



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO
AGREGADOS DE LA CANTERA VEGA RIVERA Y CEMENTO HOLCIM
FUERTE TIPO GU

HIDALGO SILVERIO OMAR RAUL
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA
UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA VEGA RIVERA Y
CEMENTO HOLCIM FUERTE TIPO GU

HIDALGO SILVERIO OMAR RAUL
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO TITULACIÓN
PROYECTO TÉCNICO

DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO AGREGADOS
DE LA CANTERA VEGA RIVERA Y CEMENTO HOLCIM FUERTE TIPO GU

HIDALGO SILVERIO OMAR RAUL
INGENIERO CIVIL

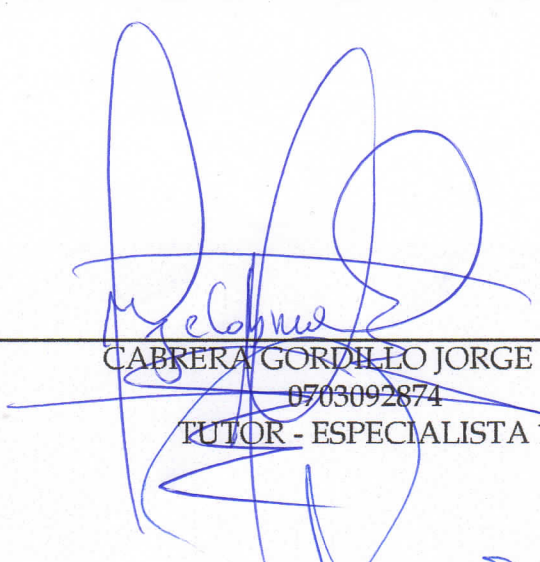
CABRERA GORDILLO JORGE PAUL

MACHALA, 11 DE SEPTIEMBRE DE 2018

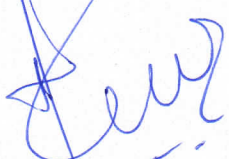
MACHALA
2018

Nota de aceptación:

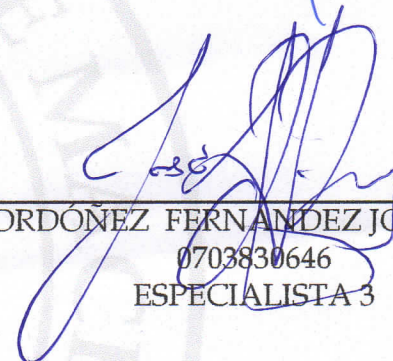
Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA VEGA RIVERA Y CEMENTO HOLCIM FUERTE TIPO GU, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



CABRERA GORDILLO JORGE PAUL
0703092874
TUTOR - ESPECIALISTA 1



CARRION ROMERO LEYDEN OSWALDO
0703989962
ESPECIALISTA 2



ORDÓÑEZ FERNÁNDEZ JOSÉ LUIS
0703830646
ESPECIALISTA 3

Machala, 11 de septiembre de 2018

Urkund Analysis Result

Analysed Document: TITULACION-HIDALGO SILVERIO.docx (D41000092)
Submitted: 8/27/2018 8:20:00 PM
Submitted By: jcabrera@utmachala.edu.ec
Significance: 5 %

Sources included in the report:

Caiza-Luje.docx (D15061456)
1471322320_707__PROYECTO%252BHORMIG%2525C3%252593N.docx (D21415578)
10-02-15Tesis Diseu00F1o de hormigu00F3n con cantos rodados provenientes del ru00EDo Chanchan 2.docx (D13194207)
<https://www.slideshare.net/dens15tas/estudio-tecnologico-de-los-agregados-fino-y-grueso>
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3022/1/T-UCE-0011-140.pdf>

Instances where selected sources appear:

10

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, HIDALGO SILVERIO OMAR RAUL, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA VEGA RIVERA Y CEMENTO HOLCIM FUERTE TIPO GU, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 11 de septiembre de 2018



HIDALGO SILVERIO OMAR RAUL
1725987273

DEDICATORIA

Dedico este presente trabajo de titulación a mis padres porque ellos han sido el principal motor para seguir adelante sin importar las adversidades, a más de ser mi inspiración para seguir luchando por un propósito que me llena de mucha satisfacción como lo es el de obtener mi título de tercer nivel.

A mi persona por tener la capacidad de luchar por lo anhelado, sabiendo que nada es imposible mientras uno se lo proponga manteniendo en pie firme el interés y confianza en uno mismo de la mano de nuestro Señor y no decaer ni por el más mínimo obstáculo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por darme la fuerza, la valentía, la capacidad de poder salir adelante, de igual manera agradezco infinitamente a mis queridos padres Omar Hidalgo y Olga Silverio, que con el apoyo incondicional que me han brindado y los buenos consejos me han servido de mucha ayuda para luchar por mis sueños y saber que no todos los sueños se quedan plasmados en nuestra mente sino que también somos capaces de hacerlos realidad, tuvimos muchas caídas pero siempre nos hemos levantado con más ambición de luchar por las cosas que nos merecemos por eso mis gracias totales a mis queridos padres que de una u otra manera influyeron mucho en mi carrera universitaria.

También agradezco al Ing. Paul Cabrera que en calidad de tutor de mi proyecto me brindó su apoyo y una buena asesoría que me ha permitido culminar este proyecto con éxito.

A mis compañeros Robinson Jiménez y Darío Armijos que gracias a ellos pude realizar mi trabajo, pese a que tuve un problema de salud el cual no fue impedimento para culminar este proyecto, ellos estuvieron presentes dando un gesto de apoyo sincero.

A la Unidad Académica de Ingeniería Civil en conjunto con los docentes que impartieron sus conocimientos día a día en el aula del saber.

Gracias por todo.

RESUMEN

El hormigón de alta resistencia tiene una gran aceptación en la construcción de obras civiles a nivel mundial, por lo tanto, la industria de la construcción ha ido evolucionando junto con los avances tecnológicos. En el Ecuador las exigencias de infraestructuras como vías de alto tránsito vehicular que requieren un uso temprano de servicio por lo que el uso del hormigón de alta resistencia sea más frecuente.

Actualmente el desarrollo urbanístico de la ciudad de Machala ha presentado un aumento considerable, por lo que es evidente el uso constante de hormigones de buena calidad y alta resistencia para garantizar que estas obras perduren el tiempo para lo que fueron diseñados.

La necesidad de obtener un hormigón de calidad hace indispensable conocer las propiedades físicas y mecánicas de los agregados finos y gruesos ya que la resistencia y durabilidad del hormigón está en función de ellos, por lo que se realizaron los respectivos ensayos de laboratorio.

El presente proyecto técnico tiene la finalidad de diseñar hormigones de alta resistencia mediante la variación de la relación agua/cemento para obtener las dosificaciones de diseño con los materiales pétreos provenientes de la cantera Vega Rivera del río San Agustín del cantón Santa Rosa, Provincia del Oro y la utilización del cemento Holcim Fuerte Tipo GU.

El objeto principal del proyecto técnico es encontrar la dosificación adecuada para obtener la resistencia requerida (f'_{cr}) en base a una resistencia especificada (f'_{c}), para lo cual se plantea aplicar la metodología del ACI para calcular las cantidades de materiales para el diseño de Hormigones y además se realizará el ensayo de consistencia del cemento para obtener la relación agua/cemento y obtener una relación inicial para comenzar con el diseño.

El ACI siendo una organización líder en manejo y práctica del concreto, presenta un método para diseñar hormigones basando en principio fundamental que es la relación agua/cemento obtenida mediante en ensayo de consistencia del cemento, anexando las propiedades físicas y mecánicas de los agregados como su granulometría, densidad, capacidad de absorción, peso volumétrico suelto y compactado.

Las estructuras esenciales tales como hospitales, universidades, colegios, y otros son sistemas que aglomeran una gran cantidad de exigencias para su diseño, por lo que se

requerirá que los elementos estructurales puedan soportar cargas y que los hormigones sean de alta resistencia a la compresión.

Para el diseño de hormigones los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados finos y grueso se realizaron en base a la Norma NTE INEN donde se desglosan cada uno de los procedimientos para realizarlos de una manera correcta.

Con los resultados de los ensayos de los agregados y la relación agua/cemento 0.30 y el tamaño de agregado 3/4 se obtuvo una dosificación que garantizara el mayor valor de resistencia a la compresión, considerando que este diseño sea factible.

Se realizó un análisis de precio unitario por cada resistencia para realizar una comparación de cada una de las distintas dosificaciones, una programación de obras que nos permita realizar un buen control y ejecución del proyecto.

Palabras Claves: Hormigón de alta resistencia, Resistencia a la compresión, Elementos estructurales, Agregados.

ABSTRACT

The high-strength concrete has a great acceptance in the construction of civil works worldwide, therefore, the construction industry has evolved along with technological advances. In Ecuador the requirements of infrastructures such as high traffic vehicles that require an early use of service so the use of high resistance concrete is more frequent.

Currently the urban development of the city of Machala has presented a considerable increase, so it is evident the constant use of good quality concrete and high strength to ensure that these works last the time for what they were designed.

The need to obtain a quality concrete makes it essential to know the physical and mechanical properties of the fine and coarse aggregates since the strength and durability of the concrete is in function of them, so the respective tests were carried out Laboratory.

This technical project is designed to design high-strength concretes by varying the water/cement ratio to obtain the design dosages with the stone materials from the Vega Rivera del Rio San Agustín Quarry. Of the Canton Santa Rosa, Province of gold and the use of the HOLCIM cement strong type GU.

The main object of the technical project is to find the appropriate dosage to obtain the required resistance (f'_{cr}) based on a specified resistance (f'_c), for which it is proposed to apply the methodology of the ACI to calculate the quantities of materials For the design of concrete and also will perform the cement consistency test to obtain the water/cement relationship and obtain an initial relationship to begin with the design.

The ACI being a leading organization in the management and practice of concrete, presents a method for designing concretes basing on fundamental principle that is the water/cement ratio obtained by means of a cement consistency test, annexing the properties Physical and mechanical aggregates as their size, density, absorption capacity, volumetric weight loose and compacted.

The essential structures such as hospitals, universities, schools, and others are systems that agglomerate a lot of requirements for their design, so it will be required that the structural elements can withstand loads and that the concretes are high Compressive strength.

For the design of concretes the tests of the physical and mechanical properties of the fine and coarse aggregates were made based on the NTE INEN where each of the procedures are broken down in order to perform them in a correct way.

With the results of the aggregate tests and the water/cement ratio 0.30 and the aggregate size 3/4, a dosage was obtained to guarantee the highest compression resistance value, considering that this design is feasible.

A unit price analysis was carried out for each resistance to make a comparison of each of the different dosages, a programming of works that allows us to perform a good control and execution of the project.

Key words: High strength concrete, compressive strength, structural elements, aggregates.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO

CUBIERTA.....	I
PORTADA.....	II
CONTRAPORTADA.....	III
PAGINA DE ACEPTACION.....	IV
REPORTE DE PREVENCION DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	V
CLAUSULA DE CESION DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL	VI
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	XI
ÍNDICE GENERAL	XIII
INDICE DE TABLAS	XVII
INDICE DE FIGURAS	XIX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Contextualización y descripción del proyecto	2
1.2 Objetivos del Proyecto	2
1.2.1 Objetivo General.....	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Justificación del Problema.....	3
Capítulo II.....	4
Estudios de factibilidad de la alternativa de solución adoptada	4
2.1 Estudios de ingeniería para la definición de alternativas de solución y sus escenarios.	4
2.1.1 Componentes del Hormigón.....	4
2.1.1.1 Cemento Portland	4
2.1.1.2 Agregados.....	4
2.1.1.3 Agua.....	5

2.1.2 Propiedades del Hormigón	5
2.1.2.1 Trabajabilidad	5
2.1.2.2 Durabilidad	5
2.1.2.3 Resistencia a la compresión	6
2.1.3 Curado del Hormigón.....	6
2.2 Selección de Materiales.....	6
2.2.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio	7
2.2.2 Características de la zona.....	7
2.2.4 Explotación de los agregados	7
2.2.3 Ubicación del campamento “PEDREGAL”	8
2.2.5 Trituración y Clasificación del Material Procesado	9
2.3 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DEL SECTOR RIO SAN AGUSTÍN DE LA CANTERA VEGA RIVERA.	9
2.3.1 Granulometría	9
2.3.2 Granulometría de Árido Grueso.....	9
2.3.3 Granulometría Árido Fino.....	11
2.3.4 Ensayo de Desgaste de los materiales mediante el uso de la máquina de los Ángeles.	13
2.3.5 Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción.	15
2.3.6 Determinación del Peso volumétrico suelto y compactado.	19
2.4 Propiedades físicas y mecánicas del cemento Holcim Fuerte Tipo GU	21
2.4.1 Densidad del Cemento.....	21
2.4.2 Consistencia normal del cemento Holcim Fuerte Tipo GU.....	22
2.5 Estudio de Prefactibilidad.....	23
2.6 Factibilidad.....	23
2.7 Identificación de la alternativa de solución viable para su diseño.	24
Viabilidad técnica.....	24

Viabilidad social	24
CAPITULO III	25
DISEÑO DEFINITIVO DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCION.....	25
3.1 Concepción del Prototipo.	25
3.1.1 Fundamentacion teorica de la propuesta	25
3.1.1.1 Elaboración de las probetas cilíndricas de hormigón.....	25
3.1.1.2 Identificación de las probetas cilíndricas de hormigón.....	25
3.1.1.3 Preparación de las probetas cilíndricas.....	26
3.1.1.4 Curado de las probetas cilíndricas	27
3.1.1.5 Ensayo de compresión.....	28
3.2 Diseño de Mezclas	28
3.2.1 Método del ACI 211.1	28
3.2.1.1 Relación Agua/Cemento	28
3.2.1.2 Elección del revenimiento.....	29
3.2.1.3 Volumen de agregado grueso por unidad de concreto.....	29
3.2.1.4 Selección del tamaño máximo del agregado.....	30
3.2.1.5 Cálculo del agua de mezclado y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos de los agregados.	30
3.3 Memoria Técnica.	31
3.3.1 Diseño de hormigón método ACI para un $F'c= 400 \text{ kg/cm}^2$ utilizando tamaño de piedra 3/4	31
Diseño del Hormigón 400 Kg/Cm ²	35
Diseño del Hormigón 350 Kg/Cm ²	37
Diseño del Hormigón 300 Kg/Cm ²	39
Diseño del Hormigón 280 Kg/Cm ²	41
3.4 Ensayos de compresión	43
3.4 Análisis de Precios Unitarios	47
3.6 Programación de Obras.....	49

CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXOS	56
ANEXO1: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO HOLCIM FUERTE TIPO GU.....	56
ANEXO 2. TABLA DE RESISTENCIAS F'C, DE ACUERDO CON LOS DISTINTOS TAMAÑO DE AGREGADOS Y COMBINACIONES DE LOS MISMO.....	59
ANEXO 3. ENSAYOS DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO	60
ANEXO 4. ENSAYOS DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO.....	62
ANEXO 5. DESGASTE DE LOS MATERIALES	64
ANEXO 6. GRAVEDAD ESPECÍFICA Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS.....	65
ANEXO 7. ENSAYO DE PESOS VOLUMETRICOS SUELTOS Y COMPACTADOS	67
ANEXO 8. DENSIDAD DEL CEMENTO.....	70
ANEXO 9. CONSISTENCIA DEL CEMENTO	71
ANEXO 10. FOTOGRAFÍAS	72

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas del campamento "PEDREGAL"	8
Tabla 2. Tamaño de la muestra para ensayo del árido grueso.	10
Tabla 3: granulometría agregado $\frac{3}{4}$	10
Tabla 4: granulometría agregado $\frac{3}{8}$	11
Tabla 5: Requisitos para el árido fino	11
Tabla 6: Granulometría de la arena.....	12
Tabla 7: Granulometría de polvo de piedra	12
Tabla 9. Especificaciones para la carga.	13
Tabla 8. Gradación de las muestras de ensayo.....	13
Tabla 10: Desgaste del agregado $\frac{3}{4}$	14
Tabla 11: Desgaste del material $\frac{3}{8}$	14
Tabla 12: Masa mínima de la muestra de ensayo	15
Tabla 13: Densidad del agregado $\frac{3}{4}$	18
Tabla 14: Densidad del agregado $\frac{3}{8}$	18
Tabla 15: Densidad del agregado del polvo de piedra.....	19
Tabla 16: Densidad de la Arena	19
Tabla 17: Peso volumétrico suelto del agregado $\frac{3}{4}$	20
Tabla 18: Peso volumétrico suelto del agregado $\frac{3}{8}$	20
Tabla 19: Peso volumétrico suelto del agregado de polvo de piedra	20
Tabla 20: Peso volumétrico suelto del agregado de la arena	20
Tabla 21: Peso volumétrico compactado del agregado $\frac{3}{4}$	21
Tabla 22: Peso volumétrico compactado del agregado $\frac{3}{8}$	21

Tabla 23: Densidad del cemento Holcim Tipo GU	22
Tabla 24: Consistencia del cemento Holcim tipo GU	23
Tabla 25: relación agua/cemento y su resistencia correspondiente	29
Tabla 26: Asentamiento de cono de Abrams recomendados para diversos tipos de construcción	29
Tabla 27: Volumen por unidad de concreto	29
Tabla 28: Tamaño máximo recomendado (cm) en función de dimensión mínima de la sección.....	30
Tabla 29: Agua en kg/m ³ según tamaño de agregado y del revenimiento.....	30
Tabla 30: Esfuerzo promedio requerido a compresión	31
Tabla 31: Propiedades del agregado grueso	32
Tabla 32: Propiedades del agregado fino	32

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cemento Holcim Fuerte Tipo GU	4
Figura 2. Resistencia del hormigón a la compresión simple.	6
Figura 3 Ubicación geográfica de la zona de estudio.	7
Figura.4 Campamento “El Pedregal”	8
Figura 5. Campamento PEDREGAL	8
Figura 6. Probetas cilíndricas	25
Figura 7. Identificación de las probetas de hormigón.....	26
Figura 8. Identificación de las probetas de hormigón.....	27
Figura 9. Curado por Inmersión.....	27
Figura 10. Ensayo a compresión	28
Figura 11: Programación de obras de diseño de hormigón de alta resistencia	49
Figura 12: Diagrama de Barras	49

INTRODUCCIÓN

“El hormigón es ampliamente considerado como el mejor descubrimiento en la historia del desarrollo humano y la calidad de vida”[1], “siendo un material de construcción formado básicamente por la combinación de agregados (finos y gruesos), cemento y agua; en algunos casos se incorpora aditivos para mejorar, cambiar o propiciar nuevas propiedades. Desde el punto de vista tecnológico es muy complejo por la diversidad de componentes y la dificultad para alcanzar las propiedades que demanda el diseño”[2]. Al tener cualidades tales como su costo, disponibilidad de su materia prima ya que para su fabricación se requiere un gran volumen de ella, sus características físicas y mecánicas, además de poseer propiedades como la trabajabilidad y durabilidad han sido motivo para que la mayoría de los códigos o normas estén basados en su utilización[3].

En los últimos diez años, la construcción sostenible se basa en una variedad de proyectos de ingeniería a nivel mundial, por lo que la búsqueda de materiales que nos proporcionen proyectos de una larga vida útil, por lo que se ha considerado el uso de hormigones de alta resistencia [4].

La creciente demanda en la construcción en nuestro país ha propiciado la necesidad de investigación de hormigones de alta resistencia debido a sus grandes ventajas con respecto a un hormigón convencional, de igual manera sucede con los agregados pétreos, que se busca obtener la mejor calidad de estos materiales con el fin de obtener un hormigón de buena calidad y alta resistencia.

Actualmente en la provincia el Oro se desarrollan proyectos viales debido al incremento notable del flujo vehicular, estructuras esenciales que requieren el uso de hormigones de alta resistencia.

Un hormigón de alta resistencia se compone básicamente de los mismos materiales que un hormigón convencional, con la única diferencia que un HAR por lo general usa relaciones de agua/cementos menores a 0.4, debido a esta baja relación presenta no solo una alta resistencia, sino que también adquiere una propiedad como es la durabilidad. Esta última propiedad es de gran importancia para el diseño de grandes estructuras a largo plazo en medio de ambientes agresivos[5].

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Contextualización y descripción del proyecto

En los últimos años el hormigón de alta resistencia a logrado obtener una gran aceptación en la construcción de obras civiles a nivel mundial, su desarrollo ha sido progresivo, ya que se obtiene una alta resistencia a edades tempranas[6]. Por lo tanto en la industria de la construcción, el diseño del hormigón en estructuras ha ido evolucionando junto con los avances tecnológicos con el objetivo de incrementar la libertad de diseño de obras [7].

En el Ecuador las exigencias de infraestructuras como vías con un alto índice de tránsito vehicular que requieren un uso temprano de servicio y elementos estructurales cada vez más esbeltos han hecho que el uso del hormigón de alta resistencia sea más frecuente [8].

La necesidad de obtener un hormigón de calidad hace indispensable conocer las propiedades mecánicas de los agregados pétreos ya que la resistencia y durabilidad del hormigón está en función de ellos [9].

Los agregados representan en un gran porcentaje del volumen de la mezcla de hormigón, por lo tanto el hormigón como material compuesto, su comportamiento mecánico depende de la calidad de sus componentes[10].

1.2 Objetivos del Proyecto

1.2.1 Objetivo General

- Diseñar hormigones de alta resistencia mediante la variación de la relación agua/cemento para obtener las dosificaciones de diseño con los materiales pétreos provenientes de la cantera Vega Rivera del rio San Agustín del cantón Santa Rosa.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas y mecánica de los materiales que se emplean para la elaboración de hormigones mediante ensayos de laboratorio.
- Mediante el ensayo de consistencia del cemento encontrar la relación agua/cemento.

- Aplicar la metodología del ACI para calcular las cantidades de materiales para el diseño de Hormigones de Alta Resistencia.

1.3 Justificación del Problema

Las estructuras esenciales son sistemas complejos que a la vez son vulnerables a la acción destructiva de los sismos[11], por lo que se requerirá que los elementos estructurales puedan soportar cargas a compresión y que los hormigones sean de buena calidad y de alta resistencia.

El presente proyecto tiene la finalidad de conocer las propiedades físicas y mecánicas de los agregados del campamento del Concejo Provincial llamado “El Pedregal” provenientes de la cantera Vega Rivera del rio San Agustín del cantón Santa Rosa, y de esta forma determinar si los materiales cumplen con las normas establecidas para la elaboración de hormigones.

La relación agua/cemento optima influye mucho en la resistencia de los hormigones, por lo que se comprobara la resistencia a compresión con diferentes relaciones de agua/cemento y combinaciones de diferentes tamaños de los agregados tanto finos como gruesos, con el fin de obtener una combinación adecuada para que sea considerado un hormigón de alta resistencia.

CAPÍTULO II

ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN ADOPTADA

2.1 Estudios de ingeniería para la definición de alternativas de solución y sus escenarios.

En el Ecuador, el hormigón de alta resistencia es un material poco estudiado y su producción es casi nula, por consiguiente, el desarrollo y crecimiento de las ciudades surge la necesidad de construir edificios de gran altura optimizando así el espacio disponible, pero esto no sería posible sin el empleo de Hormigones de alta resistencia.

2.1.1 Componentes del Hormigón

2.1.1.1 Cemento Portland

“El cemento portland es una de las materias primas esencial para la producción de hormigón [12]”. Es un cemento hidráulico producido por pulverización de Clinker, que consiste esencialmente de silicatos cálcicos [13], por tal motivo es el principal material cementante usado en la construcción a día de hoy.

Para la realización del proyecto se utilizó el cemento Holcim Fuerte Tipo GU, este tipo de cemento está diseñado para todo tipo de obra civil por su resistencia, trabajabilidad y durabilidad. Cumpliendo así los estándares de la norma NTE INEN 2380 [14].



Figura 1. Cemento Holcim Fuerte Tipo GU
Fuente: Holcim

2.1.1.2 Agregados

Para el diseño de un hormigón de alta resistencia se necesita un control más estricto de los agregados, tales como granulometría, tamaños máximos, absorción, pesos volumétricos y otros, pues son los componentes principales para un diseño.

Dependiendo del lugar de la extracción del material sus propiedades varían, por eso es necesario realizar ensayos para conocer sus propiedades mecánicas[15]. Es por esto que se realizaron los respectivos ensayos de los agregados provenientes de la cantera Vega Rivera del río San Agustín del cantón Santa Rosa.

2.1.1.3 Agua

El agua es indispensable para el proceso de hormigones, ya que es la causante de provocar las reacciones químicas del cemento y se adhiera a los agregados para formar la pasta denominada hormigón[16].

El agua de la mezcla debe ser potable. A falta de agua potable debe cumplir con los requerimientos mínimos como: agua clara, libre de cantidades de aceite, sales y otras materias orgánicas que puedan perjudicar en la calidad y resistencia del hormigón [17].

2.1.2 Propiedades del Hormigón

2.1.2.1 Trabajabilidad

Esta propiedad del hormigón dependerá de los medios de compactación existentes y del lugar donde se lo ubica, se puede definir la trabajabilidad como la cantidad de trabajo interno útil que se necesita para producir una compactación completa.

2.1.2.2 Durabilidad

Esta propiedad del hormigón se puede considerar o definir como el periodo de una estructura puede garantizar su estabilidad y todas las funciones para las que se la ha diseñado, sin embargo estas pueden presentar problemas de durabilidad debido a una serie de factores como puede ser la falta de conocimiento en el entorno en que la estructura estará expuesta ya que este factor afectara directamente en el comportamiento del material utilizado, especificaciones inadecuadas o una ejecución deficiente. Según estudios realizados en la década de 1990 se comprobó que el hormigón es inestable con el tiempo, debido a que sus propiedades físicas y químicas se alteran en función de las características de sus componentes y sus respuestas a las condiciones ambientales[18].

2.1.2.3 Resistencia a la compresión

La variable más importante en el diseño de hormigón es su resistencia a la compresión, que consiste en realizar probetas cilíndricas y ensayar a edades establecidas en el proyecto como son a los 7, 14, y 28 días [18].



Figura 2. Resistencia del hormigón a la compresión simple.
Fuente: Holcim

2.1.3 Curado del Hormigón

El curado del hormigón es uno de los factores fundamentales en una construcción, es un medio que nos ayuda a garantizar que el hormigón a medida que va endureciendo adquiera propiedades como durabilidad, impermeabilidad y sobre todo resistencia. El proceso de curado consiste en hidratar al hormigón para que este no pierda humedad durante su proceso de endurecimiento [19].

En general, a edad de curado de 28 días y superiores, todos los hormigones superan la resistencia de diseño sin adición, pero edades largas (dos años) de curado bajo agua los incrementos resistentes son hasta de un 25% logrando resistencias muy elevadas[20].

2.2 Selección de Materiales

Cuando hablamos de hormigón estamos tratando de un material compuesto por tres partes: agua, cemento y áridos gruesos como finos estos últimos son de mucha importancia para la elaboración de hormigones ya que sus propiedades físicas y mecánicas influyen de manera primordial para la obtención de su resistencia de diseño[21].

2.2.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio

La cantera Vega Rivera se encuentra ubicada en el lecho del río San Agustín, en el sitio Vega Rivera perteneciente a la parroquia victoria del cantón Santa Rosa, en la Provincia del Oro a una altura entre 98 y 103 msnm.

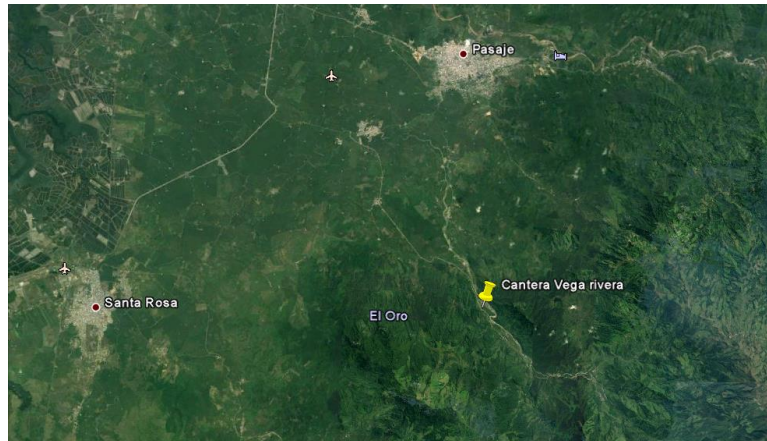


Figura 3 Ubicación geográfica de la zona de estudio.
Fuente: Google Earth

2.2.2 Características de la zona

“La cantera Vega Rivera está constituida por cuarcita y exquisitos que vienen de la Formación Taquín”[22].

“La subcuenca del río San Agustín es parte del río santa rosa, conforme disminuye su pendiente, se sedimentan las piedras, gravas, piedrillas, arenas y partículas pequeñas, estos materiales se han depositado por el arrastre, flujo del cauce”[22].

2.2.4 Explotación de los agregados

El Gobierno Provincial Autónomo del Oro como encargada de generar desarrollo y ejecutar obras públicas para la provincia, inicia la explotación de la cantera con una gran concentración de maquinaria pesada.

En la siguiente fotografía se puede apreciar el área de explotación, en el campamento denominado “El Pedregal” es donde se encuentran las instalaciones como la zona de ingreso y pesaje de las volquetas que traen el material desde la cantera Vega Rivera, así como la planta de trituración.



Figura.4 Campamento “El Pedregal”
Fuente: El Autor

2.2.3 Ubicación del campamento “PEDREGAL”

El campamento pedregal se encuentra ubicado al noroeste de la parroquia Victoria, cantón Santa Rosa, provincia del Oro.



Figura 5. Campamento PEDREGAL
Fuente: Google Earth

Límites:

- Norte:** Rio Buenavista
Sur: Vía Pública
Este: Área de Producción bananera del sr. Juvenal Carchipulla.
Oeste: Área de Producción bananera del sr. Oto Encalada

Tabla 1: Coordenadas del campamento “PEDREGAL”

Puntos	Coordenadas	Coordenadas
P1	3°22`18.2” S	79°51`01.14” O
P2	3°22`06.77” S	79°51`07.52” O
P3	3°22`00.88” S	79°50`57.53” O
P4	3°22`00.09” S	79°50`55.26” O

Fuente: Google Earth

2.2.5 Trituración y Clasificación del Material Procesado

Esta actividad se la realiza en el área de trituración, donde se deposita el material para ser triturado y clasificado por bandas transportadoras.

Estas bandas trituradoras clasifican el material en cuatro tipos que son polvo de piedra, gravas de tipo 1: 3/4" y tipo 2: 3/8" de diámetro, y material de base.

Por día se puede producir hasta 150m³ de material triturado.

2.3 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DEL SECTOR RIO SAN AGUSTÍN DE LA CANTERA VEGA RIVERA.

2.3.1 Granulometría

Los ensayos de granulometrías de los agregados, son sumamente importantes para el diseño de hormigones, debido a su relevante influencia en la resistencia del mismo[23]. En otras palabras, si lo que queremos es un buen hormigón, es necesario que los agregados finos y gruesos logren una granulometría que proporcione una masa unitaria máxima[24].

El ensayo se realizara de acuerdo a las normativas NTE INEN 696 - ASTM C-136.

Tamaño Máximo Nominal

“Es el siguiente tamiz que le sigue en abertura (mayor) a aquel cuyo porcentaje retenido acumulado es del 15% o más. El tamaño nominal máximo influye en la resistencia del hormigón, debido a que los niveles de resistencia más altos se obtienen con tamaños máximos pequeños y dosis altas de cemento[25]”.

El Módulo de Finura

Módulo de finura consiste en la sumatoria de los porcentajes retenidos dividiendo todo para 100, donde nos permite conocer el grosor de las partículas de la muestra analizada. Se calcula mediante la siguiente expresión [26].

$$M.F = \frac{\sum \%RetAcum}{100} \quad \text{Ecuación 1}$$

2.3.2 Granulometría de Árido Grueso

Para realizar el ensayo de árido grueso debe cumplir con lo señalado en la tabla 1. Se utilizaran tamices de 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16. (**Anexo 3**).

Tabla 2. Tamaño de la muestra para ensayo del árido grueso.

Tamaño nominal máximo, Aberturas cuadradas, en mm (pulgadas)	Tamaño de la muestra del ensayo Mínimo (kg)
9.5	1
12.5	2
19.0	5
25.0	10
37.5	15
50	20
63	35
75	60
90	100
100	150
125	300

Fuente: NTE INEN 696

Procedimiento.

1. Mediante cuarteo seleccionar la muestra requerida, en este caso 1000 g.
2. Colocar la serie de tamices uno sobre otro desde la bandeja.
3. Poner el material en la serie de tamices y ubicarlos en la maquina tamizadora.
4. Una vez agitado de forma mecánica, pesar el material retenido en cada uno de los tamices.
5. Realizar los cálculos requeridos.

Resultados de Granulometría de agregado grueso

Tabla 3: granulometría agregado $\frac{3}{4}$

Masa de la Muestra: 5000 g							
TAMIZ		RETENIDO		RETENIDO	PASA	Limites Específicos	
Pulg.	mm	PARCIAL	ACUMULADO	%	%	Max	Min
2 1/2		0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
2	50	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
1 1/2	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
1	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4	19	50.00	50.00	1.01	98.99	90.00	100.00
1/2	12.5	3063.00	3113.00	63.00	37.00		
3/8	9.5	1314.00	4427.00	89.60	10.40	70.00	40.00
N°4	4.75	399.00	4826.00	97.67	2.33	15.00	0.00
N°8	2.36	0	4826.00	97.67	2.33	5.00	0.00
Bandeja		115	4941.00	100.00	0.00	-	-
Módulo de Finura		=	3.49				
TMN		=	3/4				

Fuente: El Autor, 2018

Tabla 4: granulometría agregado 3/8

Masa de la Muestra: 5000 g							
TAMIZ		RETENIDO		RETENIDO	PASA	LIMITES ESPECIFICOS	
Pulg.	mm	PARCIAL	ACUMULADO	%	%	MAX	MIN
2 1/2		0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
2	50	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1 1/2	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/4	19	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2	12.5	5.00	5.00	0.10	99.90	100.00	90.00
3/8	9.5	83.00	88.00	1.76	98.24	70.00	40.00
N°4	4.75	2592.00	2680.00	53.60	46.40	15.00	0.00
N°8	2.36	2079	4759.00	95.18	4.82	5.00	0.00
N°16	1.18	64	4823.00	96.46	3.54	0	0
Bandeja		177	5000.00	100.00	0.00	-	-
Módulo de Finura		=	2.471				
TMN		=	3/8				

Fuente: El Autor, 2018

2.3.3 Granulometría Árido Fino

De acuerdo a la granulometría se considera como agregado fino que material que pasa el tamiz de 4,76 mm[27].

Según la Norma NTE INEN 872 se realizara el ensayo con la siguiente serie de tamices y límites establecidos. (**Anexo 4**)

Tabla 5: Requisitos para el árido fino

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

Fuente: NTE INEN 872

Procedimiento:

1. Mediante cuarteo seleccionar la muestra requerida, en este caso 1000 g.
2. Colocar la serie de tamices uno sobre otro desde la bandeja.
3. Poner el material en la serie de tamices y ubicarlos en la maquina tamizadora.

4. Una vez agitado de forma mecánica, pesar el material retenido en cada uno de los tamices.
5. Realizar los cálculos requeridos.

Resultados de Granulometría de agregado Fino

Tabla 6: Granulometría de la arena

Masa de la muestra: 1000 g							
TAMIZ		RETENIDO		RETENIDO	PASA	LIMITES ESPECIFICOS	
Pulg.	Mm	PARCIAL	ACUMULADO	%	%	MAX	MIN
3/8	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N°4	4.75	20.07	20.07	2.01	97.99	100.00	95.00
N°8	2.36	57.69	77.76	7.78	92.22	100.00	80.00
N°16	1.18	166.46	244.22	24.44	75.56	85.00	50.00
N°30	0.6	335.37	579.59	58.00	42.00	60.00	25.00
N°50	0.3	340.68	920.27	92.09	7.91	30.00	10.00
N°100	0.015	69.08	989.35	99.00	1.00	10.00	2.00
N°200	0.075	6.89	996.24	99.69	0.31	5.00	0.00
Bandeja		3.1	999.34	100.00	0.00	-	-
Módulo de Finura		=	3.8				

Fuente: El Autor, 2018

Tabla 7: Granulometría de polvo de piedra

Masa de la Muestra: 1000 g							
TAMIZ		RETENIDO		RETENIDO	PASA	LIMITES ESPECIFICOS	
Pulg.	mm	PARCIAL	ACUMULADO	%	%	MAX	MIN
3/8	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N°4	4.75	9.13	9.13	0.91	99.09	100.00	95.00
N°8	2.36	530.94	540.07	54.04	45.96	100.00	80.00
N°16	1.18	227.92	767.99	76.85	23.15	85.00	50.00
N°30	0.6	53.83	821.82	82.24	17.76	60.00	25.00
N°50	0.3	88.97	910.79	91.14	8.86	30.00	10.00
N°100	0.015	38.05	948.84	94.95	5.05	10.00	2.00
N°200	0.075	19.76	968.60	96.92	3.08	5.00	0.00
Bandeja		30.73	999.33	100.00	0.00	-	-
Módulo de Finura		=	5.0				

Fuente: El Autor, 2018

2.3.4 Ensayo de Desgaste de los materiales mediante el uso de la máquina de los Ángeles.

El valor de la degradación que determina este ensayo, es utilizado como un indicador de la calidad del árido grueso ya que nos proporciona cierta información de la capacidad de estos para producir un hormigón de alta resistencia [28].

Este ensayo determina la pérdida de masa de los áridos gruesos, resultante de una combinación de acciones que incluyen el desgaste, el impacto de la molienda en un tambor giratorio de acero que contiene 12 esferas de acero. Luego de un número especificado de revoluciones se retiran los contenidos del tambor y la porción del árido que luego se procede a tamizar para medir la degradación como porcentaje de pérdida [29].

El ensayo se lo realizara de acuerdo a los requerimientos de la norma NTE INEN 860. **(Anexo4)**

Tabla 9. Especificaciones para la carga.

Gradación	Número de esferas	Masa de la carga
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Fuente: NTE INEN 872

Tabla 8. Gradación de las muestras de ensayo

Tamaño de la abertura de tamiz (mm) (aberturas cuadradas)		Masa por tamaños indicada (g)			
Pasante	Retenido en	Gradación			
		A	B	C	D
37,5	25,0	1250 ± 25	---	---	---
25,0	19,0	1250 ± 25	---	---	---
19,0	12,5	1250 ± 10	2500 ± 10	---	---
12,5	9,5	1250 ± 10	2500 ± 10	---	---
9,5	6,3	---	---	2500 ± 10	---
6,3	4,75	---	---	2500 ± 10	---
4.75	2,36	---	---	---	5000 ± 10
	Total	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: NTE INEN 872

Procedimiento:

1. Colocar la muestra y la carga (esferas) en la máquina de los Ángeles.
2. Girar la maquina 500 revoluciones a una velocidad entre 30 r/min y 33 r/min.
3. Descargar el material de la máquina, para ser pasado por el tamiz N°12.
4. Pesar el material retenido en el tamiz N°12.
5. Realizar los cálculos requeridos.

Cálculos:

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

Ecuación 2

Dónde:

D = Valor de la degradación, en porcentaje

B = Masa inicial de la muestra de ensayo

C = Masa final retenida en el tamiz N°12, después el ensayo.

Resumen de resultados del ensayo de desgaste de los materiales

Tabla 10: Desgaste del agregado 3/4

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad
Masa inicial	g	5000.00
Masa Retenida en el Tamiz N° 12 después de 500 Rev.	g	3923.00
Masa pasante del Tamiz N° 12 después de 500 Rev.	g	1077.00
Desgaste	%	21.54%

Fuente: El Autor, 2018

Tabla 11: Desgaste del material 3/8

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad
Masa inicial	g	5000.00
Masa Retenida en el Tamiz N° 12 después de 500 Rev.	g	3110.00
Masa pasante del Tamiz N° 12 después de 500 Rev.	g	1890.00
Desgaste	%	37.80%

Fuente: El autor, 2018

2.3.5 Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción.

Este método se aplica para determinar la densidad promedio en una muestra de árido ya sea grueso o fino (sin incluir el volumen de vacíos entre partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción [30].(ANEXO 5)

Densidad de árido grueso

Para la determinación de la densidad, densidad relativa y absorción nos basamos en la NTE INEN 857.

Tabla 12: Masa mínima de la muestra de ensayo

Tamaño máximo nominal, mm	Masa mínima de la muestra para ensayo, kg
12,5 o menor	2
19,0	3
25,0	4
37,5	5
50	8
63	12
75	18
90	25
100	40
125	75

Fuente: NTE INEN 857

Procedimiento:

1. Se seca la muestra en el horno a una temperatura de 110 ± 5 durante un periodo de 24 horas.
2. Se toma la muestra y se coloca en la canasta de alambre y se sumerge la muestra en el agua para determinar la masa de la muestra sumergida.
3. Se saca la muestra del agua y se seca en el horno a temperatura uniforme (110 ± 5 °C) hasta obtener una masa constante.
4. Se saca la muestra del horno y se la deja enfriar.

5. Se determina la masa de la muestra seca.

Cálculos:

1. Densidad relativa:

$$Densidad\ relativa = \frac{A}{B-C} \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

A: masa en el aire de la muestra seca al horno, g.

B: masa en aire de la muestra superficialmente seca, g

C: masa de la muestra sumergida, g.

2. Densidad relativa (SSS).

$$Densidad\ relativa(SSS) = \frac{B}{B-C} \quad \text{Ecuación 4}$$

3. Densidad aparente:

$$Densidad\ aparente = \frac{A}{A-C} \quad \text{Ecuación 5}$$

4. Absorción:

$$Absorción = \frac{B-A}{A} \times 100 \quad \text{Ecuación 6}$$

Densidad de árido fino

Para la determinación de la densidad, densidad relativa y absorción nos basamos en la NTE INEN 856.

Preparación de la muestra de ensayo

1. Se selecciona una muestra de 1 kg obtenida por cuarteo.
2. Se seca la muestra en el horno a una temperatura de $(110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C})$ por un periodo de 24 horas.
3. Se saca la muestra del horno y se coloca en un recipiente lleno de agua y dejamos reposar por un periodo de 24 horas.

4. Se saca la muestra del recipiente y se la extiende en una superficie plana para que se seque, se remueve periódicamente el agregado para que tenga un secado uniforme.
5. Para inspeccionar la condición de humedad de la muestra, se coloca en un molde cónico, se golpea la superficie suavemente 25 veces con la barra compactadora y se levanta lentamente el molde.
6. Si la muestra conserva la forma cónica del molde, quiere decir que existe humedad por lo tanto hay que seguir secando.
7. Si la muestra se desparrama conservando cierta forma cónica, se dice que la muestra está saturada con superficie seca, por lo tanto está lista para utilizarse en el ensayo.

Procedimiento:

1. Se toma una muestra de 500 g de masa.
2. Determinamos la masa de la probeta.
3. Se introduce la muestra la probeta, luego se llena de agua hasta casi llegar a los 500 cm³ a una temperatura de 20° C.
4. Cuando se observa que no existen burbujas de aire, se llena el matraz a 500 cm³ y se determina la masa de la probeta, agua y muestra.
5. Se saca el agregado fino de la probeta y se seca en el horno a una temperatura de (110 ± 5 °C) hasta que la masa sea constante.
6. Se determina la masa de la muestra seca.

Cálculos:

1. Se determina la masa de agua añadida en la probeta

$$Ma = Mmw - (Mm + B) \qquad \text{Ecuación 7}$$

En donde:

Ma= Masa de agua añadida en la probeta, g.

Mm= Masa de la probeta, g.

Mmw= Masa de la probeta, agua y muestra, g.

B= Masa de la muestra saturada con superficie seca, g.

2. Gravedad específica Bulk

$$\text{Gravedad específica Bulk} = \frac{A}{500 - Ma} \quad \text{Ecuación 8}$$

Dónde:

A= Masa de la muestra seca, g.

3. Gravedad Específica Saturada con Superficie seca (SSS)

$$G(SSS) = \frac{B}{500 - Ma} \quad \text{Ecuación 9}$$

4. Absorción

$$\text{Absorción} = \frac{B}{B - Ma} \times 100 \quad \text{Ecuación 10}$$

Resumen de resultados de las densidades de los agregados gruesos

Tabla 13: Densidad del agregado 3/4

Descripción	Valor	Unidad
Peso Muestra Superficialmente Seco	1089	g
peso (Muestra + Canastilla) Sumergida	1579	g
Peso Canastilla Sumergida	1028	g
Peso Muestra seca	1080	g
Peso Muestra Sumergida	549	g
Gravedad Específica Bulk	2.00	g/cm ³
Gravedad Específica Saturada con Superficie seca	2.02	g/cm ³
Gravedad Específica Aparente	2.03	g/cm ³
Porcentaje de Absorción	0.8%	%

Fuente: El Autor, 2018

Tabla 14: Densidad del agregado 3/8

Descripción	Valor	Unidad
Peso Muestra Superficialmente Seco	863	G
peso (Muestra + Canastilla) Sumergida	1573	G
Peso Canastilla Sumergida	1028	G
Peso Muestra seca	853	G
Peso Muestra Sumergida	545	G
Densidad Relativa	2.68	g/cm ³
Gravedad Específica Saturada con Superficie seca	2.71	g/cm ³
Gravedad Específica Aparente	2.77	g/cm ³
Porcentaje de Absorción	1.2%	%

Fuente: El Autor, 2018

Resumen de resultados de las densidades de los agregados finos

Tabla 15: Densidad del agregado del polvo de piedra

Descripción	Valor	Unidad
Peso Muestra Superficialmente Seco	500	g
Peso de probeta	214	g
Peso Muestra seca	714	g
Peso (probeta + masa + agua)	1001	g
Peso de la muestra seca	475	g
Peso de la muestra sumergida	289	g
Gravedad Especifica Bulk	2,25	g/cm ³
Gravedad Especifica Saturada con Superficie seca	2,34	g/cm ³
Porcentaje de Absorción	5,2%	%

Fuente: El Autor, 2018

Tabla 16: Densidad de la Arena

Descripción	Valor	Unidad
Peso Muestra Superficialmente Seco	500	g
Peso de probeta	206	g
Peso Muestra seca	706	g
Peso (probeta + masa + agua)	973	g
Peso de la muestra seca	473	g
Peso de la muestra sumergida	265	g
Gravedad Especifica Bulk	2,01	g/cm ³
Gravedad Especifica Saturada con Superficie seca	2,12	g/cm ³
Porcentaje de Absorción	5,0%	%

Fuente: El Autor, 2018

2.3.6 Determinación del Peso volumétrico suelto y compactado.

Este ensayo es utilizado para determinar los valores de masa unitaria (peso volumétrico), que son necesarios para la sección de dosificaciones para mezclas de hormigón. El ensayo se realizara de acuerdo con la norma NTE INEN 858: 2010. **(ANEXO 6)**

Procedimiento: Peso volumétrico suelto

1. Se llena el recipiente con la muestra de agregado grueso o fino y enrasamos sin que haya movimiento o alguna vibración.
2. Pesamos el material con el molde.
3. Repetir el procedimiento por tres veces para obtener un valor promedio.
4. Determinar el volumen del molde.
5. Tabular los valores obtenidos y realizar los cálculos necesarios.

Procedimiento: Peso volumétrico compactado.

1. Llenar la tercera parte del molde y compactar con la varilla la capa de áridos, con 25 golpes distribuidos en la superficie.
2. Llenar los dos tercios del molde y realizar el mismo procedimiento anterior.
3. Colocar la tercera capa hasta rebosar y compactar para luego enrasar y pesar
4. Repetir el proceso por tres ocasiones para obtener un valor promedio.

Resumen de resultados de pesos volumétricos sueltos

Tabla 17: Peso volumétrico suelto del agregado 3/4

	Peso del Recipiente + Grava		Peso de la Grava		Peso Volumétrico	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
	28900.00	g	20070.00	g	1.4468	g/cm ³
	29000.00	g	20170.00	g	1.4540	g/cm ³
	28790.00	g	19960.00	g	1.4389	g/cm ³
Promedio:	28896.67	g	20066.7	g	1.4466	g/cm³

Fuente: El Autor, 2018

Tabla 18: Peso volumétrico suelto del agregado 3/8

	Peso del Recipiente + Grava		Peso de la Grava		Peso Volumétrico	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
	26790.00	g	17960.00	g	1.2947	g/cm ³
	27100.00	g	18270.00	g	1.3170	g/cm ³
	26960.00	g	18130.00	g	1.3069	g/cm ³
Promedio:	26950.00	g	18120.0	g	1.3062	g/cm³

Fuente: El Autor, 2018

Tabla 19: Peso volumétrico suelto del agregado de polvo de piedra

	Peso del Recipiente + Grava		Peso de la Grava		Peso Volumétrico	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
	5720.00	g	3230.00	g	1.1689	g/cm ³
	5670.00	g	3180.00	g	1.1508	g/cm ³
	5700.00	g	3210.00	g	1.1617	g/cm ³
Promedio:	5696.67	g	3206.70	g	1.1605	g/cm³

Fuente: El Autor, 2018

Tabla 20: Peso volumétrico suelto del agregado de la arena

	Peso del Recipiente + Grava		Peso de la Grava		Peso Volumétrico	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
	6150.00	g	3660.00	g	1.3246	g/cm ³
	6180.00	g	3690.00	g	1.3354	g/cm ³
	6180.00	g	3690.00	g	1.3354	g/cm ³
Promedio:	6170.00	g	3680.0	g	1.3318	g/cm³

Fuente: El Autor, 2018

Resumen de resultados de pesos volumétricos compactados

Tabla 21: Peso volumétrico compactado del agregado 3/4

	Peso del Recipiente + Grava		Peso de la Grava Comp.		Peso Volumétrico	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
	30950.00	g	22120.00	g	1.5946	g/cm ³
	31100.00	g	22270.00	g	1.6054	g/cm ³
	31190.00	g	22360.00	g	1.6119	g/cm ³
Promedio:	31080.00	g	22250.0	g	1.6040	g/cm³

Fuente: El Autor, 2018

Tabla 22: Peso volumétrico compactado del agregado 3/8

	Peso del Recipiente + Grava		Peso de la Grava Comp.		Peso Volumétrico	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
	29120.00	g	22120.00	g	1.5946	g/cm ³
	29380.00	g	20550.00	g	1.4814	g/cm ³
	29500.00	g	20670.00	g	1.4901	g/cm ³
Promedio:	29333.33	g	21113.3	g	1.5220	g/cm³

Fuente: El Autor, 2018

2.4 Propiedades físicas y mecánicas del cemento Holcim Fuerte Tipo GU

2.4.1 Densidad del Cemento

La densidad del cemento se define como la masa de un volumen unitario de los sólidos.

La determinación de la densidad del cemento hidráulico consiste en establecer la relación entre una masa de cemento y el volumen del líquido no reactivo que esta masa desplaza el frasco Le Chatelier.

El ensayo se realizara de acuerdo con la norma NTE INEN 156: 2010. **(Anexo 8)**

Procedimiento:

1. Llenar el frasco con cualquiera de los líquidos especificados hasta un punto en la parte baja del cuello entre las marcas 0 cm³ y 1 cm³.
2. Colocar el cemento con la precaución de que no se pegue en las paredes del frasco.
3. Sumergir el frasco en un baño de agua a temperatura constante.
4. Los datos obtenidos registrar y realizar los cálculos requeridos.

Resumen de Resultado del ensayo de densidad del cemento

Tabla 23: Densidad del cemento Holcim Tipo GU

DENSIDAD DEL CEMENTO	
Masa W(kg)	0,06
Volumen inicial Vi (m ³)	0,000
Volumen final (m ³)	0,0000205
$V = V_f - V_i$	0,0000205
Densidad = W/V (kg/ m ³)	2926,829

Fuente: El Autor, 2018

2.4.2 Consistencia normal del cemento Holcim Fuerte Tipo GU

La consistencia del cemento tiene una gran importancia para el diseño de hormigones, este ensayo consiste en encontrar un porcentaje de agua, para una masa de cemento lo que se conoce como relación agua/cemento, este es un parámetro que tiene gran influencia en la resistencia final del hormigón.

La determinación de la consistencia normal de los cementos hidráulicos se basa en la resistencia que opone la pasta de cemento a la penetración de la varilla del aparato de Vicat en un tiempo determinado.

El ensayo se lo realizara de acuerdo con la norma NTE INEN 157. (Anexo 8)

Procedimiento:

1. Pesar la muestra 500 g de muestra de cemento.
2. Medir una cantidad de agua entre 20 y 40 % respecto al peso del cemento.
3. Colocar en el recipiente de la mezcladora mecánica, el agua de mezclado y el cemento.
4. Colocar el recipiente en la mezcladora mecánica y mezclamos por un lapso de 1 minuto.
5. Llenar con una espátula el cono truncado con la pasta de cemento.
6. Retirar el exceso de pasta del extremo de menor diámetro con la espátula.
7. Colocar la muestra en el aparato de Vicat.
8. Ubicar el extremo de la aguja en ligero contacto con la pasta de cemento.
9. Ajustar la escala en cero.
10. Liberar la aguja dejando penetrar por 30 segundos y tomar la lectura final.
11. Realizar el procedimiento con variaciones de agua para obtener penetraciones de 10 ± 1 mm.

Resumen de Resultado del ensayo de consistencia del cemento

Tabla 24: Consistencia del cemento Holcim tipo GU

Consistencia del Cemento				
DESCRIPCION	CEMENTO (g)	AGUA (g)	C(%)	PENETRACION (mm)
1	500	150	30%	11

Fuente: El Autor, 2018

2.5 Estudio de Prefactibilidad.

En base a los resultados obtenidos en los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados tanto finos como gruesos de la cantera Vega Rivera, se determina que no siempre cumplen con los requisitos establecidos por las normas, pero tenemos que reconocer que estos materiales pétreos han sido utilizados para diseñar de hormigón en varias obras realizadas por el GADPO, entre muchas de ellas está la vía de Machala-Santa rosa una vía diseñada de hormigón armado capaz de resistir grandes cargas en corta edad.

La reputación de estos materiales pétreos es muy positiva, por el cual se propuso diseñar hormigones de alta calidad y resistencia utilizando diferentes dosificaciones con relaciones agua/cemento también distintas.

Partiendo de los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio una alternativa de solución para el diseño de hormigón es el método del ACI 211 ya que es el más utilizado en el diseño de hormigones convencionales por su simplicidad, para concreto de alto desempeño suelen utilizarse algunas modificaciones, utilizando contenidos de agregado grueso mayor debido a la alta cantidad de materiales cementantes [31].

2.6 Factibilidad.

El propósito de este proyecto es encontrar la dosificación adecuada para la obtención de hormigones con resistencias superiores a las de un hormigón convencional, tomando en cuenta que estamos utilizando el cemento Holcim Fuerte Tipo GU, un cemento utilizado en todo tipo de construcción y que más demanda de consumo tiene en nuestro país.

Existen muchos métodos para diseñar mezclas de hormigones, el método del ACI es el más conocido y el más usado a nivel internacional, este método se fundamenta en el principio básico de la relación agua/cemento.

2.7 Identificación de la alternativa de solución viable para su diseño.

Tomando con base importante sobre el uso constante de los materiales pétreos de la cantera Vega Rivera del cantón Santa Rosa en muchas obras realizadas en la provincia, nos sirven de referencia para el diseño de hormigones de alta resistencia sabiendo que estos materiales tienen una gran acogida en la construcción en nuestra provincia.

Con el método ACI 211.1 realizaremos diseños de hormigón con diferentes relaciones de agua/cemento al igual se utilizara diferente tamaño de piedra, para la ejecución de este método de diseño de mezclas contaremos con tamaños de agregados de 19mm (3/4") y 9mm (3/8") como agregado grueso y como agregado fino contamos con polvo de piedra y arena gruesa.

Viabilidad técnica

La solución que se plantea en este proyecto es la más viable para el diseño de hormigones debido a que el método ACI es el más factible y usado a nivel internacional teniendo un alto índice de fiabilidad.

El proyecto técnico nos permite conocer la calidad de los agregados que posee nuestra una de muchas canteras de nuestra provincia y que se puede mejorar si profundizamos un estudio de estas canteras que nos brindan estos materiales.

Viabilidad social

Teniendo en cuenta que el hormigón es el material más utilizado en el campo de la construcción es importante conocer nuevas dosificaciones, así mismo realizar un análisis de precio unitario de cada diseño definitivo.

CAPITULO III

DISEÑO DEFINITIVO DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCION

3.1 Concepción del Prototipo.

Una vez determinado las propiedades físicas y mecánicas de los agregados que se van a usar en las mezclas de hormigón, se realizaran diferentes dosificaciones variando el tamaño de los agregados gruesos y finos, así mismo una combinación de cada uno.

3.1.1 Fundamentacion teorica de la propuesta

3.1.1.1 Elaboración de las probetas cilíndricas de hormigón

Para la elaboración de hormigones y ejecución de los ensayos a compresión simple contaremos con probetas cilindras de 30 x15cm por su fácil realización y según estudios realizados estas dimensiones son las más adecuadas para la verificación y control de la resistencia del hormigón a diferentes edades [32].

En nuestro laboratorio contamos con 21 probetas cilíndricas para la elaboración de los cilindros de hormigón.



Figura 6. Probetas cilíndricas
Fuente: El Autor

3.1.1.2 Identificación de las probetas cilíndricas de hormigón

Para el diseño de hormigones, debemos tomar en cuenta que se realizaran mezclas con agregado de 3/4"y 3/8" y la combinación de los dos agregados más y arena que lo

llamaremos C1 (combinación 1), la segunda combinación será de 3/4"y 3/8" más la arena con polvo de piedra que lo llamaremos C2 (combinación 2)

Para identificar cada uno de los diseños, al día siguiente de haber realizado las mezclas de hormigón al desencofrar, se nombrara con un marcador cada cilindro con su respectiva fecha de diseño y el tipo de mezcla realizada, esto nos ayudara a tener un control de las edades de las mezclas de hormigón ya que se los ensayara a los 7, 14 y 28 días.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de identificación de los cilindros de hormigón.



Figura 7. Identificación de las probetas de hormigón
Fuente: El Autor, 2018

3.1.1.3 Preparación de las probetas cilíndricas

Para el correcto uso de las probetas metálicas, se debe realizar una limpieza y pintar con aceite y así evitar la adherencia del hormigón endurecido las paredes del molde y no se dificulte en el momento de desencofrar.

Llenar las probetas cilíndricas hasta 1/3 de su volumen total y golpeando 25 veces con una varilla metálica, seguido con un martillo cabeza de caucho golpeamos las paredes externas para eliminar partículas de aire que podrían afectar en la resistencia del hormigón, repetimos el proceso hasta llenar el molde en su totalidad y enrasar con la varilla metálica para dar un acabado uniforme.



Figura 8. Identificación de las probetas de hormigón
Fuente: El Autor, 2018

3.1.1.4 Curado de las probetas cilíndricas

Se procede a retirar las probetas cilíndricas después de 24 horas de haber sido elaboradas para ser llevado a un proceso de curado, el cual consiste en sumergir las probetas cilíndricas en una cisterna llena de agua, en este caso agua potable a temperaturas de 22 a 23°C, con el fin que mientras están sumergidos estos aumentan su resistencia hasta los días establecidos para realizar su prueba.

Sin embargo existen muchas técnicas de curado entre estas se puede mencionar: húmedo o por inmersión, curado a temperatura ambiente, curado con temperatura y humedad relativa controlada [33].



Figura 9. Curado por Inmersión
Fuente: El Autor, 2018

3.1.1.5 Ensayo de compresión

Antes de realizar los ensayos a compresión, es necesario tener una base de datos con la información necesaria como la fecha de elaboración y la de rotura, así como los pesos de cada probeta cilíndrica y su capacidad de carga.

El ensayo consiste en tomar la probeta cilíndrica colocarla en una maquina a compresión y aplicarle a una carga axial, mediante este ensayo podemos determinar su resistencia a diferentes edades.

En ensayo se realizará de acuerdo con la norma NTE INEN 1573:2010, este método se aplica para especímenes cilíndricos.



Figura 10. Ensayo a compresión
Fuente: El autor, 2018

3.2 Diseño de Mezclas

3.2.1 Método del ACI 211.1

Este método para diseño de mezclas de hormigón parte de la relación agua/cemento y de los requerimientos de la obra, así se desea un concreto que tenga una baja permeabilidad.

3.2.1.1 Relación Agua/Cemento

La relación agua/cemento es considerado uno de los factores que más influencia tiene en el diseño de hormigones, este se encarga de proporcionar al material la resistencia necesaria a diferentes edades [34].

Tabla 25: relación agua/cemento y su resistencia correspondiente

A/C	Resistencias (kg/cm²)
0,70	140
0,65	190
0,60	210
0,55	250
0,50	290
0,45	310
0,40	350
0,35	390
0,30	410

Fuente: ACI 211.1

3.2.1.2 Elección del revenimiento

Se selecciona un revenimiento apropiado dependiendo del tipo de obra a construirse.

Tabla 26: Asentamiento de cono de Abrams recomendados para diversos tipos de construcción

Tipos de construcción	Revenimiento mm (pulg)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzado	75 (3)	25 (1)
Zapatas, cajones y muros sin refuerzo	75 (3)	25 (1)
Vigas y muros reforzados	100 (4)	25 (1)
Columnas y edificios	100 (4)	25 (1)
Pavimentos y losas	75 (3)	25 (1)
Concreto masivo	75 (3)	25 (1)

Fuente: ACI 211.1

3.2.1.3 Volumen de agregado grueso por unidad de concreto

Tabla 27: Volumen por unidad de concreto

T.MAX (pulg) mm	Módulos de Finura			
	2,4	2,6	2,8	3
3/8 (9,5)	0,5	0,48	0,46	0,44
1/2 (12,5)	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4 (19,0)	0,66	0,64	0,62	0,60
1 (25,0)	0,71	0,69	0,67	0,65
1 1/2 (37,5)	0,75	0,73	0,71	0,69
2 (50)	0,78	0,76	0,74	0,72
3 (75)	0,82	0,80	0,78	0,76
6 (150)	0,87	0,85	0,83	0,81

Fuente: ACI 211.1

3.2.1.4 Selección del tamaño máximo del agregado

El método A.C.I recomienda que los agregados estén bien graduados, para que haya variedad de tamaños y prefiere trabajar con materiales angulosos antes que redondeados.

En ningún caso el tamaño máximo debe exceder de:

- 1/5 de la menor dimensión entre los costados de los moldes
- 1/3 del espesor de las losas
- 3/4 del espacio libre mínimo entre varillas de refuerzo.

Tabla 28: Tamaño máximo recomendado (cm) en función de dimensión mínima de la sección.

Dimensión Mínima de la Sección	Tamaño Máximo Recomendado (cm)			
	Muros armados, vigas y pilares	Muros sin armaduras	Losas muy armadas	Losas débilmente armadas o sin armaduras
6 - 12	1.25 - 2.0	2.0	2.0 - 2.5	2.0 - 4.0
14 - 28	2.0 - 4.0	4.0	-4.0	4.0 - 7.5
30 - 74	4.0 - 7.5	7.5	4.0 - 7.5	-7.5
>= 76	4.0 - 7.5	1.5	4.0 - 7.6	7.5 - 15.0

Fuente: ACI 211.1

3.2.1.5 Cálculo del agua de mezclado y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos de los agregados.

Tabla 29: Agua en kg/m³ según tamaño de agregado y del revenimiento

Revenim. Cm	Agua, kg/cm ³ de concreto para los tamaños de agregados indicados							
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
	CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO							
2,5 a 5	207	199	190	179	166	154	130	113
7,5 a 10	228	216	205	193	181	169	145	124
15 a 17,5	243	228	216	202	190	178	160	
% de aire	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
	CONCRETO CON AIRE INCLUIDO							
2,5 a 5	181	175	168	160	150	142	122	107
7,5 a 10	202	193	175	175	165	157	133	119
15 a 17,5	216	205	184	184	174	166	154	
% de aire								
Exposición:								
Leve	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Moderada	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
Severa	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

Fuente: AC1 211.1

3.3 Memoria Técnica.

3.3.1 Diseño de hormigón método ACI para un $F'c= 400 \text{ kg/cm}^2$ utilizando tamaño de piedra 3/4

Selección del revenimiento

Según la tabla 7: asentamientos de cono de Abrams, asumiremos un tipo de construcción como es "Zapatas y muros de cimentación reforzado" cuyo revenimiento máximo es 2.5 cm y el máximo de 7.5 cm, tomaremos el valor máximo.

Tamaño máximo del agregado: 3/4 (19 mm)

Según el ensayo de granulometría el material proveniente del río San Agustín el tamaño máximo es de 3/4 (19 mm).

Obtención de la resistencia promedio ($F'cr$)

Tabla 30: Esfuerzo promedio requerido a compresión

Esfuerzo a compresión especificado $f'c$	Esfuerzo promedio requerido a 31 compresión $f'cr$, kg/cm^2
$f'c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	$f'cr = f'c + 1,34$
	$f'cr = f'c + 2,33s - 35$
	Usa el mayor que se obtenga
$f'c \geq 350 \text{ kg/cm}^2$	$f'cr = f'c + 1,34s$
	$f'cr = 0,90f'c + 2,33s$
	Usa el mayor que se obtenga

Fuente: ACI 318

Resistencia especificada (f_c):

$$F'c = 400 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'c = 40 \text{ MPa}$$

Resistencia Requerida:

$$F'c \geq 350 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'cr = 0,90f'c + 2,33s$$

$$F'cr = 0,90(400 \text{ kg/cm}^2) + 2,33(30)$$

$$F'cr = 430 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'cr = 43 \text{ MPa}$$

Propiedades de los Agregados

Tabla 31: Propiedades del agregado grueso

Propiedades de los Agregado Grueso	Agregado
Tamaño máximo del agregado	3/4
Módulo de finura	3.49
Gravedad específica bulk (kg/m ³)	2
Gravedad específica S.S.S (kg/m ³)	2.02
Gravedad específica aparente (kg/m ³)	2.03
% Absorción	0.8
P.V.V (Kg/m ³)	1604.6
P.V.S (Kg/m ³)	1446.6

Fuente: El Autor, 2018

Tabla 32: Propiedades del agregado fino

Propiedades de los Agregado Fino	Agregado
Tamaño máximo del agregado	-
Módulo de finura	3.8
Gravedad específica bulk (kg/m ³)	2.01
Gravedad específica S.S.S (kg/m ³)	2.12
% Absorción	0.8
P.V.S (Kg/m ³)	1160.5

Fuente: El Autor, 2018

Densidad del cemento

$$\gamma = 2926,89 \text{ kg/cm}^3$$

Peso específico del agua

$$\gamma = 1000 \text{ kg/cm}^3$$

CALCULO DEL AGUA (KG/M3) Y CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO (%)

Según la tabla 8, el tamaño máximo del agregado grueso y el revenimiento asumido es:

Cantidad de Agua = **205 kg/m³**

Contenido de aire = 2 %

Relación agua/cemento

Para un fcr= 430 a los 28 días en la tabla 6, le corresponde una relación A/C= 0.30 según la tabla 21.

Calculo del contenido de cemento

El contenido del cemento es igual a la cantidad de agua calculada dividido por la relación A/C

$$C = \frac{\text{Cantidad de agua}}{\text{relacion}_{\frac{\text{agua}}{\text{cemento}}}} ; \quad \text{Ecuación 11}$$

$$C = \frac{205 \text{ kg/m}^3}{0,30}$$

$$C = 683.33 \text{ kg/cm}^3$$

ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE CONCRETO (COEFICIENTE VAG)

$$VAG = 0.600$$

CANTIDAD DE VOLÚMENES PARA 1 M3 DE HORMIGÓN (V= P/γ)

Cemento:

$$\text{Cemento} = 683.30 / 2926,89 = 0,2335 \text{ m}^3$$

Agua:

$$\text{Agua: } 205 / 1000 = 0,2050 \text{ m}^3$$

$$\text{Piedra} = \frac{VAG * P.V.V}{D.s.s.s} \quad \text{Ecuación 12}$$

$$\text{Piedra} = (0,60 * 1604) / 2020 = 0,4764 \text{ m}^3$$

Arena: $V = 1 - (W_{\text{cemento}} + W_{\text{agua}} + W_{\text{piedra}} + \% \text{aire})$

$$\text{Arena} = 1 - (0,2349 + 0,2050 + 0,4764 + 0,02) = 0,0651 \text{ m}^3$$

El 40% de agregado fino es lo máximo permitido con relación al volumen total que forma agregado grueso más fino.

$$\text{Volumen total} = V_{\text{piedra}} + V_{\text{arena}}$$

$$\text{Volumen total} = 0,4764 + 0,0651 = 0,5415 \text{ m}^3$$

Arena corregida

$$\text{Volumen de arena corregido} = 40\% \text{ Volumen total} = 0,2166 \text{ m}^3$$

Piedra corregida

Volumen de piedra corregido = 60% Volumen total = 0,3249 m³

PESO EN KILOGRAMOS PARA 1 M3 DE HORMIGÓN

Cemento= 683,33 kg

Agua= 205,0 kg

Piedra = 656,34 kg

Arena= Arena corregida/D.s.s.s

Arena= 459,22 kg

Peso Unitario del Hormigón= cemento + agua + piedra + arena

Peso Unitario del Hormigón= 2003,73 kg

CANTIDADES DE MATERIAL PARA 1 SACO DE EMENTO (50 KG)

Coeficiente (N° de sacos que se va a utilizar en 1 m³) = C/50

Coeficiente= 683,33 kg/50 kg = 13,67 sacos

Cemento: 50,0 kg

Agua: 15,0 kg

Piedra: 48,02 kg

Arena: 33,60 kg

Volumen suelto (condición suelto)

Cemento parihuela (40x40x20) cm³= 0,032 m³

Arena= Cantidad d material para 1 saco de cemento/P.V.S

Arena= 33,57/1160,5 = 0,029 m³

Piedra= 47,98/1446 = 0,033 m³

Agua= 15 L

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN UTILIZANDO CAJONETAS DE (40X40X20) CM

Volumen de cajoneta (Vc)= 0,0320 m³

Cemento:

Cemento= 0,032/0,032 = 1 saco

Arena:

Arena= 0,029/0,032= 1,0

Piedra:

Piedra= 0,033/0,032= 1,0

Agua:

Agua= 205/13,67= 15 L

Diseño del Hormigón 400 Kg/Cm²

NECESIDADES TECNICAS		
f _c	400.00	Kg/cm ²
f _{cr}	430.00	Kg/cm ²
Revenimiento	7.50	cm
Tamaño max.	19.00	mm

AGREGADO GRUESO		
P.V.V.	1604.00	Kg/m ³
P.V.S.	1446.60	Kg/m ³
D.s.s.s.	2020.00	Kg/m ³
Absorción	0.80	%
V.A.G.	0.60	-

AGREGADO FINO		
P.V.S.	1160.50	Kg/m ³
D.s.s.s.	2120.00	Kg/m ³
Modulo de finura	3.83	-
Absorción	5.00	%

γ cemento	2926.89	Kg/m ³
γ agua	1000.00	Kg/m ³

Cantidad de agua por m³		
Volumen de agua	205.00	Litros para cada m ³
	205.00	kg

Cantidad de cemento		
A/C	0.30	Kg/cm ²
C	683.33	Kg para cada m ³

Cantidad de volúmenes para 1 m³ de hormigón (V=P/γ)		
Cemento	0.2335	m ³
Agua	0.2050	m ³
Piedra	0.4764	m ³
Aire para 19mm	0.0200	%
Arena	0.0651	m ³

El 40% de agregado fino es lo máximo permitido con relación al volumen total que forman agregado grueso más fino.

V _t = V piedra + V arena	0.5415	m ³
V arena corregido = 40%V _t	0.2166	m ³
V piedra corregido = 60%V _t	0.3249	m ³

Peso en Kg en 1 Kg/m³ de hormigon (W=V*Y)			
Cemento	683.33	Kg	
Agua	205.00	Kg	
Piedra D.S.S.S.	656.34	Kg	
Arena D.S.S.S.	459.22	Kg	
Total	2003.89	Kg	
Cantidades de material para un saco de cemento (50 Kg)			
Coeficiente (N° de sacos que se va a utilizar) = C/50			
13.667			
& = W material/Coef.			
Cemento	50.00	Kg	
Agua	15.00	Kg	
Piedra	48.02	Kg	
Arena	33.60	Kg	
Volumen suelto (condicion: suelto)			
P = &/ (P.V.S)			
Cemento Parihuela (40x40x20)cm ³	0.032	m ³	
Arena	0.029	m ³	
Piedra	0.033	m ³	
Agua	15.000	kg = litros	
Calculo de altura (h) para cajonetas de (0.40x0.40)			
h = P/(0.40x0.40)			
h cajonetas de arena	0.2	m	
h cajonetas de piedra	0.2	m	
Dosificacion en cajonetas para la preparacion de hormigon			
fc	400.00	Kg/cm ²	
1 saco de cemento	50.00	kg	
Agua	15.00	Litros	
Arena	1.0 Cajonetas de	0.2 de altura	
Piedra	1.0 Cajonetas de	0.2 de altura	
Se utilizaran cilindros de 0.30 de alto x 0.15 de diametro			
Altura:	0.31 m	Volumen:	0.0053898 m ³
diámetro:	0.15 m	Volumen T:	0.0067372 m ³
#Cilindros:	1.25	Volumen Total mayorado en 20 %:	0.0080847 m ³

Cantidad de Materiales para un volumen de 0.0080847 m³				
Pesos para 1m³		Pesos para 0.008084692 m³		
cemento	683.33 kg	5.52	kg	
agua	205.00 kg	1.66	kg	1.66 L
piedra	656.34 kg	5.31	kg	
arena	459.22 kg	3.71	kg	

Diseño del Hormigón 350 Kg/Cm²

NECESIDADES TECNICAS		
f _c	350.00	Kg/cm ²
f _{cr}	384.90	Kg/cm ²
Revenimiento	7.50	cm
Tamaño max.	9,5	mm

AGREGADO GRUESO		
P.V.V.	1563.00	Kg/m ³
P.V.S.	1376.40	Kg/m ³
D.s.s.s.	2365.00	Kg/m ³
Absorción	1.00	%
V.A.G.	0.52	-

AGREGADO FINO		
P.V.S.	1246.15	Kg/m ³
D.s.s.s.	2230.00	Kg/m ³
Modulo de finura	4.42	-
Absorción	5.10	%

γ cemento	2926.89	Kg/m ³
γ agua	1000.00	Kg/m ³

Cantidad de agua por m³		
Volumen de agua	216.50	Litros para cada m ³
	216.50	kg

Cantidad de cemento		
A/C	0.30	Kg/cm ²
C	721.67	Kg para cada m ³

Cantidad de volúmenes para 1 m³ de hormigón (V=P/γ)		
Cemento	0.2466	m ³
Agua	0.2165	m ³
Piedra	0.3026	m ³
Aire prom.	0.0250	%
Arena	0.2093	m ³

El 40% de agregado fino es lo máximo permitido con relación al volumen total que forman agregado grueso más fino.

V _t = V piedra + V arena	0.5119	m ³
V arena corregido = 40%V _t	0.2048	m ³
V piedra corregido = 60%V _t	0.3072	m ³

Peso en Kg en 1 Kg/m ³ de hormigon (W=V*γ)		
Cemento	721.67	Kg
Agua	216.50	Kg
Piedra D.S.S.S.	725.61	Kg
Arena D.S.S.S.	456.13	Kg
Total	2119.91	Kg

Cantidades de material para un saco de cemento (50 Kg)

Coeficiente (N° de sacos que se va a utilizar) = C/50
14.43333333

	& = W material/Coef.	
Cemento	50.00	Kg
Agua	15.00	Kg
Piedra	50.27	Kg
Arena	31.60	Kg

Volumen suelto (condicion: suelto)

	P = &/ (P.V.S)	
Cemento Parihuela (40x40x20)cm ³	0.032	m ³
Arena	0.025	m ³
Piedra	0.037	m ³
Agua	15.000	kg = litros

Calculo de altura (h) para cajonetas de (0.40x0.40)

	h = P/(0.40x0.40)	
h cajonetas de arena	0.20	m
h cajonetas de piedra	0.20	m

Dosificacion en cajonetas para la preparacion de hormigon

fc	350.00	Kg/cm ²
1 saco de cemento	50.00	kg
Agua	15.00	Litros
Arena	0.8 Cajonetas de	0.20 de altura OK
Piedra	1.1 Cajonetas de	0.20 de altura OK

Se utilizaran cilindros de 0.30 de alto x 0.15 de diametro

Altura:	0.31 m	Volumen:	0.0053898 m ³
diametro:	0.15 m	Volumen T:	0.0067372 m ³
#Cilindros:	1.25	Volumen Total mayorado en 20 %:	0.0080847 m ³

Cantidad de Materiales para un volumen de 0.008084692 m³

Pesos para 1m ³		Pesos para: 0.008084692 m3	
cemento	721.67 kg	5.83	kg
agua	216.50 kg	1.75	kg
piedra	725.61 kg	5.87	kg
arena	456.13 kg	3.69	kg
			1.75 L

Diseño del Hormigón 300 Kg/Cm²

NECESIDADES TECNICAS		
f _c	300.00	Kg/cm ²
f _{cr}	334.90	Kg/cm ²
Revenimiento	7.50	cm
Tamaño max.	9,5	mm

AGREGADO GRUESO		
P.V.V.	1563.00	Kg/m ³
P.V.S.	1376.40	Kg/m ³
D.s.s.s.	2365.00	Kg/m ³
Absorción	1.00	%
V.A.G.	0.52	-

AGREGADO FINO		
P.V.S.	1160.50	Kg/m ³
D.s.s.s.	2120.00	Kg/m ³
Modulo de finura	3.83	-
Absorción	5.00	%

γ cemento	2926.89	Kg/m ³
γ agua	1000.00	Kg/m ³

Cantidad de agua por m³		
Volumen de agua	216.50	Litros para cada m ³
	216.50	kg

Cantidad de cemento		
A/C	0.30	Kg/cm ²
C	721.67	Kg para cada m ³

Cantidad de volúmenes para 1 m³ de hormigón (V=P/γ)		
Cemento	0.2466	m ³
Agua	0.2165	m ³
Piedra	0.3026	m ³
Aire prom.	0.0250	%
Arena	0.2093	m ³

El 40% de agregado fino es lo máximo permitido con relación al volumen total que forman agregado grueso más fino.

V _t = V piedra + V arena	0.5119	m ³
V arena corregido = 40%V _t	0.2048	m ³
V piedra corregido = 60%V _t	0.3072	m ³

Peso en Kg en 1 Kg/m ³ de hormigon (W=V*γ)		
Cemento	721.67	Kg
Agua	216.50	Kg
Piedra D.S.S.S.	725.61	Kg
Arena D.S.S.S.	433.63	Kg
Total	2097.41	Kg

Cantidades de material para un saco de cemento (50 Kg)

Coeficiente (N° de sacos que se va a utilizar) = C/50
14.43333333

	& = W material/Coef.	
Cemento	50.00	Kg
Agua	15.00	Kg
Piedra	50.27	Kg
Arena	30.04	Kg

Volumen suelto (condicion: suelto)

	P = &/(P.V.S)	
Cemento Parihuela (40x40x20)cm ³	0.032	m ³
Arena	0.026	m ³
Piedra	0.037	m ³
Agua	15.000	kg = litros

Calculo de altura (h) para cajonetas de (0.40x0.40)

	h = P/(0.40x0.40)	
h cajonetas de arena	0.20	m
h cajonetas de piedra	0.20	m

Dosificacion en cajonetas para la preparacion de hormigon

fc	300.00	Kg/cm ²
1 saco de cemento	50.00	kg
Agua	15.00	Litros
Arena	1.0 Cajonetas de	0.20 de altura OK
Piedra	1.0 Cajonetas de	0.20 de altura OK

Se utilizaran cilindros de 0.30 de alto x 0.15 de diametro

Altura:	0.31 m	Volumen:	0.0053898 m ³
diametro:	0.15 m	Volumen T:	0.0067372 m ³
#Cilindros:	1.25	Volumen Total mayorado en 20 %:	0.0080847 m ³

Cantidad de Materiales para un volumen de 0.008084692 m³

Pesos para 1m ³			Pesos para: 0.008084692 m ³		
cemento	721.67	kg	5.83	kg	1.75 L
agua	216.50	kg	1.75	kg	
piedra	725.61	kg	5.87	kg	
arena	433.63	kg	3.51	kg	

Diseño del Hormigón 280 Kg/Cm²

NECESIDADES TECNICAS		
f _c	280.00	Kg/cm ²
Revenimiento	7.50	cm
Tamaño max.	9,5	mm

AGREGADO GRUESO		
P.V.V.	1522.00	Kg/m ³
P.V.S.	1306.20	Kg/m ³
D.s.s.s.	2710.00	Kg/m ³
Absorción	1.20	%
V.A.G.	0.49	-

AGREGADO FINO		
P.V.S.	1604.00	Kg/m ³
D.s.s.s.	1446.60	Kg/m ³
Modulo de finura	2020.00	-
Absorción	0.80	%
	0.600	
γ cemento	2926.89	Kg/m ³
γ agua	1000.00	Kg/m ³

Cantidad de agua por m³		
Volumen de agua	228.00	Litros para cada m ³
	228.00	kg

Cantidad de cemento		
A/C	0.50	Kg/cm ²
C	456.00	Kg para cada m ³

Cantidad de volúmenes para 1 m³ de hormigón (V=P/γ)		
Cemento	0.1558	m ³
Agua	0.2280	m ³
Piedra	0.2362	m ³
Aire para 3/8	0.0300	%
Arena	0.3500	m ³

El 40% de agregado fino es lo máximo permitido con relación al volumen total que forman agregado grueso más fino.

V _t = V piedra + V arena	0.5862	m ³
V arena corregido = 40%V _t	0.2345	m ³
V piedra corregido = 60%V _t	0.3517	m ³

Peso en Kg en 1 Kg/m ³ de hormigon (W=V*y)		
Cemento	456.00	Kg
Agua	228.00	Kg
Piedra D.S.S.S.	953.17	Kg
Arena D.S.S.S.	339.20	Kg
Total	1976.37	Kg

Cantidades de material para un saco de cemento (50 Kg)

Coeficiente (N° de sacos que se va a utilizar) = C/50
9.12

	& = W material/Coef.	
Cemento	50.00	Kg
Agua	25.00	Kg
Piedra	104.51	Kg
Arena	37.19	Kg

Volumen suelto (condicion: suelto)

	P = &/ (P.V.S)	
Cemento Parihuela (40x40x20)cm ³	0.032	m ³
Arena	0.023	m ³
Piedra	0.080	m ³
Agua	25.000	kg = litros

Calculo de altura (h) para cajonetas de (0.40x0.40)

	h = P/(0.40x0.40x0.2)	
h cajonetas de arena	0.20	m
h cajonetas de piedra	0.20	m

Dosificacion en cajonetas para la preparacion de hormigon

fc	280.00	Kg/cm ²
1 saco de cemento	50.00	kg
Agua	25.00	Litros
Arena	1.0 Cajonetas de	0.20 de altura OK
Piedra	2.5 Cajonetas de	0.20 de altura OK

Se utilizaran cilindros de 0.30 de alto x 0.15 de diametro

Altura:	0.31 m	Volumen:	0.0053898 m ³
diametro:	0.15 m	Volumen T:	0.0067372 m ³
#Cilindros:	1.25	Volumen Total mayorado en 20 %:	0.0080847 m ³

Cantidad de Materiales para un volumen de 0.008084692 m³

Pesos para 1m ³		Pesos para: 0.008084692 m ³		
cemento	456.00 kg	3.69	kg	
agua	228.00 kg	1.84	kg	1.84 L
piedra	953.17 kg	7.71	kg	
arena	339.20 kg	2.74	kg	

3.4 Ensayos de compresión

Los ensayos de compresión se los realizó de acuerdo con la guía de la norma NTE INEN 1573: 2010.



UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Proyecto: Diseño de Hormigones De Alta Resistencia
Resistencia Solicitada: 400 kg/cm² (AGREGADO 3/4)
Reporte N°: 1
Norma: NTE INEN 1573: 2010

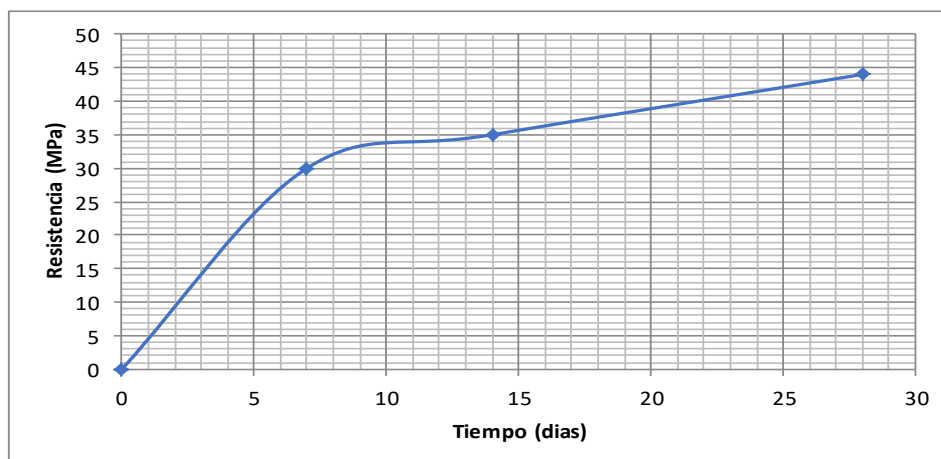
RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN CILINDROS DE HORMIGÓN

F'c= 400 kg/cm² (AGREGADO 3/4)

N°	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad	Diámetro	Área	Carga	Resistencia a la Compresión	
			Dias	cm	cm ²	Kn	kg/cm ²	MPa
1	27/06/2018	04/07/2018	7	15	176.71	500	290.00	30
2	27/06/2018	04/07/2018		15	176.71	550	319.00	
3	27/06/2018	11/07/2018	14	15	176.71	610	353.80	35
4	27/06/2018	11/07/2018		15	176.71	610	353.80	
5	27/06/2018	25/07/2018	28	15	176.71	755	437.90	44
6	27/06/2018	25/07/2018		15	176.71	750	435.00	

Datos de cilindros de Hormigon

N°	Peso (kg)	Volume n (m ³)	Peso Unitario
1	12.757	0.0053	2407.0
2	12.809	0.0053	2416.8
3	12.697	0.0053	2395.7
4	12.569	0.0053	2371.5
5	12.617	0.0053	2380.6
6	12.738	0.0053	2403.4





LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

Proyecto: Diseño de Hormigones De Alta Resistencia

Resistencia Solicitada: 350 kg/cm² (COMBINACIÓN C2)

Reporte N°: 2

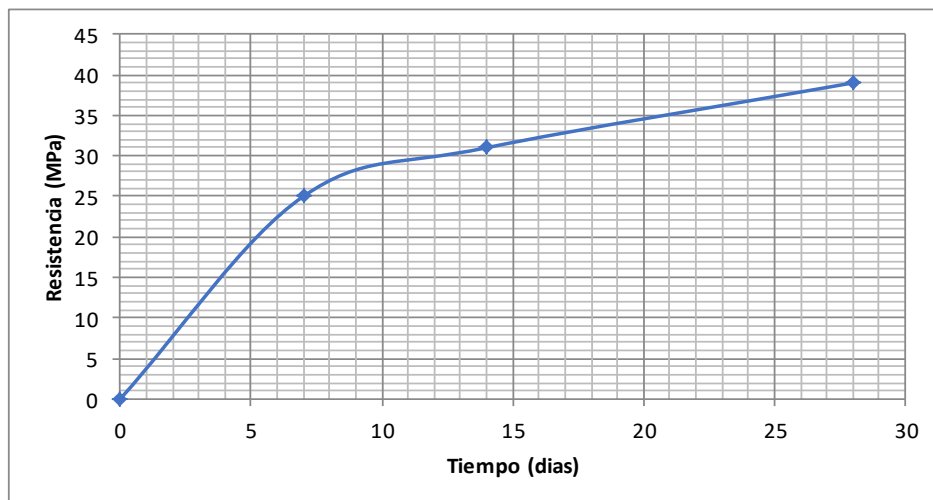
Norma: NTE INEN 1573: 2010

C2 = Combinación de C1 mas combinación del polvo de piedra mas arena gruesa

RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN CILINDROS DE HORMIGÓN

F'c= 350 kg/cm ² (COMBINACIÓN C2)								
N°	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad	Diámetro	Área	Carga	Resistencia a la Compresión	
			Dias	cm	cm ²	Kn	kg/cm ²	MPa
1	29/06/2018	06/07/2018	7	15	176.71	425	246.50	25
2	29/06/2018	06/07/2018		15	176.71	425	246.50	
3	29/06/2018	13/07/2018	14	15	176.71	550	319.00	31
4	29/06/2018	13/07/2018		15	176.71	530	307.40	
5	29/06/2018	27/07/2018	28	15	176.71	685	397.30	39
6	29/06/2018	27/07/2018		15	176.71	670	388.60	

Datos de cilindros de Hormigon			
N°	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Peso Unitario
1	12.567	0.0053	2371.1
2	12.869	0.0053	2428.1
3	12.398	0.0053	2339.2
4	12.477	0.0053	2354.2
5	12.412	0.0053	2341.9
6	12.892	0.0053	2432.5





LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

Proyecto: Diseño de Hormigones De Alta Resistencia

Resistencia Solicitada: 300 kg/cm² (COMBINACIÓN C1)

Reporte N°: 3

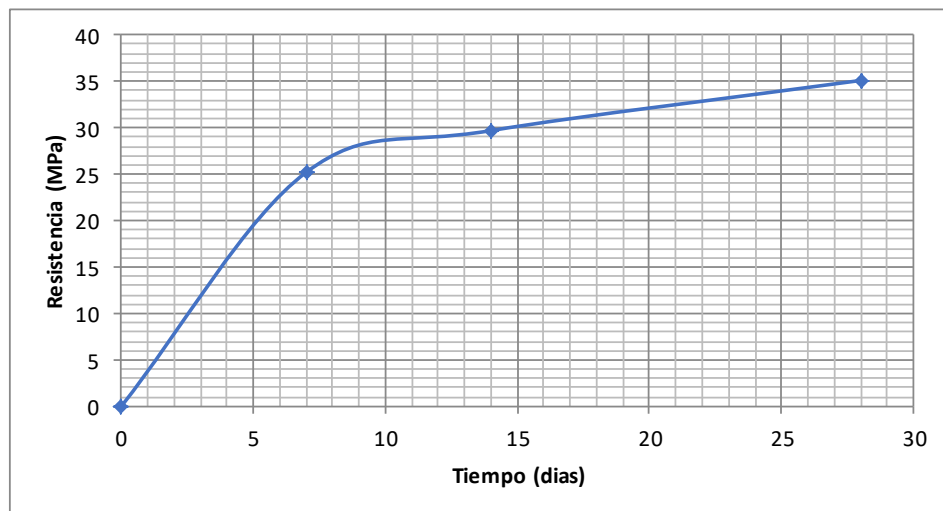
Norma: NTE INEN 1573: 2010

C1 = Combinación del agregado de 19 mm mas el de 9.5 mm

RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN CILINDROS DE HORMIGÓN

F'c= 300 kg/cm ²								
N°	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad	Diámetro	Área	Carga	Resistencia a la Compresión	
			Dias	cm	cm ²	Kn	kg/cm ²	MPa
1	28/06/2018	05/07/2018	7	15	176.71	420	243.60	25
2	28/06/2018	05/07/2018		15	176.71	450	261.00	
3	28/06/2018	12/07/2018	14	15	176.71	500	290.00	30
4	28/06/2018	12/07/2018		15	176.71	525	304.50	
5	28/06/2018	26/07/2018	28	15	176.71	600	348.00	35
6	28/06/2018	26/07/2018		15	176.71	610	353.80	

Datos de cilindros de Hormigon			
N°	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Peso Unitario
1	12.257	0.0053	2312.6
2	12.595	0.0053	2376.4
3	12.397	0.0053	2339.1
4	12.403	0.0053	2340.2
5	12.241	0.0053	2309.6
6	12.62	0.0053	2381.1





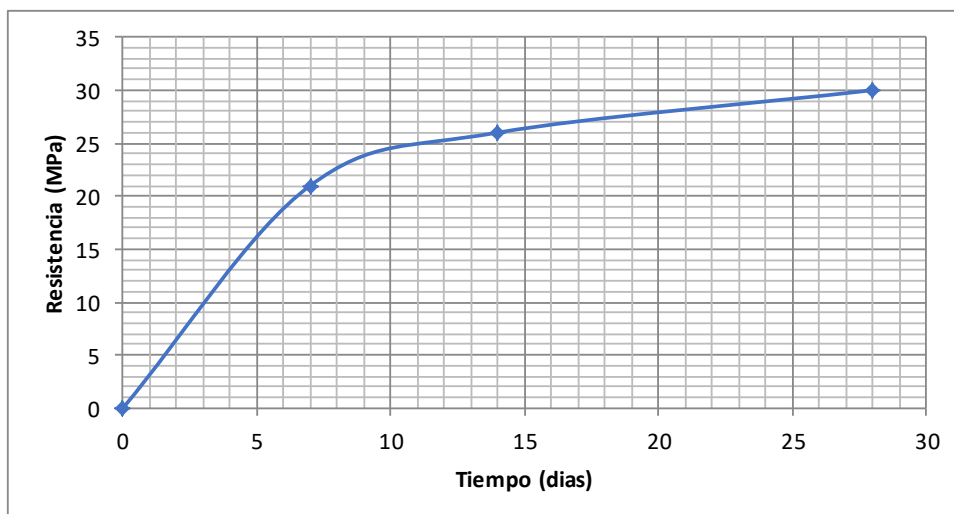
LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

Proyecto: Diseño de Hormigones De Alta Resistencia
Resistencia Solicitada: 280 kg/cm² (AGREGADO 3/8)
Reporte N°: 4
Norma: NTE INEN 1573: 2010

RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN CILINDROS DE HORMIGÓN

F'c= 280 kg/cm ² (AGREGADO 3/8)								
N°	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad Dias	Diámetro cm	Área cm ²	Carga Kn	Resistencia a la Compresión	
							kg/cm ²	MPa
1	03/07/2018	10/07/2018	7	15	176.71	335	194.30	21
2	03/07/2018	10/07/2018		15	176.71	375	217.50	
3	03/07/2018	17/07/2018	14	15	176.71	455	263.90	26
4	03/07/2018	17/07/2018		15	176.71	425	246.50	
5	03/07/2018	31/07/2018	28	15	176.71	585	339.30	34
6	03/07/2018	31/07/2018		15	176.71	575	333.50	

Datos de cilindros de Hormigon			
N°	Peso (kg)	Volume n (m ³)	Peso Unitario
1	12.498	0.0053	2358.1
2	12.477	0.0053	2354.2
3	12.19	0.0053	2300.0
4	12.474	0.0053	2353.6
5	12.261	0.0053	2313.4
6	12.546	0.0053	2367.2



3.4 Análisis de Precios Unitarios

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: HORMIGON SIMPLE f'c= 400 kg/cm2					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O) Concretera	1	3.13	3.13	2.0000	5.6100 6.2600
				SUBTOTAL M	11.8700
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal (B)	Costo día (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Peón	2	28.05	56.10	2.0000	112.2000
				SUBTOTAL N	112.2000
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad (A)	P. Unitario (B)	Costo (C=A*B)
Cemento		Saco	13.6700	8.5000	116.1950
Agua		m ³	0.2050	0.0688	0.0141
Arena		m ³	0.2166	16.0000	3.4656
Piedra		m ³	0.3249	25.0000	8.1225
				SUBTOTAL O	127.7972
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)					251.8672
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					37.7801
VALOR OFERTADO					289.65

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: HORMIGON SIMPLE f'c= 350 kg/cm2					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O) Concretera	1	3.13	3.13	2.0000	5.6100 6.2600
				SUBTOTAL M	11.8700
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal (B)	Costo día (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Peón	2	28.05	56.10	2.0000	112.2000
				SUBTOTAL N	112.2000
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad (A)	P. Unitario (B)	Costo (C=A*B)
Cemento		Saco	14.4300	8.5000	122.6550
Agua		m ³	0.2165	0.0688	0.0149
Arena		m ³	0.2048	16.0000	3.2768
Piedra		m ³	0.3072	25.0000	7.6800
				SUBTOTAL O	133.6267
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)					257.6967
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					38.6545
VALOR OFERTADO					296.35

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: HORMIGON SIMPLE f'c= 300 kg/cm2					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O) Concretera	1	3.13	3.13	2.0000	5.6100 6.2600
				SUBTOTAL M	11.8700
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal (B)	Costo día (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Peón	2	28.05	56.10	2.0000	112.2000
				SUBTOTAL N	112.2000
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad (A)	P. Unitario (B)	Costo (C=A*B)
Cemento		Saco	14.4300	8.5000	122.6550
Agua		m ³	0.2165	0.0688	0.0149
Arena		m ³	0.2048	16.0000	3.2768
Piedra		m ³	0.3072	25.0000	7.6800
				SUBTOTAL O	133.6267
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)					257.6967
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					38.6545
VALOR OFERTADO					296.35

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: HORMIGON SIMPLE f'c= 280 kg/cm2					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O) Concretera	1	3.13	3.13	2.0000	5.6100 6.2600
				SUBTOTAL M	11.8700
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal (B)	Costo día (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Peón	2	28.05	56.10	2.0000	112.2000
				SUBTOTAL N	112.2000
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad (A)	P. Unitario (B)	Costo (C=A*B)
Cemento		Saco	9.1200	8.5000	77.5200
Agua		m ³	0.2288	0.0688	0.0157
Arena		m ³	0.2345	16.0000	3.7520
Piedra		m ³	0.3517	25.0000	8.7925
				SUBTOTAL O	90.0802
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)					214.1502
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					32.1225
VALOR OFERTADO					246.27

3.6 Programación de Obras

“Realizar una buena gestión es importante para el éxito en la ejecución de cualquier proyecto civil. Una buena programación de obras posibilita la realización del control necesario para ejecutar el proyecto dentro de un margen razonable de tiempo y costo. Lámala estimación de la duración y costo de las actividades son riesgos en una programación de obras que pueden conllevar al fracaso de un proyecto [35].”

		Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1			DISEÑO DE HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA	41 días	mié 18/07/18	lun 27/08/18	
2			Obtencion del material petreo en el campamento el Pedregal	1 día	mié 23/05/18	mié 23/05/18	
3			Propiedades Fisicas y Mecanicas de los agregados	10 días	mié 30/05/18	vie 08/06/18	2CC+7 días
4			Elaboracion de las Porbetas Cilindricas de Hormigón	1 día	mié 13/06/18	mié 13/06/18	3CC+14 días
5			Desencofrado y Curado de las probetas de Hormigón	1 día	mié 13/06/18	mié 13/06/18	4CC
6			Rotura de Probetas cilindricas de hormigón a los 7 días	7 días	mié 20/06/18	mar 26/06/18	5CC+7 días
7			Rotura de Probetas cilindricas de hormigón a los 14 días	7 días	mié 27/06/18	mar 03/07/18	6CC+7 días
8			Rotura de Probetas cilindricas de hormigón a los 28 días	14 días	mié 11/07/18	mar 24/07/18	7CC+14 días

Figura 11: Programación de obras de diseño de hormigón de alta resistencia
Fuente: El Autor

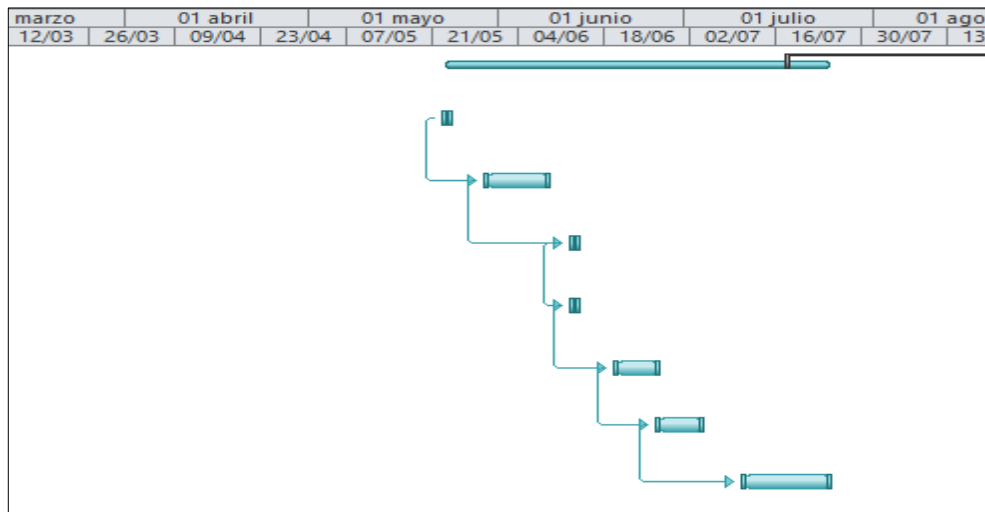


Figura 12: Diagrama de Barras
Fuente: El Autor, 2018

CONCLUSIONES

- Por medios ensayos de laboratorio se dio a conocer las propiedades físicas y mecánicas de los agregados finos y gruesos provenientes de la Cantera vega Rivera del cantón Santa Rosa con el fin de ser utilizados para el diseño de hormigones de alta resistencia.
- El ensayo de consistencia del cemento conocer la relación de agua/cemento que es igual a 0.3 valor con el que partimos para el diseño de hormigones.
- Con el uso de diferentes valores de la relación agua/cemento como son: 0.3, 0.4, 0.5 y 0.6, se procedió a diseñar hormigones con los diferentes tamaños de agregados gruesos (3/4 y 3/8), se diseñaron un total de 112 probetas cilíndricas.
- La metodología de ACI, siendo un método de alto índice de fiabilidad nos permitió obtener las respectivas dosificaciones para mezclas de hormigón cuya resistencia de diseño fueron la siguiente: 400 kg/cm², 350 kg/cm², 300 kg/cm² y 280 kg/cm², los cuales al ser sometidos a esfuerzo de compresión los valores obtenidos fueron mayores a los especificados.

RECOMENDACIONES

- Para que efectuar los ensayos de laboratorio de una manera correcta es necesario seguir los procedimientos establecidos por la norma NTE INEN para cada ensayo respectivo.
- Tener la vestimenta adecuada e implementos necesarios para la manipulación de cualquier equipo de laboratorio.
- Para el diseño de hormigón es muy importante verificar que las probetas cilíndricas estén en buen estado, así mismo cuando se proceda a llenar con mezcla de hormigón se debe compactar de una manera correcta usando una varilla de acero y un martillo cabeza de caucho, para evitar espacio vacíos dentro de la probeta y no afecte en su resistencia final.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] A. M. P. C. R. A. Berenguer, J. C. Mariz, Â. Just, E. C. B. Monteiro, P. Helene, R. A. Oliveira, "Evaluación comparativa del comportamiento mecánico de concretos aligerados con aire incorporado," *Alconpat*, vol. 2, pp. 178–193, 2019.
- [2] T. González Díaz, Liliana; Frómata Salas, Zenaida; Castaño Cardoza, "Recomendaciones Para Mezclas De Hormigón Hidráulico En La Construcción De Viviendas En Santiago De Cuba," *Cienc. en su PC*, no. 3, pp. 55–71, 2015.
- [3] D. C. Gámez-García *et al.*, "Estudio de factibilidad y caracterización de áridos para hormigón estructural," *Ing. y Desarro.*, vol. 35, no. 2, pp. 283–304, 2017.
- [4] C. Britez and P. Helene, "Uso del hormigón de altas prestaciones en columnas estructurales con vistas a la sostenibilidad.," *Alconpat*, vol. 5, pp. 74–83, 2015.
- [5] M. Fuentes, A. Zúñiga, M. Díaz, E. Rocha, and S. Díaz, "Molienda mecánica por alta energía de minerales mexicanos para producir concreto de alto desempeño (CAD)," *Ing. Construcción*, vol. 29, pp. 256–269, 2014.
- [6] Z. Paulette and I. Noelia, "Comportamiento Mecánico en Zonas de Alta Sismicidad de Hormigón de Alta Resistencia con Fibras," *Cienc. en su Pc*, pp. 29–41, 2017.
- [7] Y. Silva, D. Burgos, W. Valencia, S. Delvasto, and J. Alvarez, "Concretos autocompactantes a partir de lodo calcáreo de la industria papelera," *Rev. la Constr.*, vol. 12, no. 2, pp. 166–176, 2013.
- [8] M. Ruda Arias and D. Fernando Páez Moreno, "Anclajes Posinstalados Concretos de Alta Resistencia," *Cienc. e Ing. Neogranadina*, vol. 27, no. 2, pp. 137–156, 2017.
- [9] A. J. Bracamonte, M. L. Vertel, and J. A. Cepeda, "Caracterización físico-mecánica de agregados pétreos de la formación geológica Toluvejo (Sucre) para producción de concreto," *Sci. Tech.*, vol. 18, no. 2, pp. 429–436, 2013.
- [10] L. Marina Torrado Gómez and M. Fernanda Serrano Guzmán, "Propiedades Mecánicas de los Agregados Ante Variaciones Climáticas: Reporte de caso en Bucaramanga," *Prospectiva*, vol. 11, pp. 30–39, 2013.
- [11] A. Ter and C. R. Salinas, "Diseño basado en desplazamientos de estructuras esenciales," *Ing. Sísmica*, vol. 100, no. 89, pp. 78–100, 2013.
- [12] N. Camargo Pérez and C. Higuera Sandoval, "Concreto Hidráulico Modificado con

- Silice obtenida de la cascarilla de arroz.," *Cienc. e Ing. Neogranadina*, vol. 27, pp. 91–110, 2017.
- [13] M. Torres-Carrasco and F. Puertas, "La activación alcalina de diferentes aluminosilicatos como una alternativa al Cemento Portland: cementos activados alcalinamente o geopolímeros," *Rev. Ing. Constr.*, vol. 32, no. 2, pp. 5–12, 2017.
- [14] Holcim Ecuador, "Holcim Fuerte," 2015.
- [15] C. Hernando, H. J. Elizabeth, and A. J. Alberto, "Caracterización de mezclas semidensas con agregados de la región de Tunja," *Fac. Ing.*, vol. 23, no. 36, pp. 39–51, 2014.
- [16] A. J. C. Cáceres, "Memorias del Diagnóstico Ambiental en Planta de Hormigón.," *Arquit. e Ing.*, vol. 8, no. 2, pp. 1–19, 2014.
- [17] E. N. I. 1855-1, "Hormigones. Hormigón Premezclado. Requisitos," 2014.
- [18] A. Fernandez, J. Morales, and F. Soto, "Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días.," *Ing. UC*, vol. 23, pp. 197–203, 2016.
- [19] I. Del, T. D. E. Curado, H. En, L. A. Resistencia, and Y. D. Del, "Influencia del Tiempo de Curado Húmedo en la Resistencia y Durabilidad del Concreto en el Clima Tropical," *Concreto y Cem. Investig. y Desarro.*, vol. 4, pp. 12–25, 2013.
- [20] J. E. Díaz, S. R. Izquierdo, R. M. de Gutiérrez, and M. Gordillo S., "Mezcla ternaria de cemento portland, escoria de alto horno y piedra caliza: Resistencia mecánica y durabilidad," *Rev. la Constr.*, vol. 12, no. 3, pp. 53–60, 2013.
- [21] V. Letelier, R. Osses, and G. Valdés, "Utilización de metodologías para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón estructural fabricado con áridos reciclados," *Ingeniería y Cienc.*, vol. 10, pp. 179–195, 2014.
- [22] I. N. F. M. Ramirez, "Evaluación Ambiental del Proceso de Explotacion de Materiales en el Lecho del Rio San Agustín en la cantera Vega Rivera.," UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO, 2015.
- [23] J. L. Y. Chan, R. C. Solís, and É. I. Moreno, "Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto," *Ingeniería*, vol. 7, no. 2, pp. 39–46, 2003.
- [24] J. T. Corral, "Caracterización Granulometrica de las Plantas Productoras de

- Arena en la Republica Dominicana, su impacto en la calidad y costo del Hormigón.,” *Cienc. y Soc. Cienc. Y Soc. Vol. XXXVII*, vol. 3, pp. 293–334, 2012.
- [25] R. Jacinto and C. Barreto, “Hormigones De Alta Resistencia ($f'c = 42$ MPa.), Utilizando Agregados Del Sector De Ambuqui y Cemento Armaduro Especial-Lafarge,” Universidad Central Del Ecuador Facultad De Ingeniería, Ciencias Físicas Y Matemática Carrera De Ingeniería Civil, 2014.
- [26] Y. L. Palacio León, Öscar; Chávez Porras, Álvaro; Velásquez Castiblanco, “Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados,” *Tecnura*, vol. 21, pp. 96–106, 2017.
- [27] Y. L. Palacio León, Öscar; Chávez Porras, Álvaro; Velásquez Castiblanco, “Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados,” *Tecnura*, vol. 21, pp. 96–106, 2017.
- [28] P. T. MayraJaq ueline, “Hormigones de Alta Resistencia ($f'c = 44$ MPa) Utilizando Agregados del sector de Guayllabamaba y Cemento Campeón Especial - Lafarge.,” Universidad Central del Ecuador, Facultad de INgenieria en Ciencias Físicas , Carrera de Ingenieria Civil, 2014.
- [29] N. T. Ecuatoriana, A. Menores, E. L. Uso, D. E. L. A. Máquina, and L. O. S. Ángeles, “NTE INEN 860 : 2011,” p. 10, 2011.
- [30] INEN, “Áridos. Determinación de la Densidad Relativa(Gravedad Especifica) y Absorción del Arido Grueso.,” *Nte Inen 8572010*, vol. 1, no. Primera Edición, pp. 1–14, 2010.
- [31] E. T. Y. Juárez, “Evaluación de Concretos Elaborados de acuerdo a los Metodos de Diseño“Vitervo O’reilly y Practica Estandar de selección de proporciones de Concreto de Masa Normal y Pesada (ACI 211.1),” p. 139, 2007.
- [32] Y. Guillen, J. Soto, and F. Soto, “Evaluación del comportamiento de las probetas cilíndricas de dimensiones 10 , 6 × 21 , 2 cm para el control de calidad del concreto.,” vol. 20, pp. 35–44, 2013.
- [33] J. A. Cabrera-Madrid, J. I. Escalante-García, and P. Castro-Borges, “Resistencia a la compresión de concretos con escoria de alto horno. Estado del arte revisitado,” *Rev. Alconpat*, vol. 6, no. 1, pp. 64–83, 2016.
- [34] L. Consuegra and H. Puentes, “Comparación de los valores de resistencia a compresión del hormigón a la edad de 7 y 28 días.,” *Arquit. e Ing.*, vol. 10, pp. 1–9, 2016.

- [35] H. D. Gómez and A. Orobio, "Efectos de la incertidumbre en la programación de proyectos de construcción de carreteras," *Dyna*, vol. 82, no. 193, pp. 155–164, 2015.

ANEXOS

ANEXO1: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO HOLCIM FUERTE TIPO GU



Confianza que construye.

Holcim Fuerte.

Cemento hidráulico Tipo GU para la construcción en general.

Holcim Ecuador S.A.



Requisitos específicos de la Norma NTE INEN 2380:2011.

Composición química

La NTE INEN 2380 no especifica la composición química para el cemento. Sin embargo, el cemento debe ser analizado para propósitos informativos.

Propiedades físicas

El cemento del tipo especificado debe cumplir con todos los requisitos físicos normalizados mostrados en la tabla 1 de la NTE INEN 2380.

Cuando se especifiquen requisitos opcionales, el cemento debe cumplir con los límites opcionales aplicables de la tabla 2 de la norma NTE INEN 2380.

Especificaciones técnicas de Holcim Fuerte Tipo GU.

Requisitos químicos

No se especifican requisitos químicos para los cementos por desempeño en la NTE INEN 2380; sin embargo, los constituyentes individuales molidos y mezclados deben ser analizados durante la producción.

Requisitos físicos

	INEN 2380	Valor referencial
Cambio de longitud por autoclave, % máximo	0.80	-0.06
Tiempo de fraguado inicial, método de Vicat		
No menos de, minutos	45	190
No más de, minutos	420	
Contenido de aire del mortero, en volumen, %	A	3
Resistencia a la compresión, MPa, mínimo		
1 día	A	9
3 días	13	17
7 días	20	22
28 días	28	31
Expansión en barras de mortero 14 días, % máx.	0.020	0.002

La información que consta en el cuadro técnico corresponde al promedio de las datos obtenidos en el período en curso. Los datos son del cemento típico despachado por Holcim; los despachos individuales pueden tener variaciones.

(A) Límite no especificado por la NTE INEN 2380. Resultado reportado sólo como información.

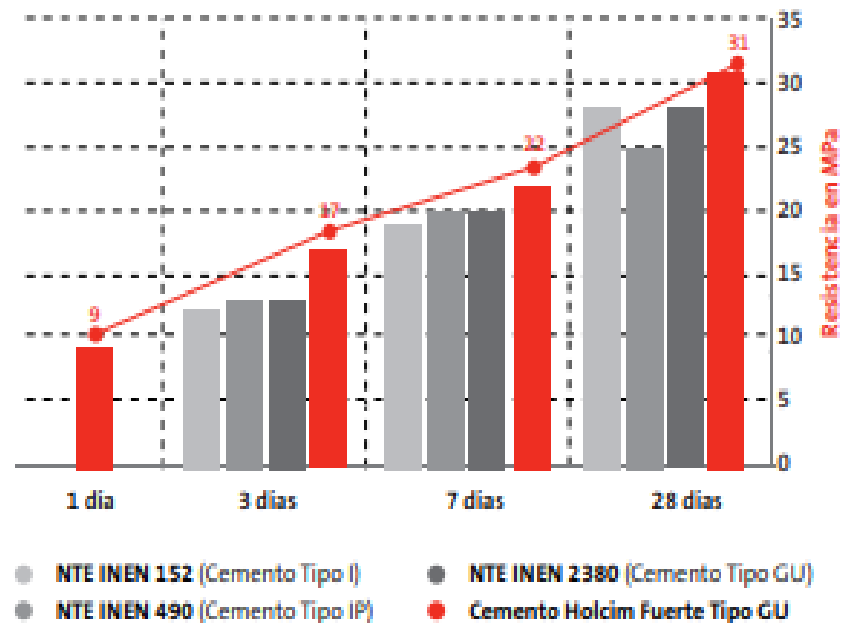
Calidad

Las especificaciones por desempeño contempladas en la Norma INEN 2380 indican que los cementos Tipo GU son aptos para la construcción de todo tipo de estructuras de hormigón donde no se requieran propiedades especiales. Nuestro cemento Holcim Fuerte Tipo GU es un producto de alta calidad que supera los requisitos establecidos en la Norma NTE INEN 2380, brindando seguridad y confianza al constructor en todos los campos de la ingeniería.

Resistencia

Por su adecuada formulación, los cementos Holcim Fuerte Tipo GU permiten elaborar hormigones con las resistencias requeridas para cualquier tipo y tamaño de construcción, pues su resistencia es superior a las especificadas en las Normas INEN 152, INEN 490 e INEN 2380, para los cementos de uso general.

Comparativo de resistencia



**ANEXO 2. TABLA DE RESISTENCIAS F'c, DE ACUERDO CON LOS DISTINTOS
TAMAÑO DE AGREGADOS Y COMBINACIONES DE LOS MISMO.**



UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



**Diseño de Hormigones de Alta Resistencia (HAR) con agregados de la cantera
Vega Rivera**

RESISTENCIAS DEFINITIVAS CON DISTINTOS VALORES DE A/C, DIFERENTES
TAMAÑOS DE AGREGADOS Y COMBINACION DE LOS MISMOS

	3/4	3/8	C1	C2
A/C	f'c kg/cm2	f'c kg/cm2	f'c kg/cm2	f'c kg/cm2
0.3	440	350	350	390
0.4	290	330	330	320
0.5	270	280	250	210
0.6	170	150	170	150

3/4 = Agregado grueso de 19 mm

3/8 = Agregado grueso de 9.5 mm

C1 = Combinacion del agregado de 19 mm mas el de 9.5 mm

C2 = Combinacion de C1 mas combinacion del polvo de piedra mas arena gruesa

ANEXO 3. ENSAYOS DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO



UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
 UNIDAD ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE HORMIGÓN

ENSAYO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

NORMA: NTE INEN 696: 2011 (ASTM C-136)

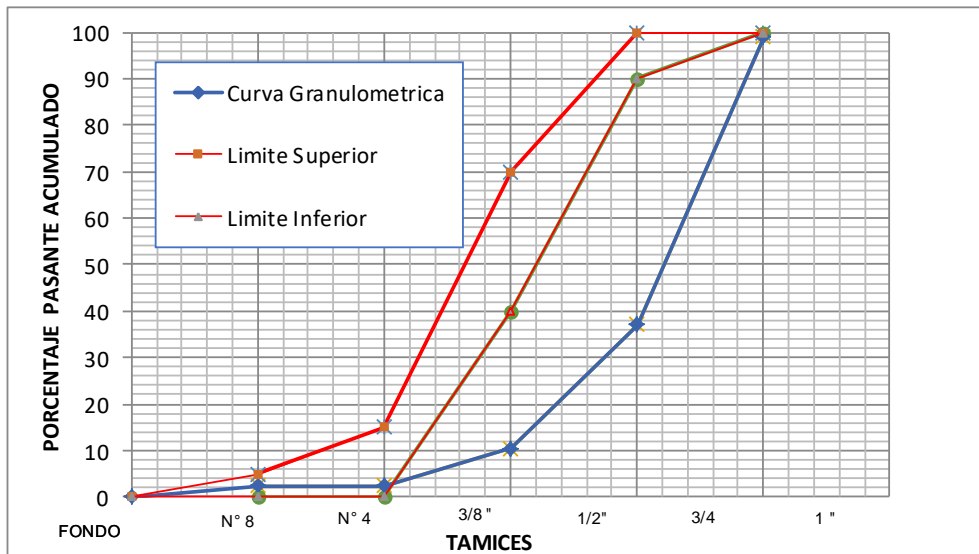
ORIGEN Cantera Vega Rivera

FECH Miércoles 30 de mayo del 2018

AGREGADO 3/4

Masa de la Muestra: 5000 g						LIMITES ESPECIFICOS	
TAMIZ		RETENIDO		RETENIDO	PASA	Max	Min
Pulg.	mm	PARCIAL	ACUMULADO	%	%		
2 1/2		0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
2	50	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
1 1/2	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
1	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4	19	50.00	50.00	1.01	98.99	90.00	100.00
1/2	12.5	3063.00	3113.00	63.00	37.00		
3/8	9.5	1314.00	4427.00	89.60	10.40	70.00	40.00
N°4	4.75	399.00	4826.00	97.67	2.33	15.00	0.00
N°8	2.36	0	4826.00	97.67	2.33	5.00	0.00
Bandeja		115	4941.00	100.00	0.00	-	-

Modulo de Finura	=	3.49
TMN	=	3/4





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



LABORATORIO DE HORMIGÓN

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

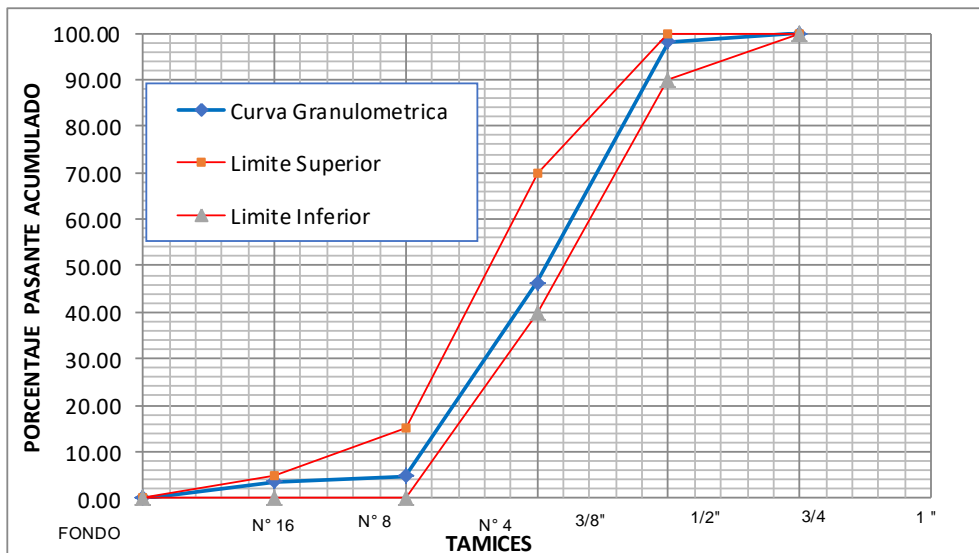
NORMA: NTE INEN 696: 2011 (ASTM C-136)

ORIGEN Cantera Vega Rivera

FECH Miércoles 30 de mayo del 2018

AGREGADO 3/8

Masa de la Muestra: 5000 g						LÍMITES ESPECÍFICOS	
TAMIZ		RETENIDO		RETENIDO	PASA	MAX	MIN
Pulg.	mm	PARCIAL	ACUMULADO	%	%		
2 1/2		0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
2	50	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1 1/2	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/4	19	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2	12.5	5.00	5.00	0.10	99.90	100.00	90.00
3/8	9.5	83.00	88.00	1.76	98.24	70.00	40.00
Nº4	4.75	2592.00	2680.00	53.60	46.40	15.00	0.00
Nº8	2.36	2079	4759.00	95.18	4.82	5.00	0.00
Nº16	1.18	64	4823.00	96.46	3.54	0	0
Bandeja		177	5000.00	100.00	0.00	-	-
Modulo de Finura		=	2.47				
TMN		=	3/8				



ANEXO 4. ENSAYOS DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO



UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE HORMIGÓN

ENSAYO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

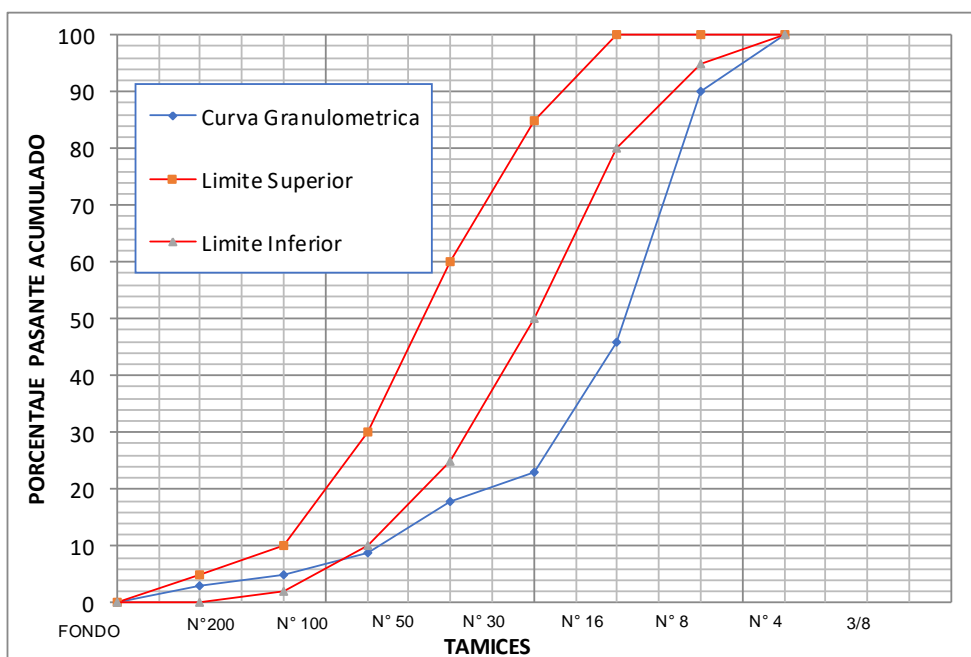
NORMA: NTE INEN 696: 2011 (ASTM C-136)

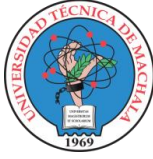
ORIGEN Cantera Vega Rivera

FECH Miércoles 30 de mayo del 2018

POLVO DE PIEDRA

Masa de la Muestra: 1000 G						LIMITES ESPECIFICOS	
TAMIZ		RETENIDO		RETENIDO	PASA	MAX	MIN
Pulg.	mm	PARCIAL	ACUMULADO	%	%		
3/8	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N°4	4.75	9.13	9.13	0.91	99.09	100.00	95.00
N°8	2.36	530.94	540.07	54.04	45.96	100.00	80.00
N°16	1.18	227.92	767.99	76.85	23.15	85.00	50.00
N°30	0.6	53.83	821.82	82.24	17.76	60.00	25.00
N°50	0.3	88.97	910.79	91.14	8.86	30.00	10.00
N°100	0.02	38.05	948.84	94.95	5.05	10.00	2.00
N°200	0.08	19.76	968.60	96.92	3.08	5.00	0.00
Bandeja		30.73	999.33	100.00	0.00	-	-
Modulo de Finura		=	5.0				





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



LABORATORIO DE HORMIGÓN

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

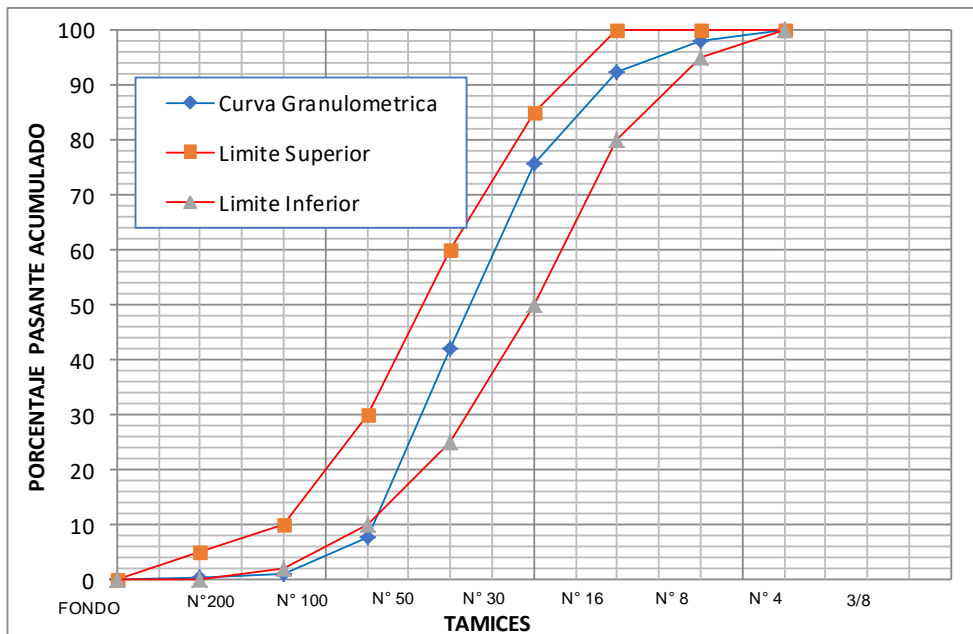
NORMA: NTE INEN 696: 2011 (ASTM C-136)

ORIGEN Cantera Vega Rivera

FECH Miércoles 30 de mayo del 2018

ARENA

Masa de la Muestra: 1000 g						LÍMITES ESPECÍFICOS	
TAMIZ		RETENIDO		RETENIDO	PASA	MAX	MIN
Pulg.	mm	PARCIAL	ACUMULADO	%	%		
3/8	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N°4	4.75	20.07	20.07	2.01	97.99	100.00	95.00
N°8	2.36	57.69	77.76	7.78	92.22	100.00	80.00
N°16	1.18	166.46	244.22	24.44	75.56	85.00	50.00
N°30	0.6	335.37	579.59	58.00	42.00	60.00	25.00
N°50	0.3	340.68	920.27	92.09	7.91	30.00	10.00
N°100	0.02	69.08	989.35	99.00	1.00	10.00	2.00
N°200	0.08	6.89	996.24	99.69	0.31	5.00	0.00
Bandeja		3.1	999.34	100.00	0.00	-	-
Modulo de Finura	=	3.8					



ANEXO 5. DESGASTE DE LOS MATERIALES



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE HORMIGÓN

ENSAYO DE LA DEGRADACIÓN DEL AGREGADO GRUESO MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

NORMA: NTE INEN 860: 2011 (ASTM C136)

ORIGEN: RIO SAN AGUSTÍN-CANTERA

FECHA: viernes, 1 de junio de 2018

VEGA RIVERA DEL CANTÓN

SANTA ROSA

DESGASTE DEL AGREGADO 3/4

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad
Masa inicial	g	5000.00
Masa Retenida en el Tamiz N° 12 despues de 500 rev	g	3923.00
Masa pasante del Tamiz N° 12 despues de 500 rev.	g	1077.00
Desgaste	%	21.54%

DESGASTE DEL AGREGADO 3/8

DESCRIPCIÓN	Unidad	
Masa inicial	g	5000.00
Masa Retenida en el Tamiz N° 12 despues de 500 rev	g	3110.00
Masa pasante del Tamiz N° 12 despues de 500 rev.	g	1890.00
Desgaste	%	37.80%

ANEXO 6. GRAVEDAD ESPECÍFICA Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



LABORATORIO DE HORMIGÓN

GRAVEDAD ESPECIFICA Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

NORMA: NTE INEN 857 (ASM C-127)
FECHA: viernes, 8 de junio de 2018

ORIGEN: CANTERA VEGA
RIVERA DEL
CANTON SANTA
ROSA

GRAVEDAD ESPECIFICA Y PORCENTAJE DE ABSORCON DEL AGREGADO 3/4

Descripcion	Valor	Unidad
Peso Muestra Superficialmente Seco	1089	g
peso (Muestra + Canastilla) Sumergida	1579	g
Peso Canastilla Sumergida	1028	g
Peso Muestra seca	1080	g
Peso Muestra Sumergida	549	g
Gravedad Especifica Bulk	2.00	g/cm ³
Gravedad Especifica Saturada con Superficie seca	2.02	g/cm ³
Gravedad Especifica Aparente	2.03	g/cm ³
Porcentaje de Absorción	0.8%	%

GRAVEDAD ESPECIFICA Y PORCENTAJE DE ABSORCON DEL AGREGADO 3/8

Descripcion	Valor	Unidad
Peso Muestra Superficialmente Seco	863	g
peso (Muestra + Canastilla) Sumergida	1573	g
Peso Canastilla Sumergida	1028	g
Peso Muestra seca	853	g
Peso Muestra Sumergida	545	g
Densidad Relativa	2.68	g/cm ³
Gravedad Especifica Saturada con Superficie seca	2.71	g/cm ³
Gravedad Especifica Aparente	2.77	g/cm ³
Porcentaje de Absorción	1.2%	%



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



LABORATORIO DE HORMIGÓN

GRAVEDAD ESPECIFICA Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

NORMA: NTE INEN 857 (ASM C-128)

ORIGEN: RIO SAN AGUSTIN-

FECHA: viernes, 8 de junio de 2018

CANTERA VEGA

RIVERA DEL CANTON

GRAVEDAD ESPECIFICA Y PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO POLVO ROCA

Descripcion	Valor	Unidad
Peso Muestra Superficialmente Seco	500	g
Peso de probeta	214	g
Peso Muestra seca	714	g
Peso (probeta + masa + agua)	1001	g
Peso de la muestra seca	475	g
Peso de la muestra sumergida	289	g
Gravedad Especifica Bulk	2,25	g/cm ³
Gravedad Especifica Saturada con Superficie seca	2,34	g/cm ³
Porcentaje de Absorcion	5,2%	%

GRAVEDAD ESPECIFICA Y PORCENTAJE DE ABSORCON DE LA ARENA

Descripcion	Valor	Unidad
Peso Muestra Superficialmente Seco	500	g
Peso de probeta	206	g
Peso Muestra seca	706	g
Peso (probeta + masa + agua)	973	g
Peso de la muestra seca	473	g
Peso de la muestra sumergida	265	g
Gravedad Especifica Bulk	2,01	g/cm ³
Gravedad Especifica Saturada con Superficie seca	2,12	g/cm ³
Porcentaje de Absorcion	5,0%	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



LABORATORIO DE HORMIGÓN

PESO VOLUMETRICO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO
NORMANTE INEN 858: 2010 (ASTM C-29) **ORIGEN:** CANTERA VEGA
FECHA: jueves, 7 de junio de 2018 RIVERA DEL CANTON
SANTA ROSA

AGREGADO 3/8

Peso Recipiente: **8830 g**
Volumen Recipiente: **13872 cm³**

PESO VOLUMETRICO SUELTO

Peso del Recipiente + Grava		Peso de la Grava		Peso Volumetrico	
Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
26790.00	g	17960.00	g	1.2947	g/cm ³
27100.00	g	18270.00	g	1.3170	g/cm ³
26960.00	g	18130.00	g	1.3069	g/cm ³
Promedio:	26950.00	18120.0	g	1.3062	g/cm³

PESO VOLUMETRICO COMPACTADO

Peso del Recipiente + Grava		Peso de la Grava Comp.		Peso Volumetrico	
Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
29120.00	g	22120.00	g	1.5946	g/cm ³
29380.00	g	20550.00	g	1.4814	g/cm ³
29500.00	g	20670.00	g	1.4901	g/cm ³
Promedio:	29333.33	21113.3	g	1.5220	g/cm³



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



LABORATORIO DE HORMIGÓN

PESO VOLUMETRICO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO FINO

NORMANTE INEN 858: 2010 (ASTM C-29)

ORIGEN: RIO SAN AGUSTIN-

FECHA: jueves, 7 de junio de 2018

CANTERA VEGA
RIVERA DEL CANTON
SANTA ROSA

POLVO DE PIEDRA

Peso Recipiente: **2490 g**

Volumen Recipiente: **2763 cm³**

PESO VOLUMETRICO SUELTO

Peso del Recipiente + Grava		Peso de la Grava		Peso Volumetrico	
Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
6150.00	g	3660.00	g	1.3246	g/cm ³
6180.00	g	3690.00	g	1.3354	g/cm ⁴
6180.00	g	3690.00	g	1.3354	g/cm ⁵
Promedio:	6170.00	3680.0	g	1.3318	g/cm⁶

ARENA

Peso Recipiente: **2490 g**

Volumen Recipiente: **2763 cm³**

PESO VOLUMETRICO SUELTO

Peso del Recipiente + Grava		Peso de la Grava		Peso Volumetrico	
Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
5720.00	g	3230.00	g	1.1689	g/cm ³
5670.00	g	3180.00	g	1.1508	g/cm ⁴
5700.00	g	3210.00	g	1.1617	g/cm ⁵
Promedio:	5696.67	3206.7	g	1.1605	g/cm⁶

ANEXO 8. DENSIDAD DEL CEMENTO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE HORMIGÓN

NORMA: NTE INEN156: 201o (ASTM C-127)

FECHA: viernes, 8 de junio de 2018

MATERIAL:

CEMENTO HOLCIM FUERTE TIPO GU

DENSIDAD DEL CEMENTO	
Masa W(kg)	0,06
Volumen inicial Vi (m3)	0,000
Volumen final (m3)	0,0000205
$V = V_f - V_i$	0,0000205
Densidad = W/V (kg/ m3)	2,926.89

ANEXO 9. CONSISTENCIA DEL CEMENTO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



LABORATORIO DE HORMIGÓN

ENSAYO DE LA DETERMINACION DE LA CONCISTENCIA NORMAL DEL CEMENTO

NORMA: NTE INEN 157

FECHA: viernes, 8 de junio de 2018

MATERIAL:
CEMENTO HOLCIM FUERTE TIPO GU
AGUA

$$C(\%) = \frac{m_a}{m_c} * 100$$

Donde:

ma: masa de agua, g

mc: masa de cemento, g

Temperatura de agua: 20°C

DESCRIPCION	CEMENTO (g)	AGUA (g)	C(%)	PENETRACION (mm)
1	500	150	30%	11

ANEXO 10. FOTOGRAFÍAS



Campamento el Pedregal



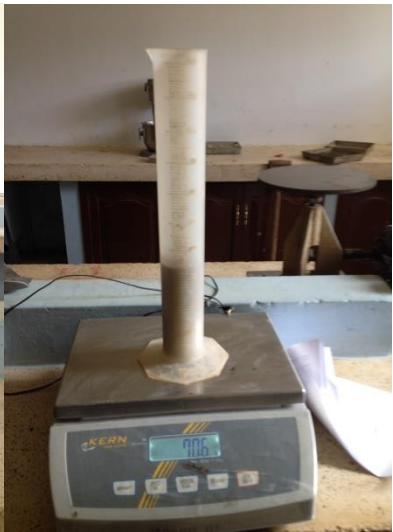
Ensayo de Granulometría.



Ensayo de desgaste de los agregados gruesos mediante el uso de la Máquina de los Ángeles.



Ensayo de gravedad específica y porcentaje de absorción de los agregados gruesos.



Ensayo de gravedad específica y porcentaje de absorción del agregado fino.



Peso volumétrico suelto y Compactado del agregado grueso.



Peso Volumetrico Suelto del agregado fino



Ensayo de Densidad del cemento Holcim Fuerte Tipo GU



Ensayo de concistencia del cemento



Preparacion para las dosificaciones de hormigón



Elaboracion de la mezcla de hormigón



Preparacion de las Probetas cilindricas



Cono de Abrams



Probetas Cilíndricas



Desencofrado de las probetas cilíndricas



Curado de las probetas cilíndricas



Rotura de probetas Cilíndricas