de Fineza de 2.3 A 2.4								
3/8"	60	57	54	51	69	65	61	58
1/2"	49	46	43	40	57	54	51	48
3/4"	41	38	35	33	48	45	43	41
1"	40	37	34	32	47	44	42	40
1 1/2"	37	34	32	30	44	41	39	37
2"	36	33	31	29	43	40	38	36
Agregado Fino - Módulo de Fineza de 2.6 A 2.7								
3/8"	66	62	59	56	75	71	67	64
1/2"	53	50	47	44	61	58	55	53
3/4"	44	41	38	36	51	48	46	44
1"	42	39	37	35	49	46	44	42
1 1/2"	40	37	35	33	47	44	42	40
2"	37	35	33	32	45	42	40	38
Agregado Fino - Módulo de Fineza de 3.0 A 3.1								
3/8"	74	70	66	62	84	80	76	73
1/2"	59	56	53	40	70	66	62	59
3/4"	49	46	43	40	57	54	51	48
1"	47	44	41	38	55	52	49	46
1 1/2"	44	41	38	36	52	49	46	44
2"	42	38	36	34	49	46	44	42

Fuente: Artículo académico, métodos de mezclas de hormigón, ACI 211, 2002.

2. ANEXO DE IMÁGENES DE AGRAGADOS.

Imagen 16. Recolección del agregado grueso



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 17. Recolección del agregado fino



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 18. Recolección de la arena negra



Elaborado por: Chango Iván

3. ANEXO DE IMÁGENES DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

Imagen 19. Ensayo de densidad suelta y compactada del ripio



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 20. Ensayo de densidad suelta y compactada de la arena de mina.



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 21. Ensayo de densidad suelta y compactada de la arena de mina.



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 22. Ensayo de abrasión del ripio y arena negra.



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 23. Ensayo de gravedad específica de la arena de mina.



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 24. Ensayo de gravedad específica de la arena negra.



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 25. Densidad del cemento.



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 26. Análisis Granulométrico fino.



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 27. Análisis granulométrico grueso.



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 28. Ensayo de abrasión de arena negra.



Elaborado por: Chango Iván

4. ANEXO DE IMÁGENES DISEÑO DE CILINDROS DE HORMIGÓN.

Imagen 29. Lubricado de los cilindros con aceite.



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 30. Preparación de la mezcla.



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 31. Medición del asentamiento.



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 32. Elaboración de probetas de hormigón.



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 33. Elaboración de probetas de hormigón.



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 34. Curado de cilindros.



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 35. Ensayo a compresión de los cilindros.



Elaborado por: Chango Iván

Imagen 36. Datos obtenidos de la rotura.

Resultados(Lote)			
Nombre	Max. Fuerza	Max. Esfuerzo axial	Max. Tiempo
Parametro	Calc. at Entre Areas	Calc. at Entre Areas	Calc. at Entre Areas
Acep./Rech.			
Unidad	kN	MPa	seg
Inprimir	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1 1	<input checked="" type="checkbox"/> 250	14.1	57.4600
1 2	<input checked="" type="checkbox"/> 255	14.4	58.3800
1 3	<input checked="" type="checkbox"/> 243	13.8	54.3400
1 4	<input checked="" type="checkbox"/> 241	13.6	55.3600
1 5	<input type="checkbox"/>		
Media	247.25	13.975	56.3850
Desviacion Estandar	6.44851	0.35000	1.85906
Rango	14.0000	0.80000	4.04000

Elaborado por: Chango Iván