



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECÁNICAS  
DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN  
ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA  
AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN  
DIFERENTES PORCENTAJES.”

**PROYECTO DE INVESTIGACION**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

MOREIRA ARAUJO WILMER ENRIQUE  
MANZABA VILLEGAS CRISTHIAN LUIS

**TUTOR:**

ING. GASTÓN PROAÑO CADENA, MSc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2019

## CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por Moreira Araujo Wilmer Enrique y Manzaba Villegas Cristhian Luis, como requerimiento para la obtención del título de Ingeniero Civil.

TUTOR (A)

f. 

Ing. Gastón Proaño Cadena, MSc.

DIRECTORA DE LA CARRERA

f. 

Arq. Gilda Rubira Gómez

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRÚESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.", elaborado por los Sres. MOREIRA ARAUJO WILMER ENRIQUE Y MANZABA VILLEGAS CRISTHIAN LUIS, egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR

f. 

Ing. Gastón Proaño Cadena, MSc.

La Libertad, a los 24 días del mes de enero del año 2020

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

MOREIRA ARAUJO WILMER ENRIQUE

CRISTHIAN LUIS MANZABA VILLEGAS

### DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES." previo a la obtención del título de INGENIERO CIVIL, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 25 días del mes de Enero del año 2020

### LOS AUTORES

f. Wilmer  
Moreira Araujo Wilmer Enrique

f. Cristhian Manzaba  
Cristhian Luis Manzaba Villegas

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS, por darnos el aliento de vida, por brindarnos la sabiduría, fortaleza, voluntad, para sacar adelante esta meta culminada; así mismo a nuestras familias quienes han estado allí a nuestro lado por la comprensión y el apoyo incondicional durante este período educativo.

A nuestro tutor, el ingeniero Gastón Proaño Cadena, MSc., por la motivación dada durante este proyecto, además de su excelente dirección y disponibilidad en este trabajo de titulación; así como también a los docentes que nos impartieron en las aulas de clases sus conocimientos técnicos - científicos y experiencias vividas durante su trayectoria profesional.

A la entidad que nos brindó su ayuda en diferentes actividades realizadas como es el “Laboratorio de Suelos y Hormigón de la Facultad de Ingeniería Civil”.

Moreira Araujo Wilmer Enrique  
Manzaba Villegas Cristhian Luis

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de titulación a Violeta Araujo España (madre), Wilmer Moreira Vera (padre), Andrea Araujo Zambrano (hermana), Carmita Araujo España (hermana), Alejandro Zambrano Araujo (hermano), María Moreira Vera (tía) y Lic. Narcisa Villamar (tía) por su apoyo incondicional para cumplir esta etapa y poder ser un profesional de la república del Ecuador.

Moreira Araujo Wilmer Enrique

## **DEDICATORIA**

A mi Padre Celestial por todo lo que me ha dado, especialmente por la fuerza, constancia, paciencia y sabiduría que ha derramado sobre mí para la conclusión de esta meta en mi formación profesional.

A mi padre, Luis Alfonzo Manzaba, quien aun en su ausencia me impulsa cada día a demostrar el esfuerzo planteado y así tener una mejor preparación tanto personal como laboral.

A mi madre, Santa Villegas Tomalá, por reprenderme en mis errores, por alegrarse con mis logros, instar mis deseos de superación y de alcanzar cada meta trazada.

A mi novia, Jessenia Rodríguez Perero, quien es el motor de mi vida, quien me ha apoyado con amor y paciencia motivando en cada paso la culminación de este trabajo de titulación.

A mis hermanos Pamela, Katherine, Luis y familia en general, quienes en gran medida, me impulsan para conseguir la meta anhelada.

Manzaba Villegas Cristhian Luis

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

Ing. JUAN GARCÉS VARGAS  
DECANO DE LA FACULTAD

f. 

Arq. GILDA RUBIRA GÓMEZ  
DIRECTOR DE CARRERA

f. 

Ing. Raúl Villalobos  
COORDINADOR O DOCENTE DEL ÁREA

f. 

Ab. LIDIA VILLAMAR MORAN  
SECRETARIA GENERAL

## ÍNDICE GENERAL

### Índice

DEDICATORIA .....	6
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
RESUMEN .....	16
ABSTRACT .....	17
CAPÍTULO I .....	18
GENERALIDADES .....	18
1.1. INTRODUCCIÓN .....	18
1.2. ANTECEDENTES .....	18
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	19
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	20
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.5.1. Objetivo General .....	21
1.5.2. Objetivos Específicos.....	21
1.6. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
1.7. METODOLOGÍA PROPUESTA .....	22
CAPÍTULO II .....	24
MARCO TEÓRICO .....	24
2.1. Definición de hormigón .....	24
2.2. Definición de hormigón liviano .....	24
2.3. Clasificación de los hormigones liviano.....	24
2.4. Agregados livianos.....	25



2.4.1. Agregados naturales.....	25
2.4.2. Agregados artificiales.....	26
2.4.3. Agregados ligero orgánicos .....	28
2.5. MATERIALES UTILIZADOS EN LA DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN	
29	
2.5.1. Cemento .....	29
2.5.1.1. Cemento portland .....	29
2.5.1.2. Proceso de fabricación del cemento (Holcim, 2015) .....	29
2.5.1.3. Clasificación del cemento portland .....	30
2.5.2. Agregado .....	31
2.5.2.1. Agregado fino. ....	31
2.5.2.2. Agregado grueso pétreo .....	31
2.5.2.3 Agua.....	31
2.6 Áridos.....	32
Clasificación de los Áridos. ....	32
Por su naturaleza:.....	32
Por su densidad: .....	32
Por el origen, forma y textura superficial:.....	33
Propiedades físicas y mecánicas de los agregados .....	33
Propiedades físicas.....	33
Densidad Aparente .....	34
Densidad de Volumen en Estado Seco. ....	34
Densidad de volumen en estado SSS .....	34

Porosidad.....	34
Peso volumétrico .....	34
Contenido de Humedad .....	35
Capacidad de absorción. ....	35
Porcentaje de vacíos. ....	35
Resistencia a la compresión .....	36
Dureza .....	36
Tenacidad .....	36
Módulo de elasticidad .....	36
Propiedades de los agregados para diseñar la mezcla .....	36
Granulometría de los agregados.....	37
Tamaño nominal máximo del agregado grueso .....	37
Módulo de finura del agregado fino.....	37
Densidad aparente suelta, compactada y densidad óptima.....	37
Densidad de volumen en estado SSS y capacidad de absorción .....	37
Pasta de hormigón.....	38
Curado del hormigón .....	38
Dosificación del hormigón .....	38
Método de la densidad óptima .....	38
Características del cuesco o pericarpio .....	41
Agregado de desecho de palma africana - cuesco .....	41
Propiedades de la estopa de la palma africana (cuesco).....	42
Criterio de la obtención del agregado de desecho de la palma .....	43

2.7. ADITIVO.....	44
CAPÍTULO III .....	47
ESTUDIO EXPERIMENTAL .....	47
3.1 Descripción general .....	47
3.2 Materiales utilizados para la fabricación del hormigón permeable .....	47
3.2.1 Agregado grueso .....	47
3.2.2 Agregado fino.....	47
3.2.3 Cemento .....	48
3.2.4 Agua .....	48
3.3 Ensayos realizados para determinar la calidad de los agregados en el hormigón.....	48
3.3.1 Análisis granulométrico - NTE INEN 696 .....	49
3.3.2 Determinación de contenido total de humedad - NTE INEN 862....	55
3.3.3 Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) - NTE INEN 858	58
3.3.4 Determinación de la densidad y absorción de los áridos .....	62
3.3.5 Determinación del material más fino que pasa el tamiz con abertura de 75µm (No. 200), mediante lavado – NET INEN 697 .....	69
3.3.6 Determinación de terrones de arcilla y partículas NTE INEN 698...	71
3.3.7 Determinación del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación - NTE INEN 864.....	73
3.3.8 Determinación del valor de la degradación del árido grueso de partículas menores a 37,5 mm mediante el uso de la máquina de los ángeles - NTE INEN 860 .....	74
3.4 Diseño de la mezcla de hormigón simple ACI 211.1 .....	77

3.4.1	Procedimiento de la primera dosificación utilizando .....	77
3.5	Diseño de la mezcla de hormigón simple ACI 211.2 .....	83
3.5.1	Dosificaciones.....	85
3.5.2	Elaboración de probetas de hormigón .....	89
<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS AL HORMIGÓN PERMEABLE .....</b>	<b>93</b>
4.1	Generalidades.....	93
4.2	Resultados y análisis de los ensayos a compresión .....	95
<b>5.</b>	<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CADA UNA DE LAS DOSIFICACIONES.....</b>	<b>98</b>
5.1	Hormigón simple de 280 kg/cm <sup>2</sup> patrón.....	99
5.2	Hormigón simple de 280 kg/cm <sup>2</sup> con 15% de cuesco. ....	100
6.1.	CONCLUSIONES .....	103
6.2.	RECOMENDACIONES .....	104
	BIBLIOGRAFÍA .....	105

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Determinación de peso volumétrico de agregado cuesco. ....	111
Anexo 2.	Determinación de peso volumétrico de agregado fino .....	112
Anexo 3.	Determinación de peso volumétrico de agregado grueso .....	113
Anexo 4	Determinación de la gravedad específica y el porcentaje de absorción del agregado cuesco. ....	117
Anexo 5.	Determinación de la gravedad específica y el porcentaje de absorción del agregado grueso. ....	118
Anexo 6.	Determinación de la gravedad específica y el porcentaje de absorción del agregado fino. ....	119
Anexo 7.	Determinación de terrones de arcilla y partículas desmenuzables	

en el agregado fino.....	120
Anexo 8. Determinación del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación.....	121
Anexo 9. Determinación del valor de la degradación del árido grueso de partículas menores a 37,5 mm mediante el uso de la máquina de los Ángeles. ....	122
Anexo 11. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 280 kg/cm <sup>2</sup> . ....	123
Anexo 12. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 280 kg/cm <sup>2</sup> y 15% de cuesco. ....	124
Anexo 13. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 280 kg/cm <sup>2</sup> y 30% de cuesco. ....	125
Anexo 14. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 280 kg/cm <sup>2</sup> y 50% de cuesco. ....	126
Anexo 18. Esfuerzo a la compresión, resistencia de diseño 280kg/cm <sup>2</sup> . ....	127
Anexo 19. Esfuerzo a la compresión, resistencia de diseño 280 kg/cm <sup>2</sup> . ....	128
Anexo 16. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: 280 kg/cm <sup>2</sup> . ....	129
Anexo 30. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: 280 kg/cm <sup>2</sup> y 15% de cuesco. ....	130
Anexo 31. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: 280 kg/cm <sup>2</sup> y 30% de cuesco. ....	131
Anexo 32. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: 280 kg/cm <sup>2</sup> y 50% de cuesco. ....	132

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis granulométrico de árido grueso .....	52
Tabla 2 Análisis granulométrico de árido fino .....	53
Tabla 3 Análisis granulométrico de árido cuesco.....	54
Tabla 4 Determinación del contenido total de humedad del árido grueso.....	56
Tabla 5 Determinación del contenido total de humedad del árido fino .....	57
Tabla 6 Determinación del contenido total de humedad del árido Cuesco .....	57
Tabla 7 Determinación del peso volumétrico suelto del árido grueso.....	59
Tabla 8 Determinación del peso volumétrico suelto del árido fino .....	60

Tabla 9 Determinación del peso volumétrico suelto del árido Cuesco.....	60
Tabla 10 Determinación del peso volumétrico compactado del árido grueso .....	61
Tabla 11 Determinación del peso volumétrico compactado del árido Cuesco .....	62
Tabla 12 Determinación de densidades y porcentaje de absorción del árido grueso .	64
Tabla 13 Determinación de densidades y porcentaje de absorción del árido Cuesco .	64
Tabla 14 Determinación de densidades y porcentaje de absorción del árido fino .....	68
Tabla 15 Determinación del material más fino que pasa el tamiz de 75 µm del árido grueso .....	70
Tabla 16 Determinación del material más fino que pasa el tamiz de 75 µm del árido fino .....	71
Tabla 17 Determinación de terrones de arcilla y partículas gruesas .....	72
Tabla 18 Determinación de terrones de arcilla y partículas finas.....	73
Tabla 19 Porcentaje de partículas finas.....	74
Tabla 20 Porcentaje de desgaste .....	76
Tabla 21 Datos de los agregados .....	77
Tabla 22 Resistencia a la compresión promedia .....	77
Tabla 23 Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcción.....	78
Tabla 24 Requisitos aproximados de agua de mezcla y contenido de aire par diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de agregados.....	79
Tabla 25 Correspondencia entre la relación agua/ cemento y la resistencia a la compresión del concreto. ....	80
Tabla 26 Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto .....	81
Tabla 27 Dosificación para hormigón simple 280Kg/cm <sup>2</sup> .....	85
Tabla 28 Dosificación para hormigón simple 280Kg/cm <sup>2</sup> con 15% cuesco .....	86
Tabla 29 Dosificación para hormigón simple 280Kg/cm <sup>2</sup> con 30% cuesco. ....	87
Tabla 30 Dosificación para hormigón simple 280Kg/cm <sup>2</sup> con 50% cuesco. ....	88
Tabla 31 Determinación de densidad y porcentaje de vacíos .....	92
Tabla 32. . Resultados de asentamiento, densidad y aire incluido de todas las dosificaciones de hormigón.....	93
Tabla 33. Resistencia a la compresión por dosificación .....	95
Tabla 34. Resistencia a la flexión .....	97
Tabla 35. Análisis de precio unitario de hormigón simple de 280 kg/cm <sup>2</sup> patrón. ....	99
Tabla 36. Análisis de precio unitario de hormigón simple de 280 kg/cm <sup>2</sup> con 15% de cuesco. ....	100

Tabla 37. Análisis de precio unitario de hormigón simple de 280 kg/cm <sup>2</sup> con 30% de cuesco. ....	101
Tabla 38. Análisis de precio unitario de hormigón simple de 280 kg/cm <sup>2</sup> con 50% de cuesco. ....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva granulométrica de árido grueso .....	52
Figura 2. Curva granulométrica de árido fino .....	53
Figura 3. Curva granulométrica de árido cuesco .....	54
Figura 4. Probetas de hormigón con diferentes mezclas a ensayar .....	89
Figura 5. Ruptura de cilindros mediante el uso de la prensa hidráulica .....	90
Figura 6. Densidades obtenidas por dosificación .....	94
Figura 7. Asentamientos obtenidos por dosificación .....	94
Figura 8. Cantidad de vacíos por dosificación .....	95
Figura 9. Resistencia a la compresión de las probetas de hormigón simple .....	96
Figura 10. Módulo de rotura por dosificación .....	97

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAÑICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.”

Autores: Moreira Araujo Wilmer Enrique

Manzaba Villegas Cristhian Luis

Tutor: Ing. Gastón Proaño Cadena, MSc.

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizará una investigación de la influencia del cuesco (Palma africana) como sustituto del agregado grueso. Se analizarán varias probetas con diferentes dosificaciones cambiando el contenido de este material en diferentes porciones con el 15%, 30% y 50% además la muestra patrón que contiene el 100% de agregado grueso a una resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Estas dosificaciones serán analizadas en tiempo de 3, 7, 14 y 28 días. También se analizarán los asentamientos de cada muestra, las densidades y los contenidos de vacíos.

Cada material de las dosificaciones será analizado con ensayos estipulados en las respectivas normas NTE, INEN y deben cumplir con los parámetros establecidos.

**Palabras Claves:** Cuesco, Dosificación, Probetas, Ensayos.



"COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF THE TRADITIONAL CONCRETE OF 28 MPA WITH A RELIEFED CONCRETE USING THE CUESCO OF THE FRUIT OF THE AFRICAN PALM AS A SUBSTITUTE FOR THE THICK AGGREGATE IN DIFFERENT PERCENTAGES."

Authors: Moreira Araujo Wilmer Enrique

Manzaba Villegas Cristhian Luis

Tutor: Ing. Gastón Proaño Cadena, MSc.

#### ABSTRACT

In the present work an investigation of the influence of the cuesco (African palm) will be carried out as a substitute for the coarse aggregate. Several test pieces with different dosages will be analyzed by changing the content of this material in different portions with 15%, 30% and 50% with the standard sample containing 100% coarse aggregate at a resistance of 280 kg / cm<sup>2</sup>.

These dosages will be analyzed in time of 3, 7, 14 and 24 days. The settlements of each sample, densities and void contents will also be analyzed.

Each material of the dosages will be analyzed with tests stipulated in the respective NTE INEN standards and that must comply with the established parameters.

**Keywords:** Cuesco, Dosage, Probetas, Ensayos.

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

Con el fin de suplir las necesidades ambientales que demandan en la actualidad, se busca la elaboración de hormigón liviano con un material orgánico como lo es el cuesco del fruto de la palma africana y así sustituir una cierta cantidad de agregado grueso que se utiliza en dicho hormigón , a su vez ir disminuyendo costos directos en su producción, sin olvidar que se debe cumplir con la norma ecuatoriana a la que se rige para poder ser fabricado correctamente, siendo un hormigón económico, resistente y amigable al medio ambiente.

En este proyecto de investigación es fundamental comparar los datos obtenidos de los cilindros de hormigón utilizando porcentajes de cuesco de la palma africana como material alternativo del agregado grueso.

Al realizar el tema de dosificación para la obtención de hormigón liviano con cuesco, se busca que la proporción de cantidad de agregado grueso disminuya considerablemente en su volumen, realizando tres dosificaciones entre agregado grueso y cuesco de 85% y 15% ; 70% y 30% ; 50% y 50% después de realizar las dosificaciones se va analizar las propiedades físicas, como la capacidad de resistir a la compresión y flexión, medir su consistencia, densidad específica y el aire atrapado. Con referente a las propiedades mecánicas se va analizar las resistencias a los 3, 7, 15, 28 días.

### **1.2. ANTECEDENTES**

El cuesco proviene de la planta “palma africana” perteneciente a la familia Arecaceae, originaria del Golfo de Guinea (áfrica Occidental) y actualmente se encuentra distribuido en las regiones tropicales de América y Asia. De su fruto se extrae aceite, el cual es una fuente natural de vitamina E y se lo utiliza como biocombustible, por lo que el aceite de la palma es considerado como el primer aceite más consumido del mundo. En Ecuador se

cultiva principalmente en las provincias de Esmeraldas, Los ríos, Pichincha, Santo Domingo, y las provincias Orientales de Sucumbíos y Orellana (HERRERA F. A., 2016)

El cuesco o endocarpio de la palma africana, es la capa más interior del pericarpio, constituye una alternativa en la fabricación de hormigón liviano con el fin de mejorar y proponer unidades constructivas convenientes a través de ajustes de mezcla. (HERRERA F. A., 2016)

Hay que mencionar que no hay mucha información disponible del cuesco de la palma africana como material de construcción, por lo que el proyecto de investigación a desarrollar en la presente tesis es un aporte para grandes aplicaciones en las construcciones civiles del futuro. (HERRERA F. A., 2016)

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

En Ecuador, la tendencia actual de utilizar materiales no convencionales para solucionar los problemas de la sociedad es por el cuidado del medio ambiente y no seguir explotando los depósitos de material de agregados (grueso y fino), que en los últimos tiempos se han ido disminuyendo sus cantidades y calidad por su utilización en la parte de obras civiles causando un cambio en la biodiversidad, las cuales en algunos casos puede ser contraproducente para la sociedad.

La elaboración de hormigón liviano tiene un elevado costo en el ámbito de la construcción por motivo que los agregados usados son más costosos que los agregados convencionales, causando un fuerte impacto al presupuesto de la obra.

En el país no se ha planteado la elaboración de un hormigón de baja densidad utilizando el cuesco del fruto de la palma africana como agregado.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

En todo el mundo hace unas cuatro décadas se viene reciclando todo tipo de desecho industrial que es una actividad netamente ambiental. Estadísticamente consta que en países como Austria se reciclan más del 60% de residuos municipales, en Bélgica casi un 90% y en América Latina un 9% . (HERRERA F. A., 2016)

Prácticamente todas las actividades que realiza el ser humano repercuten sobre el medio ambiente, lo que suponen un gasto de recursos, renovables y no renovables provocando contaminación y generando algún tipo de residuos, pero se está viendo que los recursos pueden agotarse y han aparecido una serie de problemas ambientales muy preocupantes que afectan a todo el planeta. (HERRERA F. A., 2016)

En la actualidad el uso de los recursos renovables están teniendo su auge como materiales alternativos en la industria de la construcción por lo que existe una tendencia creciente por utilizar materiales de construcción no convencionales, buscando solucionar problemas económicos de nuestras sociedades especialmente las de bajos ingresos. Adicionalmente, las regulaciones en temas ambientales en nuestro país, son cada día más estrictas por lo que es necesario proponer una alternativa de tipo ambiental. (HERRERA F. A., 2016)

Las plantas procesadoras de aceite de palma africana están buscando una solución para determinar qué hacer o dónde depositar el desecho diario de la producción de este desecho llamado cuesco. En la zona de Santo Domingo se produce en cantidades considerables cada día y los cultivadores tratan de dar solución a su problema, usándolo como material base en vías internas de las plantaciones donde se cultiva la palma, debido a su alta dureza y poco peso. (HERRERA F. A., 2016)

En toda la zona centro, región costa y oriente tenemos grandes plantaciones de palma africana que es la materia prima de algunos productos como son: el aceite comestible, manteca, jabón y el residuo llamado cuesco que es el desecho sólido en el cual se enfocará el desarrollo de la tesis ya que

es un material duro y difícil de degradarse y que en la actualidad existe en gran cantidad. (pág. 2)

Las plantas extractoras de aceite de nuestro país producen cuesco que podría ser utilizado en la industria de la construcción, aportando con el medio ambiente generando un hormigón liviano y económico. (pág. 2)

El cuesco posee una alta resistencia, de hecho su desprendimiento en el racimo se da solo por el calentamiento en hornos y su trituración por altos procesos industrializados siendo este un material calificado para ser estudiado y ser utilizado adecuadamente en la fabricación de hormigón liviano. (HERRERA F. A., 2016)

## **1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. Objetivo General**

Comparar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón tradicional con un hormigón alivianado utilizando el cuesco del fruto de la palma africana como material alternativo del agregado grueso para reducir el uso del material pétreo.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Identificar el comportamiento del cuesco de la palma africana al realizar adiciones en diferentes porcentajes en el hormigón.
- Establecer la dosificación adecuada del cuesco en el hormigón.
- Determinar las características físicas y mecánicas del hormigón propuesto.
- Determinar el precio unitario del hormigón al realizar adiciones en diferentes porcentajes del cuesco de la palma africana.

## **1.6. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN**

El análisis de la posible sustitución del agregado grueso por el cuesco del fruto de la palma africana para la elaboración del hormigón liviano, se pretende en primera instancia dar un uso útil a materiales que comúnmente son denominados “rechazo” y que forman parte de una gran problemática ambiental llamada contaminación; de la misma manera el incremento de un material no convencional ocasionará que el costo de cualquier estructura disminuya al emplear un residuo orgánico como material alternativo en la fabricación del hormigón.

Por otra parte, con el hormigón resultante se realizará ensayos según la normativa vigente a compresión (ASTM C39 – INEN 1763) para lo cual se determina una dosificación de un hormigón de 28 MPA, además, se va a considerar las especificaciones del ACI 211.1 – 91 y de esta manera determinar si el hormigón resultante presenta propiedades mecánicas menores, similares o superiores al compararlos con un hormigón elaborado convencionalmente.

De ser así, se crearía una conciencia orientada a la reutilización y optimización de los recursos naturales provenientes de la agroindustria y al uso práctico de elementos desechados, el mismo que se viene desarrollando recientemente en el país y se prevé dará resultados positivos muy pronto debido a la naturaleza agroindustrial del Ecuador.

## **1.7. METODOLOGÍA PROPUESTA**

El propósito de este proyecto investigativo es alivianar el peso del hormigón simple utilizando materiales alternativos de reciclaje agroindustrial para que en la práctica sea un material idóneo y viable en los proyectos de la ingeniería para lo cual se realiza los siguientes tipos de investigación: Exploratorio, experimental y descriptiva.

**Exploratorio.**- El tema de la presente investigación es tratar de utilizar una alternativa utilizando un nuevo material de construcción, sustentado con ensayos de laboratorio utilizando materiales del medio pertenecientes a la construcción y determinar la influencia en las propiedades físicomecánicas del hormigón alivianado. (HERRERA F. A., 2016, pág. 23)

**Experimental.**- Es muy práctica ya que es necesario realizar ensayos de laboratorio de los componentes del hormigón simple así como también del material alternativo en sus diferentes porcentajes en la elaboración de los cilindros o probetas a ensayar cuyo resultado serán analizados e interpretados.

**Descriptiva.**- Ya que la investigación realizada no cuenta con sustento teórico en esta tesis se va a describir una amplia información acerca del comportamiento del hormigón propuesto en el cual el material alternativo (cuesco) tendrá diferentes porcentajes en la preparación de la mezcla y dar un mejor veredicto de confiabilidad del mismo para la utilización segura en el ámbito de la construcción. (HERRERA F. A., 2016, pág. 23)

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Definición de hormigón**

La Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN, 1990) “Hormigones – Definición y Terminología” define al hormigón como la mezcla constituida aglomerantes hidráulicos, áridos, agua y el eventual uso de aditivos en proporción adecuada para obtener características prefijadas.

#### **2.2. Definición de hormigón liviano**

En general, los hormigones livianos son diferentes a los hormigones tradicionales ya sea por su masa específica que tiene un rango práctico de densidades de concreto ligero de 1440 a 1840 kg/m<sup>3</sup>. Según el American Concrete Institute (ACI-318-S08), que define como concreto liviano al concreto con agregado liviano cuya densidad equilibrio oscila entre 1440 y 1840 kg/m<sup>3</sup> tal como lo afirma la norma ASTM C567 y su amplia capacidad de aislación térmica. Siendo estas unas de sus muchas características debido a la utilización de agregados livianos, que originan variaciones importantes en las propiedades de los hormigones, tanto en su retracción, fluencia, trabajabilidad, módulo de deformación y resistencia mecánica. (LAINEZ, 2015)

#### **2.3. Clasificación de los hormigones liviano**

Existen tres métodos amplios para producir concreto ligero.

- a) Uso de agregado liviano poroso de baja densidad relativa aparente. En vez de agregado normal cuya densidad relativa es aproximadamente de 2.6. El concreto resultante se conoce generalmente con el nombre del agregado ligero empleado. (pág. 11)
- b) Consiste en la formación de grandes cavidades dentro del concreto o de la masa de mortero. Estas cavidades deben distinguirse claramente de las cavidades muy finas producidas por la inclusión de aire. Este tipo de concreto se conoce con diversos nombres, como concreto aireado, celular, espumoso o gasificado. (pág. 11)



Este tercer método para obtener hormigón aireado se obtiene omitiendo a la mezcla el agregado fino, de manera que queden en ella grandes cavidades huecas, por lo general, se emplean agregado grueso de peso normal. Este concreto se conoce simplemente con el nombre de concretos sin finos.

(pág. 11) Según (LAINEZ, 2015):

## **2.4. Agregados livianos**

Para la fabricación de hormigón ligero se debe emplear agregado liviano que por su gran porosidad, da como resultado una baja densidad relativa aparente. Algunos agregados ligeros son de origen natural otros se fabrican. (pág. 12)

### **2.4.1. Agregados naturales**

Entre los primordiales agregados de esta naturaleza son las cenizas volcánicas, la piedra pómez diatomita, la tufa y la escoria: con excepción de la diatomita, todas las demás son de origen volcánico. (pág. 12) Según (LAINEZ, 2015)

Debido a que estos materiales se encuentran solo en ciertas áreas geográficas los agregados naturales no se utilizan en grandes cantidades, debido a su escasez en el medio. No obstante, la piedra pómez es más utilizada por la industria de la construcción y se puede destacar la provincia de Cotopaxi, por contar con uno de los yacimientos de piedra pómez más grandes del Ecuador. (pág. 12)

La piedra pómez es una roca volcánica vítrea de baja densidad de color blanco o gris espumoso, su peso volumétrico oscila de 500 a 900 kg/m<sup>3</sup> entre las ventajas se destaca que es resistente estructuralmente, logrando un hormigón satisfactorio obteniendo densidades de 700 a 1400 kg/m<sup>3</sup>, con favorables características aislantes y elevada capacidad de absorción. (pág. 12)

La escoria se caracteriza por ser una roca vítrea vesicular parecida a la ceniza industrial y con este material se puede obtener un hormigón con similares características. Diatomita, es una sedimentita muy liviana de color gris blanquecino,

blanco o pardo amarillento, formada por restos silíceos de algas unicelulares (diatomeas), sólo identificables al microscopio y su utilización en Ecuador es nula. (pág. 13)

Es importante indicar que, como el cuesco proviene del fruto de una planta, que pertenece a la familia de las palmáceas, es primordial señalar que en esta investigación se describa la planta de palma africana, siendo uno de los árboles de los Trópicos mejor reconocidos y uno de los más importantes económicamente. (pág. 13)

#### **2.4.2. Agregados artificiales**

Los agregados artificiales se nombran usualmente con diferentes denominaciones productivas, pero es mejor su clasificación en referencia a la materia prima utilizada para su manufactura y el método de fabricación. En el primer grupo se incluyen los agregados producidos por la aplicación de calor para provocar la expansión de arcillas, esquistos, pizarra esquisto diatomáceo, perlita. Obsidiana y vermiculita. El segundo tipo se obtiene a través de un proceso especial de enfriamiento, mediante el cual se obtiene la expansión de la escoria de alto horno. Las cenizas industriales forman el tercero último grupo. (LAINEZ, 2015, pág. 13)

Entre los principales agregados ligeros artificiales se destacan los siguientes. (INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.)[]

Existen materiales tales como el esquisto, la arcilla y la pizarra expandida que se adquiere a partir de la exposición de sus materias primas a elevadas temperaturas por medio de un horno rotatorio hasta lograr su fusión a temperatura de 1000 a 1200°C, debido a estas altas temperaturas se generan gases que quedan atrapados en una masa pirolástica viscosa logrando así la expansión del material dando como resultado estructura hueca retenida al enfriar, de esta manera la densidad relativa del material expandido se torna menor que el mismo material antes de someterse a altas temperaturas. En ocasiones, antes de calcinarse esta materia prima se reduce a un tamaño deseado, o se realiza una trituración luego de expandirse. En esta opción se

puede emplear un cordón de sintetización. Tomando este método, se conduce a este material en estado húmedo por una rejilla transportable hacia los quemadores, de este modo se logra que todo el grosor del material se cueza gradualmente. (LAINEZ, 2015, pág. 14)

– Arcilla expandida y esquisto son elaborados con el proceso de cordón de sintonización y tienen densidades de 650 a 900 kg/m<sup>3</sup>, y de 300 a 650 kg/m<sup>3</sup> empleando el proceso de horno rotatorio. (LAINEZ, 2015, pág. 14)

– La perlita, esta es una roca vítrea volcánica, que se la encuentra en Italia, Ulster, América, y más sitios. Esta roca al someter rápidamente a altas temperaturas hasta su punto de fusión incipiente (de 900 a 1100°C) se obtiene un material celular con un peso volumétrico hasta de 30 a 240 kg/m<sup>3</sup>, a consecuencia de su expansión debido a la evolución de vapor. (LAINEZ, 2015, pág. 14)

– La escoria expandida, su utilización se ha dado desde ya hace muchos años y se fabrica teniendo en cuenta el proceso de enfriamiento que permite variar sus pesos volumétricos entre 300 y 1100 kg/m<sup>3</sup>, tomando en cuenta también el tamaño y granulometría de la partícula y se produce de dos maneras: (LAINEZ, 2015, pág. 14)

– La primera consiste en hacer que una cantidad limitada de agua en forma de rocío entre en contacto con la escoria fundida al descargarla del horno (en la producción de hierro en lingotes). La generación de vapor infla la escoria que aún está en estado plástico, de manera que se endurece en forma porosa, bastante similar a la de la piedra pómez, este es el proceso con chorro de agua. (LAINEZ, 2015, pág. 14)

– La segunda consiste en un proceso mecánico donde la escoria fundida se agita rápidamente con una cantidad controlada de agua. El vapor queda atrapado, y se forman también algunos gases debido a la reacción química de ciertos componentes de la escoria con el vapor de agua. (LAINEZ, 2015, pág. 15)

– La vermiculita es un material similar a la de la mica es de estructura laminada, que se la puede hallar en África y América. Si se somete a temperaturas de 650 a 1000°C puede expandirse repetidas veces hasta por 30 veces su tamaño, esto es debido a la exfoliación de sus delgadas láminas. Logrando así pesos volumétricos de solo 60 a 130 kg/m<sup>3</sup>, y su utilización en hormigón nos da bajas resistencias y contracción elevada; pero es idóneo como aislante térmico. (LAINEZ, 2015, pág. 15)

– El agregado de clinker, conocido en Estados Unidos como ceniza, se procesa en hornos industriales de altas temperaturas para obtener residuos bien quemados, sintetizados o aglomerados en terrones. Hay que considerar la pureza del Clinker que esté libre de carbón sin quemar, puede causar inestabilidad en el hormigón a consecuencia de su expansión. (LAINEZ, 2015, pág. 15)

– Cisco, no hay mayor diferencia entre el Clinker y el cisco se lo denomina de esta manera al material similar a la escoria de Cemento, aunque es menor calidad de incineración y aglomeración más liviana. (LAINEZ, 2015, pág. 15)

### **2.4.3. Agregados ligero orgánicos**

La utilización de estos materiales se utiliza usualmente en paneles y bloques. Habitualmente, los agregados de esta naturaleza son desechos de cosechas, como: fibra de coco, viruta de madera, desecho de arroz, aserrín, poliestireno expandido y ahora se va a integrar el cuesco de la palma africana. (LAINEZ, 2015, pág. 15)

Este tipo de agregado se caracteriza por su baja densidad, en cuanto a la elaboración de hormigones se obtiene resistencias bajas, pero gracias a sus propiedades físicas se aplican en las estructuras que requieran de aislamiento acústico y térmico. (LAINEZ, 2015, pág. 15)

## **2.5. MATERIALES UTILIZADOS EN LA DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN**

### **2.5.1. Cemento**

Es un material con propiedades adhesivas y cohesivas las cuales dan la capacidad de aglutinar otros materiales para formar un todo, sólido y compacto (Novoa Carrillo, 2005)

La utilización de este material se da desde la antigüedad, desde la época de los egipcios, griegos y romanos, estos empezaron con la mezcla de arena, agua y piedra triturada, obteniendo así la elaboración del primer hormigón de la historia. (LAINEZ, 2015, pág. 16)

#### **2.5.1.1. Cemento portland**

Cemento hidráulico producido por pulverización de clinker, consistente esencialmente de silicatos cálcicos hidráulicos cristalinos y que usualmente contiene uno o más de los siguientes elementos: agua, sulfato de calcio, hasta 5% de piedra caliza y adiciones de proceso (INEN NTE, 2010).

#### **2.5.1.2. Proceso de fabricación del cemento (Holcim, 2015)**

- ✓ Extracción y trituración. Una vez se extraen las materias primas (calizas y arcillas) de la cantera, se transportan a la planta y se trituran.
- ✓ Prehomogenización. Una banda transporta el material; éste es analizado por un equipo de rayos gamma; luego pasa al patio de prehomogenización.
- ✓ Almacenado y dosificación. El material es almacenado para recibir minerales de hierro y caliza correctiva alta; se dosifica dependiendo de qué tipo de cemento se necesita.
- ✓ Molienda. En el molino de crudo se pulveriza el material (harina), luego pasa al silo de homogenización.
- ✓ Fabricación de clínker. Con altas temperaturas, la harina se transforma en clínker (especie de piedra pequeña cristalizada, enfriada con rapidez, redonda, gris). Se aprovecha para coprocesar residuos industriales.

- ✓ Premolienda. Tras ser almacenado, el clínker pasa por un molino de rodillos.
- ✓ Molienda. El clínker se muele con yeso, lo que determina el tipo de cemento.
  - ✓ Empaque en bolsas
  - ✓ Empaque a granel
  - ✓ Despachos

### **2.5.1.3. Clasificación del cemento portland**

A partir de la utilización del cemento en la construcción se han ido evolucionando nuevas tecnologías en cuanto a tipos de cemento basándose estrictamente la normativa y satisfacer las necesidades constructivas para la elaboración de buen hormigón, basándose en las normas existentes se puede mencionar los siguientes tipos de cementos: (LAINEZ, 2015)

- Los cementos portland puros (ASTM C150)/ (NTE INEN, 2012)
  - TIPO I: Cemento común
  - TIPO II: Cemento Modificado
  - TIPO III: Cemento de alta resistencia inicial
  - TIPO IV: Cemento de bajo calor de hidratación
  - TIPO V: Cemento resistente a los sulfatos
  - TIPO IA, IIA, IIIA: Cementos con inclusión de aire
- Los cementos con adiciones puzolánicas (ASTM C595)/ (NTE INEN , 2011)
  - TIPO IS: Con escoria de alto horno
  - TIPO IP: Con adición de puzolana
  - TIPO I (SM): Con escoria modificado
  - TIPO I (PM): Con adición de puzolana modificado
  - TIPO S: Con escoria
  - TIPO P: Con adición de puzolana (no requiere resistencia inicial)

- Los cementos con desempeño en hormigones hidráulicos (ASTM C115)/ (NTE INEN, (2011)

- TIPO GU: Para uso de construcciones en general
- TIPO MH: Para moderado calor de hidratación
- TIPO HE: Para hormigón de alta resistencia inicial
- TIPO HS: Para alta resistencia a los sulfatos
- TIPO MS: Para moderada resistencia a los sulfatos
- TIPO LH: Para bajo calor de hidratación

### **2.5.2. Agregado**

Se utiliza: arena, grava, piedra triturada o escoria de altos hornos de hierro, que se usa con un cementante para elaborar hormigón o mortero de cemento hidráulico. ( INEN 872, 2011)

#### **2.5.2.1. Agregado fino.**

Árido que pasa por el tamiz de 9,5 mm (3/8”) y que la mayor parte de sus partículas pasa el tamiz de 4,75 mm (No. 4) y son retenidas en su mayoría en el tamiz 75 µm (No. 200), o (2) la parte de un árido que pasa por el tamiz de 4,75 (No. 4) y es retenido en el tamiz de 75 µm (No. 200). (NTE INEN, 2014)

#### **2.5.2.2. Agregado grueso pétreo**

Árido en que la mayor parte de sus partículas quedan retenidas en el tamiz de 4,75 mm (No. 4), o (2) la porción de un árido retenido sobre el tamiz de 4,75 mm (No. 4). ( INEN 872, 2011)

#### **2.5.2.3 Agua.**

El agua que se utiliza sirve para generar una reacción química al cemento hidráulico, puede utilizarse el agua potable ya que en base a sus características químicas y físicas es apta para el consumo humano o que cumpla con los requisitos de la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 2617, 2012)

El agua por lo general debe ser inodora, incolora e insípida libre de ácidos, aceites, glúcidos, álcalis, materias orgánicas, o cualquier sustancia que pueda producir circunstancias adversas en la resistencia y durabilidad del hormigón.

## **2.6 Áridos.**

Son partículas de roca inorgánicas de origen natural o artificial son de gran importancia ya que de estos dependerán de la docilidad del hormigón fresco y la resistencia del hormigón endurecido. (HERRERA F. A., 2016)

### **Clasificación de los Áridos.**

Existen varias formas de clasificar a los agregados, algunas de las cuales son:

#### **Por su naturaleza:**

Los agregados pueden ser naturales o artificiales, siendo los naturales de uso frecuente, además los agregados utilizados en el concreto se pueden clasificar en: agregado grueso, fino. (HERRERA F. A., 2016)

- a. El agregado fino, se define como aquel que pasa el tamiz #4 de (4,75mm) y queda retenido en el tamiz # 200 de (75 $\mu$ m), el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas. (pág. 7)
- b. El agregado grueso, es aquel que queda retenido en el tamiz #4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava. (pág. 7)

#### **Por su densidad:**

Se pueden clasificar en agregados:

**Ligeros.**-Con peso específico menores a 2,5 son de origen volcánico y se utilizan para rellenos, mampostería que pesa entre 400-2000 kg/m. (HERRERA F. A., 2016)

**Normales.**-Con peso específico entre 2,5 – 2,75 provienen de rocas superficiales y se utilizan para hormigón de peso normal de 2300 – 2500 kg/m<sup>3</sup>. (HERRERA F. A., 2016, pág. 7)



**Pesados.**-Con pesos específicos mayores a 2.75 están constituidos de materiales de hierro se utilizan en contrapesos de hormigón entre 2900 - 3500 kg/m<sup>3</sup>. (HERRERA F. A., 2016, pág. 7)

### **Por el origen, forma y textura superficial:**

Por naturaleza los agregados tienen la forma geométrica irregular compuestos aleatoriamente por caras redondeadas y angulares. En términos descriptivos la forma de los agregados puede ser: (HERRERA F. A., 2016, pág. 8)

- Angular: Poca evidencia de desgaste en caras y bordes.
- Sub angular: Evidencia de algo de desgaste en caras y bordes.
- Sub redondeada: Considerable desgaste en caras y bordes.
- Redondeada: Bordes casi eliminados.
- Muy Redondeada: Sin caras ni bordes[7]

### **Propiedades físicas y mecánicas de los agregados**

Para obtener un buen hormigón es necesario que los materiales componentes de éste cumplan con las propiedades mínimas requeridas para alcanzar los parámetros de diseño del hormigón. (HERRERA F. A., 2016, pág. 9)

### **Propiedades físicas**

#### **Densidad de los agregados**

La particularidad de esta propiedad depende de la procedencia del material, su porosidad es importante para determinar la cantidad de agregado requerido. (pág. 9)

Se tiene que diferenciar la densidad del material en diferentes estados tanto los espacios vacíos entre partículas como los poros

### **Densidad Aparente**

Es la relación entre la masa del agregado sólido para el volumen de las partículas del agregado incluyendo los vacíos entre las partículas y los poros permeables. (HERRERA F. A., 2016, pág. 9)

$$D_{ap} = \frac{M_s}{V_{ap}}$$

### **Densidad de Volumen en Estado Seco.**

Es la relación entre la masa del agregado sólido para el volumen del material sólido suprimiendo los vacíos que existen entre las partículas así como los poros permeables. (HERRERA F. A., 2016, pág. 9)

$$D_{ap} = \frac{M_s}{V_s}$$

### **Densidad de volumen en estado SSS**

Es la relación entre la masa del agregado sólido (SSS) para el volumen del material sólido incluyendo en los vacíos agua como también los poros permeables como impermeables pero la superficie libre de agua (SSS).

$$D_{ap} = \frac{M_{SSS}}{V_{SSS}}$$

### **Porosidad**

Es la cantidad de huecos dentro de las partículas del agregado, cuantitativamente la porosidad se define como el espacio total ocupado por poros en un volumen determinado. (pág. 10)

### **Peso volumétrico**

Es la relación entre el peso de las partículas sólidas para el volumen del material sólido, para determinar el peso específico de debe tomar el agregado en estado saturado superficie seca (SSS). (pág. 10)

## Contenido de Humedad

Al contenido de humedad se la define como la cantidad de agua que contienen las partículas del agregado en un momento determinado.

Estados de humedad de los agregados: (HERRERA F. A., 2016, pág. 10)

**Seco al horno.** Las partículas del agregado no contienen nada de humedad ya que fueron secadas en el lapso de 24 horas a una temperatura de 110° (pág. 10)

**Seco al aire.** Las partículas de agregado secadas a temperatura ambiente tienen cierto grado de humedad. (pág. 11)

**Saturado con superficie seca (SSS).** Los poros permeables de las partículas de material llenas de agua con la superficie exterior seca. (pág. 11)

**Sobresaturado.** Los poros permeables de las partículas del material llenas de agua con humedad adherida en la cara de la superficie. (pág. 11)

## Capacidad de absorción.

La capacidad de absorción generalmente se obtiene después de haber sumergido el material a una saturación de 24 horas luego de esto se procede a considerar los estados en las que se encuentra el material según el contenido de humedad de las partículas.

La capacidad de absorción es el incremento en la masa del agregado según se van llenando los poros hasta alcanzar un estado saturado con superficie seca. (pág. 11)

$$D.C. \% = \frac{M_{sss} - M_{seca}}{M_{seca}} \times 100$$

## Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos son los espacios que quedan entre las partículas del agregado viene expresado en porcentaje. (pág. 11)

$$\% \text{ VACIOS} = \frac{D_{sss} - D_{\text{óptima}}}{D_{sss}}$$

### **Propiedades mecánicas**

Los materiales cuando están prestando servicio están sometidos a fuerza y cargas por lo que es necesario conocer las propiedades que mejor se adapten a nuestras exigencias. (pág. 11)

### **Resistencia a la compresión**

Se refiere a la capacidad máxima que tienen los materiales para resistir esfuerzos y cargas antes de llegar a su límite de ruptura. (pág. 12)

### **Dureza**

Se define como dureza de un agregado a su resistencia a su abrasión o al desgaste. La dureza de los materiales depende de su constitución y origen. (pág. 12)

### **Tenacidad**

La tenacidad del material está asociada con la resistencia al impacto, con la flexión y su textura. (pág. 12)

### **Módulo de elasticidad**

Está definido como el cambio de esfuerzos con respecto a la deformación elástica, se le considera como una medida de la resistencia del material a las deformaciones (pág. 12)

### **Propiedades de los agregados para diseñar la mezcla**

Entre las propiedades que se utilizan para el diseño de las mezclas tenemos

- Granulometría
- Densidad real
- Capacidad de absorción
- Densidad aparente y compactada
- Contenido de humedad

Determinar estas propiedades requiere de ensayos de laboratorio basados en normas específicas como la INEN NTE, ASTM, etc. (HERRERA F. A., 2016)

### **Granulometría de los agregados**

Se lo realiza al agregado fino y al agregado grueso, su procedimiento está establecido según las normas NTE INEN 696, ASTM (C-136)

### **Tamaño nominal máximo del agregado grueso**

Para determinar el TNM se busca en la tabla del análisis granulométrico del agregado grueso el primer valor anterior que represente el 15 % o más en la columna del % retenido acumulado. (HERRERA F. A., 2016, pág. 13)

### **Módulo de finura del agregado fino**

Este parámetro nos da una idea del grosor o finura del agregado, se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices nombrados en la (Tabla N 3) y dividiéndole para 100. (pág. 14)

El rango de módulo de finura de la arena es de 2,3 a 3,1; si el módulo de finura de la arena es de 2,3 se trata de una arena fina; si el modulo se encuentra entre 2,3 a 3,1 se trata de una arena mediana (pág. 14)

### **Densidad aparente suelta, compactada y densidad óptima**

Se lo realiza al agregado fino y al agregado grueso su procedimiento está establecido según las normas NTE INEN 858, ASTM (C-29)

### **Densidad de volumen en estado SSS y capacidad de absorción**

Se lo realiza al agregado fino y al agregado grueso su procedimiento está establecido según las normas NTE INEN 856, 857, 862; ASTM (C-127, C-128)

## **Pasta de hormigón**

La función de la pasta de cemento es cubrir toda la superficie de los agregados, llenar todos los vacíos de entre las partículas. (pág. 15)

## **Curado del hormigón**

El fin del curado en el hormigón es mantener la temperatura y condiciones de humedad en la mezcla permitiendo la hidratación del cemento hidráulico y las reacciones puzolanas, por tanto, será necesario proteger el hormigón durante el tiempo necesario para que adquiera las resistencias requeridas. (pág. 15)

## **Dosificación del hormigón**

Dosificar un hormigón consiste en encontrar la cantidad necesaria de agua, cemento, agregados que cuando se combinan se crea un hormigón de acuerdo al diseño previamente analizado. Existen varios métodos de dosificación de los cuales describimos los más usuales y de aplicación en nuestro país es el método ACI, y el método de la densidad óptima de la Universidad Central del Ecuador. (pág. 16)

## **Método de la densidad óptima**

Este método consiste en optimizar la cantidad de pasta mínima necesaria para la obtención de un hormigón de excelente calidad. (pág. 16)

A continuación se lista el procedimiento a seguir y los ensayos que son necesarios en la aplicación de este método.

1. Seleccionar según la resistencia requerida la relación A/C
2. Calcular la densidad real de la mezcla (DMR) de acuerdo a la siguiente fórmula.

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

3. Calcular el porcentaje óptimo de vacíos (POV)

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

4. Cantidad de pasta en función del asentamiento

5. Calculamos la cantidad de cemento por unidad de volumen. (pág. 20)

$$C = \frac{CP}{\frac{W}{C} + \frac{1}{DRC}}$$

6. Se obtiene la dosificación del agua.

$$W = \frac{W}{C} * C$$

7. Se calcula la cantidad de los agregados para un m<sup>3</sup>

$$A = 1000 - CP * DRA * \frac{POA}{100}$$

$$R = 1000 - CP * DRR * \frac{POR}{100}$$

## Palma Africana.

La palma africana (Palma aceitera africana, Coroto de Guinea, Palmera Aabora, Palmera de Guinea) es una planta tropical propia de climas cálidos cuyo origen se ubica en la región occidental y central del continente africano, concretamente en el golfo de Guinea, de ahí su nombre científico *Elaeis guineensis* Jacq., donde ya se obtenía desde hace 5 milenios. A pesar de ello, fue a partir del siglo XV cuando su cultivo se extendió a otras regiones de África. (pág. 20)



Su propagación a mínima escala se inició en el siglo XVI a través del tráfico de esclavos en navíos portugueses, siendo entonces cuando llegó a América, después de los viajes de Cristóbal Colón, concretamente a Brasil. (pág. 21)

Actualmente existe una tendencia creciente por utilizar materiales de construcción no convencionales, buscando solucionar problemas de nuestras sociedades, especialmente las de bajos ingresos. (pág. 21), es entonces, que se propone utilizar el hueso como agregado grueso en la mezcla.



Por estas mismas características mecánicas de dureza, resistencia y bajo peso, se han usado el cuesco como material constitutivo de mezclas de concreto y de mortero en la fabricación de adoquines y bloques de mampostería. (pág. 21)

La fibra y el cuesco de la palma africana son materiales denominados como desechos, que actualmente son causales de contaminación ambiental, debido a la falencia de alternativas que conlleven al aprovechamiento en procesamientos industriales. (pág. 21)

Inicialmente estos residuos eran arrojados en sitios no adecuados como en fuentes hídricas cercanas generando focos de procreación de insectos además de aumentar la cantidad de sólidos disueltos que dificultan la fotosíntesis y la vida acuática en especies como los peces. (pág. 21)

### **Características del cuesco o pericarpio**

El cuesco posee una alta resistencia, de hecho su desprendimiento en el racimo se da solo por el calentamiento en hornos y su trituración por altos procesos industrializados. La razón principal de utilizar este tipo de agregado en la composición de la mezcla de concreto es que actúe como material de relleno haciendo más económica la mezcla y que proporcione buena resistencia como elemento esencial a la compresión, además que controle el cambio volumétrico en el fraguado al pasar de un estado plástico a endurecido. (pág. 21)

### **Agregado de desecho de palma africana - cuesco**

Es primordial recalcar que el cuesco es obtenido del fruto de una planta, que pertenece a la familia de las palmáceas conocida como palma africana. (LAINEZ, 2015, pág. 47)

El palma africana se desarrolla mayoritariamente en regiones subtropicales, en costas arenosas a través de los trópicos. La palma africana es una palma alta y

erecta, generalmente tienen una altura de 10 a 20 m, su tallo es delgado, de forma curvo o recto, la mayoría de estas plantas tienen su base ensanchada e inclinada, su corteza es rajada de color pardo o gris. (pág. 47)

El palma se cultiva ampliamente por su fruto y como planta decorativa, es así que se emplea a través del área distributiva como una fuente de fibra, combustible, aceite, madera y una amplia diversidad de productos. (pág. 47)

### **Propiedades de la estopa de la palma africana (cuesco)**

El desecho de la palma (cuesco) compuesto especialmente de fibra es uno de los elementos principales utilizados en este proyecto de tesis, la fibra del cuesco forma parte del grupo de las fibras duras, conocidas como el “sisal”, el “hanequen” y “abacá. (pág. 20)

Es una fibra multicelular que tiene como principales componentes la celulosa y el leño, lo que confiere elevados índices de rigidez y dureza. (pág. 20)

La baja conductividad al calor, la resistencia al impacto, a las bacterias y al agua, con algunas de sus características. (pág. 20)

La resistencia, durabilidad y resiliencia, convierten a la fibra del cuesco en un material versátil y perfectamente indicado para los mercados del aislamiento (térmico y acústico). (pág. 20)

Alta porosidad. Hasta el 95% que le confiere una excelente distribución del aire y agua. El paso del aire sigue siendo superior al 20% aún saturado de agua favoreciendo la salud de las raíces. (pág. 20)

Material Orgánico 100%. Además es gracias a su contenido en lignina (>45%) muy estable asegurando unas buenas características físicas durante un largo periodo (tiene una alta rentabilidad frente a otros sustratos orgánicos). (pág. 20)

## **Criterio de la obtención del agregado de desecho de la palma**

Debido a la baja industrialización y falta de equipos adecuado para el proceso de elaboración de agregado a partir del desecho de la palma (cuesco) se realiza la fabricación de agregado de cuesco de forma artesanal empleando equipo de ebanistería, y herramientas que permita lograr obtener este agregado. (pág. 20)

En la obtención de este agregado se requiere el transporte desde Santo Domingo del sitio de una empresa dedicada a la utilización del cuesco como combustibles para sus diferentes operaciones. (pág. 20)

Para la obtención del agregado de desecho de la palma se inició como sigue:

- **Selección y recolección de la materia prima**

Para la obtención de la materia prima se requirió el transporte desde santo domingo de una empresa dedicada a la utilización del cuesco como combustibles para sus diferentes operaciones. (pág. 21)

En la recolección se procedió a seleccionar el cuesco totalmente seca que no contenía humedad, para esto se observó que la apariencia del epicarpio, mesocarpio y endocarpio sea de color café, y que estén en perfecto estado de conservación (sin abolladuras). (pág. 21)

- **Limpieza del cuesco**

El tratamiento que se siguió para la limpieza de los desechos agroindustriales fue de lavado por inmersión en agua limpia sin ningún agente adicional hasta librar las impurezas, seguidamente se secó al ambiente por un período de 48 horas aproximadamente hasta que se encuentre en estado seco. (pág. 21)

- **Corte**

Luego que se obtuvo la materia prima lista para procesar, se procedió a la utilización de una trituradora, la misma que con la ayuda de una telera, nos permitió graduar el tamaño de agregado que se utilizó para los diferentes ensayos. (pág. 21)

El corte se lo realizo de la siguiente manera:

- Corte longitudinal, tomando el desecho de la palma cortada por la mitad se la pasó entre la telera y la sierra una otra vez de modo que permitió tener el material en forma de galletas. (pág. 21)
- Corte transversal, luego del primer corte se tomó las galletas de estopa se procedió a cortar de forma transversal, obteniendo así el agregado. (pág. 21)
- Empaque en bolsas. Una vez obtenido el agregado, se almacena en fundas con pesos aproximados entre 9 a 10 kg. Hasta el momento de su utilización. (pág. 21)

Cabe recalcar que al momento de realizar este proceso se logró rendimientos de 1 saco de 10 kg por día. (pág. 21)

## **2.7. ADITIVO**

Según ASTM, Aditivo es el material, además del cemento, agua y áridos, que se añade al hormigón o mortero inmediatamente antes o durante el mezclado. (pág. 22)

El objeto de añadir aditivos es el de modificar, acentuar o conferir alguna propiedad que de por sí la mezcla no posee, y hacerla temporal o permanente durante su estado fresco o endurecido. (pág. 22)

Se presenta en forma de polvo o líquido. Los aditivos líquidos se emplean diluidos en agua, y los aditivos en polvo se prefiere sean agregados directamente al cemento. Se aplican en pequeñas dosis que varían de entre un 0,1% y un 5% del peso del cemento, su efecto es de índole físico, químico o físico-químico. Esta dosis empleada tiene directa relación con la magnitud del efecto, debiéndose en todo caso, respetar los límites recomendados por el fabricante y el aporte de sustancias dañinas en el hormigón. Los aditivos se pueden clasificar como: (pág. 22)

- Aditivos incorporadores de aire
  - Aditivos plastificantes (reductores de agua)
  - Aditivos retardadores
  - Aditivos aceleradores
  - Aditivos impermeabilizantes
  - Aditivos expansivos
  - Misceláneos (agentes para lechadas de sellado y agentes formadores de gas).
- (pág. 23)

El uso de aditivos está condicionado a:

- Que se obtenga el resultado sin tener que variar sustancialmente la dosificación básica.
- Que el aditivo no tenga efectos negativos en otras propiedades del concreto.
- Que un análisis de esto justifique su empleo. (pág. 23)

El hormigón debe ser trabajable, terminable, resistente, durable, impermeable y resistente al desgaste. Estas cualidades se pueden obtener a menudo más conveniente y económicamente por medio del cálculo apropiado de la mezcla, la selección de materiales adecuados sin recurrir a aditivos, con excepción de los agentes incorporados de aire cuando sean necesarios. (pág. 23)

Sin embargo, puede haber casos en que se requieran ciertas propiedades especiales, tales como: tiempo de fraguado prolongado, aceleración de la resistencia a corta edad, atrasar el desarrollo del calor de hidratación. En estos casos es aconsejable considerar e investigar ciertos aditivos, su uso en el hormigón puede producir los efectos especiales deseados. En algunos casos se puede desear propiedades que sólo son posibles de obtener con la ayuda de aditivos. (pág. 23)

No obstante, no se puede considerar a ningún aditivo como sustituto de la buena práctica de hormigonado. La trabajabilidad de las mezclas y la calidad del hormigón se pueden mejorar por medio de ajustes en la granulometría de la mezcla

de áridos y por medio del uso de agentes incorporadores de aire, humedificantes y dispersadores del cemento.

Las mezclas de ensayo siempre deben hacerse con el aditivo y los materiales de trabajo, la acción de un aditivo está muy influenciada por la composición del cemento y por otros aditivos. (pág. 23)

Antes de usar un aditivo se debe tener presente que:

- Todo empleo de aditivo presume un buen hormigón.
- Antes de decidir el empleo de un aditivo, se debe verificar si es posible obtener la propiedad deseada mediante la modificación de los componentes del hormigón, y las condiciones de la obra (pág. 24).
- Se debe considerar, además de las ventajas, sus inconvenientes, limitaciones, contraindicaciones y compatibilidades. (pág. 24)
- El efecto que produce el aditivo se debe medir mediante ensayos de laboratorio, y resultados de faenas. (pág. 24)

Pese a que no se menciona, existen condiciones bastante similares en referencia a los aditivos que se aplican, en la producción de morteros, es importante destacar que son de carácter más limitado, referentes a mejorar las propiedades de morteros para relleno, autonivelantes, de inyección, constituyendo una parte fundamental de su tecnología (Reveca, 2007).

## **CAPÍTULO III**

### **ESTUDIO EXPERIMENTAL**

#### **3.1 Descripción general**

En el presente capítulo se exponen las características de los materiales utilizados, en el caso de los agregados, se describe el procedimiento de cada normativa utilizada en los ensayos exigidos para comprobar su calidad, seguidos, se desarrolla el diseño de mezcla de hormigón permeable mediante el método ACI para cada una de las dosificaciones elaboradas, también se detalla el proceso de fabricación de las probetas de hormigón permeable los ensayos que se le realizaron en estado fresco y endurecido.

#### **3.2 Materiales utilizados para la fabricación del hormigón permeable**

##### **3.2.1 Agregado grueso**

Para el desarrollo de este trabajo se escogió como agregado grueso “cantos rodados” provenientes del Río “Manantial de Guangala”. Su tamaño máximo nominal fue de  $\frac{3}{4}$ ". El material se ensayó de acuerdo a las normas INEN conforme a los requerimientos a cumplir.

##### **3.2.2 Agregado fino**

Debido a que el hormigón permeable lleva en su composición poco o nada de agregado fino, se decidió aprovechar como agregado la arena del Río “Manantial de Guangala”, material que del que también se comprobará su calidad mediante los ensayos de las normas INEN.

### **3.2.3 Cemento**

El cemento utilizado fue el cemento Holcim Fuerte Tipo GU (uso general). Contando como principales características su resistencia, durabilidad y destacado desempeño que cumple y excede los estándares de la norma NTE INEN 2380 (Holcim Fuerte S.A., 2015).

### **3.2.4 Agua**

El agua colocada en la mezcla de hormigón debe ser potable y cumplir con las disposiciones de la norma ASTM C 1602, se trabajó con el agua potable suministrada al Laboratorio de Hormigones y Suelos de la UPSE, proveniente de la empresa AGUAPEN E.P.

## **3.3 Ensayos realizados para determinar la calidad de los agregados en el hormigón**

Los ensayos que se realizaron a los agregados fueron:

- Análisis granulométrico, NTE INEN 696.
- Determinación de contenido total de humedad, NTE INEN 862.
- Determinación de la masa unitaria suelta, NTE INEN 858.
- Determinación de la masa unitaria compactada, NTE INEN 858.
- Determinación de la densidad y absorción del árido grueso, NTE INEN 857 y árido fino, NTE INEN 856.
- Determinación del material más fino que pasa el tamiz con abertura de 75 $\mu$ m (No. 200), mediante lavado, NTE INEN 697 (sin agente dispersante).
- Determinación de terrones de arcilla y partículas, NTE INEN 698
- Determinación del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación, NTE INEN 864.
- Determinación del valor de la degradación del árido grueso de partículas menores a 37,5 mm mediante el uso de la máquina de los ángeles, NTE INEN 860.
- Determinación de la solidez de los áridos mediante el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, NTE INEN 863.



### **3.3.1 Análisis granulométrico - NTE INEN 696**

Normativa (NTE INEN-696, 2011).

Este ensayo determina la graduación de las partículas del árido y se lo realizó de acuerdo a la norma NTE INEN 696 que establece. (pág. 2)

#### **Equipos**

- **Balanzas.-** Las balanzas utilizadas en el ensayo del árido fino y grueso deben tener una legibilidad y exactitud como la que se indica a continuación: (pág. 2)
- Para árido fino, debe ser legible hasta 0,1 g y tener una precisión de 0,1 g o del 0,1% de la carga de ensayo, el que sea mayor, en cualquier punto, dentro del rango de uso. (pág. 2)
- Para árido grueso o mezclas de áridos fino y grueso, debe ser legible y tener una precisión de 0,5 g o 0,1% de la carga de ensayo, el que sea mayor, en cualquier punto dentro del rango de uso. (pág. 2)
- **Tamices.-** La tela del tamiz debe ser montada sobre marcos cuya construcción evite pérdidas de material durante el tamizado. La tela y los marcos del tamiz normalizado deben cumplir con los requisitos de la NTE INEN 154. Los marcos de tamiz no normalizados deben cumplir con los requisitos de la NTE INEN 154 que sean aplicables. (pág. 2)
- **Agitador de tamices mecánico.-** Un dispositivo de tamizado mecánico, si se utiliza, debe crear un movimiento en los tamices que produzca que las partículas reboten y caigan, u otro tipo de movimiento que presente diferente orientación a la superficie de tamizado. (pág. 2)
- **Horno.-** Un horno de tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . (pág. 2)

#### **Procedimiento.**

1. Secar la muestra hasta masa constante a una temperatura de  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . (pág. 3)
2. Seleccionar los tamices necesarios y adecuados que cubran los tamaños de las partículas del material a ensayarse, con el propósito de obtener la información requerida en las especificaciones. Utilizar tantos tamices adicionales como se desee o

como sean necesarios para proporcionar información adicional, tal como el módulo de finura o para regular la cantidad de material sobre un tamiz. Ordenar los tamices en forma decreciente según el tamaño de su abertura, de arriba a abajo y colocar la muestra en el tamiz superior. Agitar los tamices manualmente o por medio de aparatos mecánicos durante un período suficiente, ya sea establecido por el ensayo o también controlado por medio de la masa de la muestra de ensayo, de tal forma que cumpla con el criterio de conformidad o de tamizado. (pág. 3)

3. Limitar la cantidad de material sobre un determinado tamiz de manera que todas las partículas tengan oportunidad de llegar a las aberturas del tamiz algunas veces durante la operación de tamizado. Para tamices con aberturas más pequeñas que 4,75 mm (No. 4), la cantidad que se retiene sobre cualquier tamiz al finalizar la operación de tamizado no debe exceder 7 kg/m<sup>2</sup> en la superficie de tamizado (ver nota 5). Para tamices con aberturas de 4,75 mm (No. 4) y más grandes, la cantidad retenida en kg no debe exceder del producto de 2,5 X (la abertura del tamiz, en mm y X (el área efectiva de tamizado, en m<sup>2</sup>)). Esta cantidad se muestra en la tabla 2, para cinco diferentes dimensiones del marco de tamiz entre circulares, cuadrados y rectangulares, los que son de mayor uso. En ningún caso la cantidad retenida debe ser tan grande como para causar una deformación permanente de la tela de tamiz. (pág. 4)

4. Evitar una sobrecarga de material sobre un tamiz individual, mediante alguno de los siguientes métodos: (pág. 4)

a. Insertar un tamiz adicional con un tamaño intermedio de abertura entre el tamiz que puede estar sobrecargado y el tamiz inmediatamente superior al tamiz en el conjunto original de tamices. (pág. 4)

b. Dividir la muestra en dos o más porciones, tamizando cada porción individualmente. Combinar las masas de las varias porciones retenidas sobre un tamiz específico antes de calcular el porcentaje de la muestra en el tamiz. (pág. 4)

c. Utilizar tamices con un tamaño de marco más grande y que proporcione un área mayor de tamizado. (pág. 4)

5. Continuar tamizando por un período suficiente de forma tal que, después de la finalización, no más del 1% en masa del material retenido en cualquier tamiz individual pase el tamiz durante 1 min de tamizado manual continuo realizado de la siguiente manera: sostener el tamiz individual, provisto con una bandeja inferior y una tapa, en una posición ligeramente inclinada en una mano. Golpear un lado del tamiz fuertemente y con un movimiento hacia arriba contra la base de la otra mano, a razón de aproximadamente 150 veces por minuto, girar el tamiz, aproximadamente una sexta parte de una revolución, en intervalos de alrededor de 25 golpes. En la determinación de la efectividad del tamizado para tamaños mayores que el tamiz de 4,75 mm (No. 4), limitar el material sobre el tamiz a una sola capa de partículas. Si el tamaño de los tamices de ensayo montados hace que el movimiento descrito de tamizado no sea práctico, utilizar tamices con diámetro de 203 mm para verificar la efectividad del tamizado. (pág. 5)

6. Evitar la sobrecarga de los tamices individuales para el caso de mezclas de áridos grueso y fino. (pág. 5) .

7. A menos que se utilice un agitador de tamices mecánico, tamizar a mano las partículas mayores de 75 mm mediante la determinación de la abertura más pequeña de tamiz por la cual puede pasar cada partícula. Iniciar el ensayo con el tamiz más pequeño a ser utilizado. Girar las partículas, si es necesario, a fin de determinar si van a pasar a través de una abertura particular, sin embargo, no se debe forzar a las partículas para pasar a través de una abertura. (pág. 5)

8. Determinar las masas de cada incremento de tamaño en una balanza que cumpla con los requisitos especificados, con una precisión de 0,1% de la masa total de la muestra seca original. La masa total del material después del tamizado debe ser similar a la masa original de la muestra colocada sobre los tamices. Si las cantidades difieren en más del 0,3%, respecto a la masa de la muestra seca original, los resultados no deben ser utilizados con fines de aceptación. (pág. 5)

9. Si se ha ensayado previamente la muestra por el método de ensayo de la NTE INEN 697, agregar la masa más fina que el tamiz de 75 µm (No. 200) determinado por ese método de ensayo, a la masa que pasa por el tamiz de 75 µm (No. 200) en el tamizado en seco de la misma muestra por este método de ensayo. (pág. 5)

## Resultados

El material cumple para el uso #67, tamaño máximo nominal ¾" (19 mm).

Tabla 1 Análisis granulométrico de árido grueso

TAMICES		PESO PARCIAL(gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
N°	mm				LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR
1 1/2"	38,10	0	0	100,00	100	100
1"	25,00	0	0	100,00	100	100
3/4"	19,00	350	3,50	96,50	100	90
1/2"	12,50	565	5,65	90,85	90	55
3/8"	9,50	5159	51,62	39,23	55	20
N°4	4,75	2928	29,29	9,93	10	0
N°8	2,36	695	6,95	2,98	5	0
N°16	1,16	219	2,19	0,79	0	0
Fondo	0,00	79	0,79	0,00	0	0
<b>TOTAL</b>		9995,00				

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

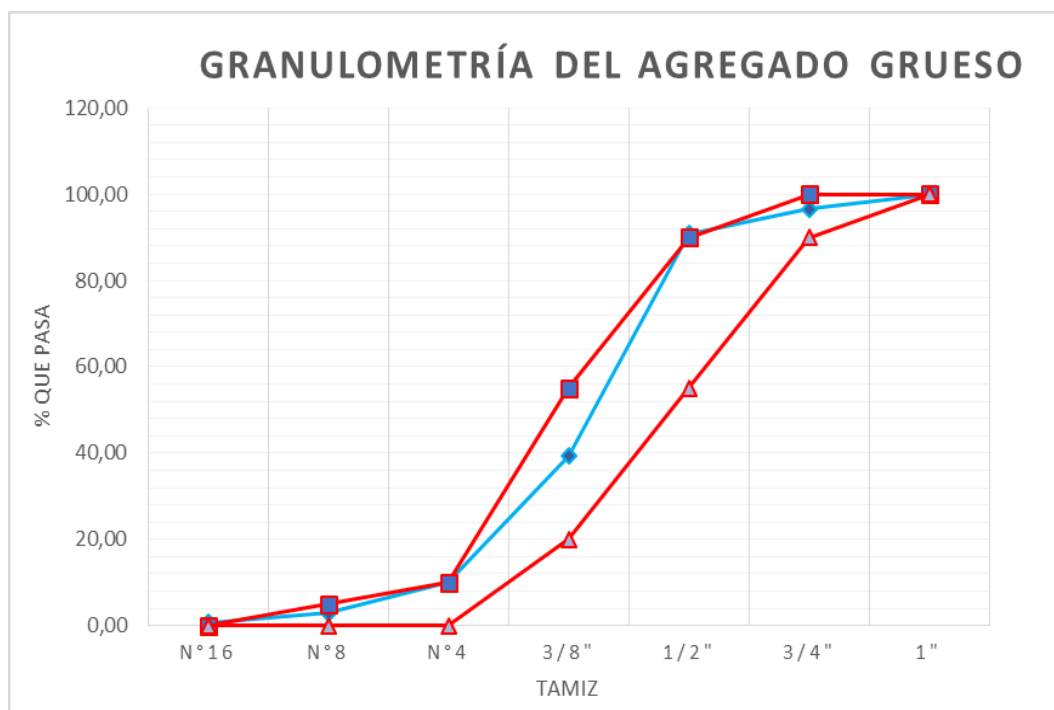


Figura 1. Curva granulométrica de áridos gruesos

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

Tabla 2 Análisis granulométrico de árido fino

TAMICES		PESO PARCIAL(gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
N°	mm				LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR
3/8"	9,50	0	0,00	100	100	100
N°4	4,75	0	0,00	100,00	100	95
N°8	2,35	157,86	15,84	84,16	100	80
N°16	1,16	179,75	18,03	66,13	85	50
N°30	0,6	196,89	19,75	46,38	60	25
N°50	0,3	281,37	28,23	18,15	30	10
N°100	0,15	114,98	11,53	6,62	10	2
Fondo	0,00	65,98	6,62	0,00	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>996,83</b>				

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

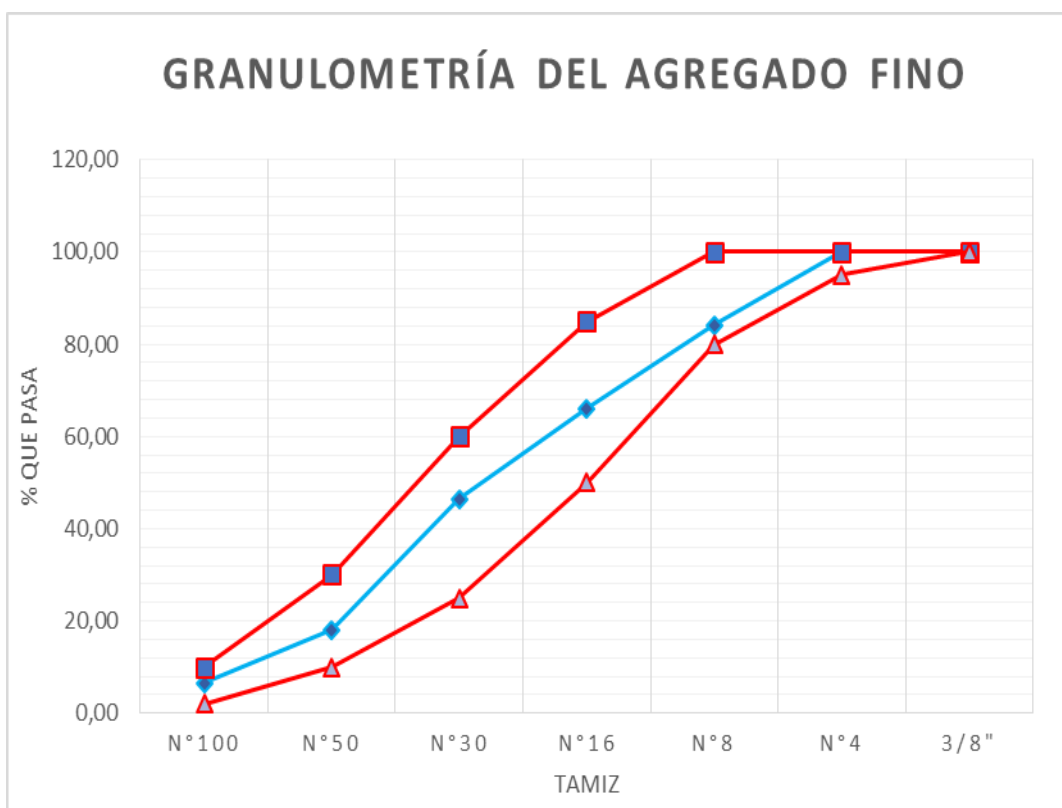


Figura 2. Curva granulométrica de áridos fino  
Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

Tabla 3 Análisis granulométrico de árido cuesco

TAMICES		PESO PARCIAL(gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
N°	mm				LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR
1 1/2"	38,10	0	0	100,00	100	100
1"	25,00	0	0	100,00	100	100
3/4"	19,00	105,3	2,11	97,89	100	90
1/2"	12,50	2124,7	42,50	55,39	90	55
3/8"	9,50	1430	28,61	26,79	55	20
N°4	4,75	543,8	10,88	15,91	10	0
N°8	2,36	658	13,16	2,74	5	0
N°16	1,16	37,2	0,74	2,00	0	0
Fondo	0,00	100	2,00	0,00	0	0
<b>TOTAL</b>		4999,00				

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

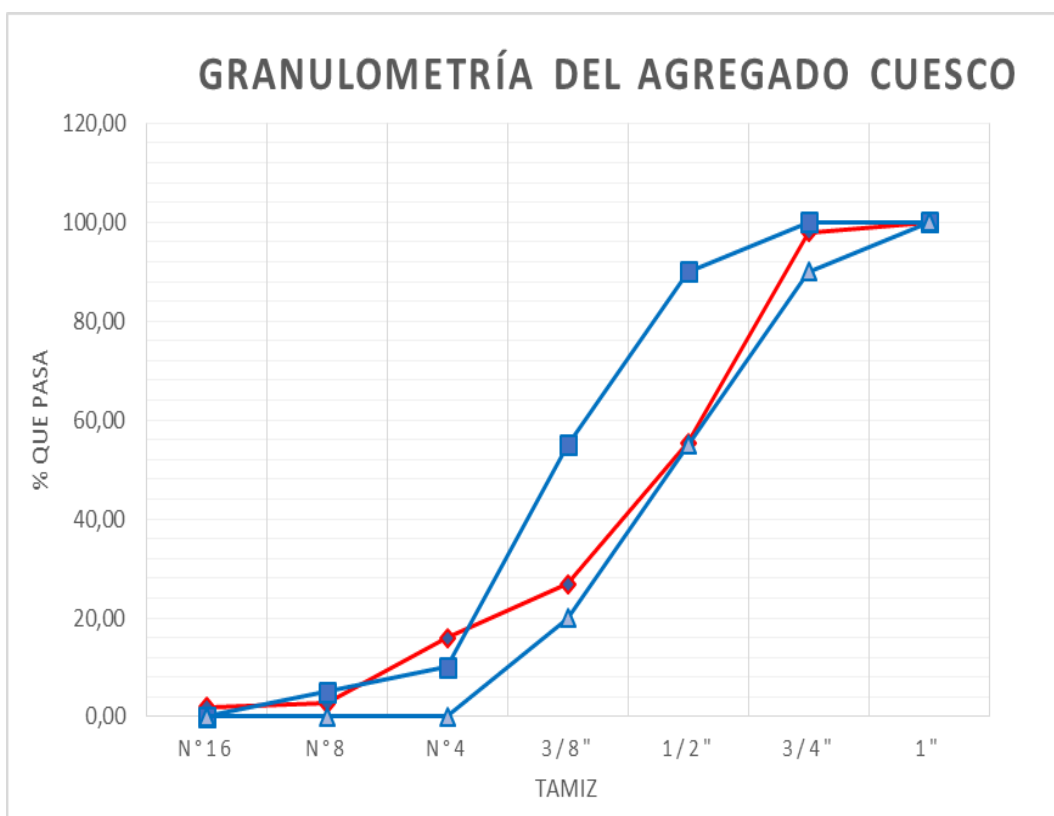


Figura 3. Curva granulométrica de áridos cuesco

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

### 3.3.2 Determinación de contenido total de humedad - NTE INEN 862

Según indica la norma: (NTE INEN 862, 2011).

Este método de ensayo sirve para determinar el porcentaje de humedad evaporable por secado en una muestra de áridos, tanto el correspondiente a la humedad superficial, como la humedad contenida en los poros del árido. (pág. 1)

#### Equipos

- **Balanza.** - Una balanza precisa, legible y con sensibilidad de 0,1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso. Dentro de un intervalo igual al 10% de la capacidad de la balanza que se utiliza para determinar la masa, la indicación de carga debe tener una precisión de 0,1% de la diferencia entre las masas. (pág. 1)
- **Fuente de calor.** - Un horno ventilado capaz de mantener la temperatura, alrededor de la muestra, a  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . Cuando no es necesario un control estricto de la temperatura, se pueden utilizar otras fuentes adecuadas de calor como: planchas calientes, eléctricas o a gas; lámparas eléctricas de calor o un horno de microondas ventilado. (pág. 2)
- **Recipiente para la muestra.** - Un recipiente de material que no le afecte el calor, de volumen suficiente para contener la muestra sin peligro de derrame y con una forma tal que la profundidad de la muestra no exceda en un quinto la dimensión lateral menor. (pág. 2)
- **Agitador.** - Una cuchara o espátula de metal de tamaño conveniente. (pág. 2)

#### Procedimiento:

- Determinar la masa de la muestra con una aproximación de 0,1%. (pág. 2)
- Secar la muestra completamente en el recipiente por medio de la fuente de calor seleccionada, cuidando no perder partículas. Un calentamiento muy rápido puede causar que algunas partículas exploten, resultando en una pérdida de las mismas. Usar un horno de temperatura controlada, cuando el calor excesivo pueda alterar las propiedades del árido o cuando se requiera una medición más precisa. Si se utiliza

una fuente de calor diferente al horno de temperatura controlada, agitar la muestra durante el secado para acelerar la operación y evitar el sobrecalentamiento localizado. (pág. 2)

- Cuando se usa una plancha caliente, el secado puede ser acelerado con el siguiente procedimiento: añadir suficiente alcohol anhidro desnaturalizado, para cubrir la muestra húmeda. Agitar y luego permitir que el material en suspensión se asiente. Decantar la mayor cantidad de alcohol posible, sin perder ninguna partícula de la muestra. Encender el resto de alcohol y dejar que se quemé durante el secado sobre la plancha caliente. (pág. 3)
- La muestra está completamente seca cuando un mayor tiempo de calor ocasiona, o puede ocasionar, una pérdida adicional de la masa menor al 0,1%. (pág. 3)
- Determinar la masa de la muestra seca, con una aproximación de 0,1%, luego de que se haya enfriado lo suficiente como para no dañar la balanza. (pág. 3)

## Resultados

Tabla 4 Determinación del contenido total de humedad del árido grueso

ARIDO GRUESO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Masa de la muestra humedad. (g) B	3000	3000
Masa de la muestra seca al horno (g) C	2981	2980
Humedad total (%) A	<b>0,64</b>	<b>0,67</b>
A= 0,65 %	Humedad total	A= (B-C)/B*100

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.



Tabla 5 Determinación del contenido total de humedad del árido fino

ARIDO FINO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Masa de la muestra humedad. (g) B	300	300
Masa de la muestra seca al horno (g) C	292	292,5
Humedad total (%) A	2,74	2,56
A= 2,65 %	Humedad total	A= (B-C)/B*100

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

Tabla 6 Determinación del contenido total de humedad del árido Cuesco

ARIDO GRUESO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Masa de la muestra humedad. (g) B	3000	3000
Masa de la muestra seca al horno (g) C	2640,6	2640,3
Humedad total (%) A	13,61	13,62
A= 0,65 %	Humedad total	A= (B-C)/B*100

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

### 3.3.3 Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) - NTE INEN 858

Según nos indica: (NTE INEN 858, 2010)

Este método es frecuentemente utilizado para determinar la masa unitaria (peso volumétrico) del árido, en condición compactada o suelta y calcular los vacíos entre las partículas en los áridos: fino, grueso o en una mezcla de ellos, basándose en la misma determinación. (pág. 1)

#### Equipos

- **Balanza.-** Que tenga una precisión de 0,1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso, con graduaciones de al menos 0,05 kg. Se debe considerar que el rango de uso se extiende desde la masa del molde vacío, hasta la masa del molde más su contenido el cual se considera que tiene una masa unitaria de 1.920 kg/m<sup>3</sup>. (pág. 2)
- **Varilla de compactación.** - Debe ser una varilla recta, lisa, de acero, de 16 mm de diámetro y aproximadamente 600 mm de longitud, teniendo el extremo de compactación o los dos extremos redondeados con punta semiesférica, cuyo diámetro es de 16 mm (pág. 2).
- **Molde.-** Recipiente cilíndrico de metal, preferiblemente provisto de asas. Impermeable, con la parte superior y el fondo, rectos y uniformes. Suficientemente rígido para mantener su forma bajo condiciones agresivas de uso. El molde debe tener una altura aproximadamente igual a su diámetro, pero en ningún caso la altura debe ser menor al 80% ni superior al 150% del diámetro. (pág. 3)
- **Pala o cucharón.-** De tamaño conveniente para llenar el molde con el árido. (pág. 3)
- **Equipo de calibración:** Además de la balanza. (pág. 3).
  - **Placa de vidrio.** - De al menos 6 mm de espesor y por lo menos 25 mm mayor que el diámetro del molde a ser calibrado. (pág. 3).
  - **Grasa.** - Un suministro de grasa liviana automotriz o similar. (pág. 3).
  - **Termómetro.** - Con un rango de al menos entre 10 °C y 32 °C y que permita una lectura de por lo menos 0,5 °C (pág. 3).

### Preparación de la muestra.

El tamaño de la muestra debe ser de aproximadamente 125% a 200% respecto de la cantidad necesaria para llenar el molde y debe ser manejada de tal manera que se evite la segregación. Secar la muestra hasta obtener masa constante, de preferencia en un horno a  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . (pág. 4)

#### 3.3.3.1 Procedimiento para masa unitaria suelta

1. Llenar el molde a rebosar por medio de una pala o cucharón, descargar el árido desde una altura no superior a 50 mm por encima de la parte superior del molde. Tener cuidado para prevenir, tanto como sea posible, la segregación de las partículas que componen la muestra. Nivelar la superficie del árido con los dedos o con una regleta, de tal manera que cualquier ligera proyección de las partículas grandes del árido grueso, equilibren aproximadamente los vacíos mayores en la superficie, por debajo de la parte superior del molde. (pág. 5)
2. Determinar la masa del molde y la masa del molde con su contenido. Registrar los valores con una aproximación de 0,05 kg. (pág. 5)

### Resultados

Tabla 7 Determinación del peso volumétrico suelto del árido grueso

ARIDO GRUESO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
Volumen del recipiente (m <sup>3</sup> ) B	0,009736876	0,009736876	0.009736876	0.009736876
Masa suelta de material contenido en B (kg) A	13,64	13,88	13,92	13,54
Masa unitaria (densidad aparente) suelta (kg/m <sup>3</sup> ) Ms	<b>1400,86</b>	<b>1425,51</b>	<b>1429,62</b>	<b>1390,59</b>
<b>Ms = 1411,64 kg/m<sup>3</sup></b>	Masa unitaria suelta (densidad aparente)			<b>Ms = A/B</b>

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

Tabla 8 Determinación del peso volumétrico suelto del árido fino

ARIDO FINO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
Volumen del recipiente (m3) B	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
Masa suelta de material contenido en B (kg) A	4,70	4,70	4,70	4,72
Masa unitaria (densidad aparente) suelta (kg/m3) Ms	678,57	678,57	678,57	6785,71
Ms = 1680,36 kg/m3	Masa unitaria suelta (densidad aparente)			Ms = A/B

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

Tabla 9 Determinación del peso volumétrico suelto del árido Cuesco

ARIDO GRUESO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
Volumen del recipiente (m3) B	0,009736876	0,009736876	0,009736876	0,009736876
Masa suelta de material contenido en B (kg) A	12,40	12,30	12,40	12,30
Masa unitaria (densidad aparente) suelta (kg/m3) Ms	152,00	141,73	152,00	141,73
Ms = 146,86 kg/m3	Masa unitaria suelta (densidad aparente)			Ms = A/B

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

### 3.3.3.2 Procedimiento para masa unitaria compactada

1. Llenar la tercera parte del molde y nivelar la superficie con los dedos. Compactar la capa de áridos, con 25 golpes de la varilla de compactación distribuidos uniformemente sobre la superficie. Llenar los dos tercios del molde, nuevamente nivelar y compactar de la forma indicada anteriormente. Por último, llenar el molde a rebosar y compactar nuevamente en la misma forma mencionada anteriormente. Nivelar la superficie del árido con los dedos o una regleta, de tal manera que cualquier ligera proyección de las partículas grandes del árido grueso, equilibren aproximadamente los vacíos mayores en la superficie, por debajo de la parte superior del molde. (pág. 4)
2. En la compactación de la primera capa, no se debe permitir que la varilla golpee fuertemente el fondo del molde. La compactación de la segunda y tercera capas debe ser vigorosa evitando que la varilla de compactación penetre la capa anterior del árido. (pág. 4)
3. Determinar la masa del molde y la masa del molde con su contenido. Registrar los valores con una aproximación de 0,05 kg. (pág. 4)

### Resultados

Tabla 10 Determinación del peso volumétrico compactado del árido grueso

ARIDO GRUESO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
Volumen del recipiente (m <sup>3</sup> ) B	0,009736876	0,009736876	0,009736876	0,009736876
Masa suelta de material contenido en B (kg) A	14,34	15,09	13,13	14,15
Masa unitaria (densidad aparente) suelta (kg/m <sup>3</sup> ) Mc	1472,75	1549,78	1348,48	1453,24
Mc = 1456,06 kg/m <sup>3</sup>	Masa unitaria suelta (densidad aparente)			Mc = A/B

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

Tabla 11 Determinación del peso volumétrico compactado del árido Cuesco

ARIDO GRUESO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
<b>Volumen del recipiente (m3) B</b>	0,009736876	0,009736876	0,009736876	0,009736876
<b>Masa suelta de material contenido en B (kg) A</b>	12,65	12,60	12,60	12,50
<b>Masa unitaria (densidad aparente) suelta (kg/m3) Mc</b>	<b>177,68</b>	<b>172,54</b>	<b>172,54</b>	<b>162,27</b>
<b>Mc = 171,26 kg/m3</b>	Masa unitaria suelta (densidad aparente)			<b>Mc = A/B</b>

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

### 3.3.4 Determinación de la densidad y absorción de los áridos

#### 3.3.4.1 Árido grueso - NTE INEN 857

Según indica la norma: (NTE INEN 857, 2010)

Este método de ensayo se aplica para la determinación de la densidad promedio en una muestra de árido grueso (sin incluir el volumen de vacíos entre partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del árido. (pág. 1)

#### Equipos

- **Balanza.** - Equipo para determinar masa, que sea sensible y legible, con una aproximación de 0,05% de la masa de la muestra en cualquier punto dentro del rango de uso para este ensayo, o 0,5 g, la que sea mayor. La balanza debe estar equipada con un dispositivo apropiado para suspender el recipiente para la muestra en agua, desde el centro de la plataforma o recipiente de la balanza. (pág. 3)
- **Recipiente** para la muestra: Canasta de alambre con una abertura de 3,35 mm (No.6) o de malla más fina o un cubo de ancho y altura aproximadamente iguales, con una capacidad de 4 litros a 7 litros, para un árido con tamaño máximo nominal de 37,5 mm o menor, o una canasta más grande, según sea necesario, para el ensayo de áridos de mayor tamaño máximo. El recipiente debe ser construido de tal forma que evite retener aire cuando esté sumergido. (pág. 3)

- **Tanque de agua.** - Tanque hermético, dentro del cual se coloca el recipiente para la muestra mientras se suspende bajo la balanza. (pág. 3)
- **Tamices.** - Tamiz de 4,75 mm (No. 4) o de otros tamaños según sean necesarios, que cumplan con los requisitos de la NTE INEN 154. (pág. 3)
- **Horno.** - De tamaño suficiente, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . (pág. 3)

**Procedimiento:**

1. Secar la muestra en el horno a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , hasta conseguir una masa constante. Enfriar la muestra al aire, a temperatura ambiente, entre 1 hora a 3 horas, para muestras de ensayo de tamaño máximo nominal de hasta 37,5 mm o por más tiempo para tamaños más grandes, hasta que el árido se haya enfriado a una temperatura que sea confortable para su manipulación (aproximadamente  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ); seguidamente sumergir el árido en agua a temperatura ambiente por un período de  $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$ . (pág. 4)
2. Cuando se utilizan los valores de absorción y densidad relativa (gravedad específica) en la dosificación de mezclas de hormigón, en las que el árido estará en condición de humedad natural; el requisito del numeral 1. Sobre el secado inicial es opcional y si la superficie de las partículas de la muestra ha sido conservada húmeda continuamente hasta el ensayo, el requisito del numeral 1. Sobre la inmersión por  $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$ , también es opcional. (pág. 4)
3. Retirar la muestra de ensayo del agua, colocarla sobre un paño absorbente y con el mismo frotarla hasta que sea eliminada toda lámina visible de agua. Secar las partículas grandes individualmente. Se puede utilizar una corriente de aire para ayudar a la operación de secado. Evitar la evaporación de agua desde los poros del árido durante la operación de secado superficial. Determinar la masa de la muestra de ensayo en condición saturada superficialmente seca, registrar esta y todas las masas subsecuentes con una aproximación de 0,5 g o 0,05% de la masa de la muestra, la que sea mayor (pág. 4).

4. Después de determinar la masa en aire, inmediatamente colocar la muestra de ensayo saturada superficialmente seca en el recipiente para la muestra y determinar su masa aparente en agua a  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Remover todo el aire antes de determinar la masa mediante la agitación del recipiente mientras se lo sumerge. (pág. 4)

5. Secar la muestra en el horno a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , hasta conseguir una masa constante. Enfriar la muestra al aire, a temperatura ambiente, entre 1 hora a 3 horas o hasta que el árido se haya enfriado a una temperatura que sea confortable para el manejo (aproximadamente  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y determinar su masa. (pág. 5)

## Resultados

Tabla 12 Determinación de densidades y porcentaje de absorción del árido grueso

Árido Grueso	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
en aire del agregado secado al horno (g) A	2943	2950	2945
Peso aire del agregado sss(g) B	3000	3000	3000
Peso al aire sss sumergido en agua (g) C	1730	1749	1728
$G_{sb} =$	2,330	$G_{sb} = A/(B-C)$	
$G_{sssb} =$	2,373	$G_{sssb} = B/(B-C)$	
$G_{sa} =$	2,434	$G_{sa} = A/(A-C)$	
$\%Abs =$	1,833	$\%Abs = (B-A)/A \times 100$	

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

Tabla 13 Determinación de densidades y porcentaje de absorción del árido Cuesco

Árido Grueso	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso en aire del agregado secado al horno (g) A	2295	2293,8	2294
Peso aire del agregado sss(g) B	3000	3000	3000
Peso al aire ss sumergido en agua (g) C	2497,5	2299,6	2506
$G_{sb} =$	4,598	$G_{sb} = A/(B-C)$	
$G_{sssb} =$	6,013	$G_{sssb} = B/(B-C)$	
$\%Abs =$	30,761	$\%Abs = (B-A)/A \times 100$	

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.



### 3.3.4.2 Árido Fino - NTE INEN 856

Según la normativa (NTE INEN 856, 2010)

Este método de ensayo se aplica para la determinación de la densidad promedio en una muestra de árido fino (sin incluir el volumen de vacíos entre partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del árido. (pág. 1)

#### Equipos

- **Balanza.** - Que tenga una capacidad de 1 kg o más, con una sensibilidad de 0,1 g o menos y una precisión de 0,1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso para este método de ensayo. La diferencia entre lecturas debe tener una precisión dentro de 0,1 g, en cualquier rango de 100 g de carga. (pág. 3)
- **Picnómetro** (para uso con el procedimiento gravimétrico). - Matraz u otro contenedor apropiado, en el cual la muestra de ensayo de árido fino, pueda ser introducida fácilmente y en el cual el volumen contenido pueda ser legible dentro de  $\pm 0,1 \text{ cm}^3$ . El volumen del contenedor lleno hasta la marca debe ser por lo menos 50% mayor que el requerido para acomodar la muestra de ensayo. Para una muestra de ensayo de 500 g del árido más fino, es adecuado un matraz o un recipiente de 500  $\text{cm}^3$  de capacidad, adaptado con un picnómetro en la parte superior. (pág. 3)
- **Molde y compactador para ensayo de humedad superficial.** - El molde metálico debe tener la forma de un cono truncado, con las siguientes dimensiones: 40 mm  $\pm$  3 mm de diámetro interno superior, 90 mm  $\pm$  3 mm de diámetro interno en la base y 75 mm  $\pm$  3 mm de altura; el metal debe tener un espesor mínimo de 0,8 mm. El compactador metálico debe tener una masa de 340 g  $\pm$  15 g y una cara compactadora circular y plana, de 25 mm  $\pm$  3 mm de diámetro. (pág. 3)
- **Horno.** - De tamaño suficiente, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 °C  $\pm$  5 °C. (pág. 3)

## **I. Procedimiento volumétrico:** Normativa (NTE INEN 856, 2010):

### **a. Preparación de la muestra de ensayo.**

1.1 Colocar la muestra en una bandeja o en otro recipiente apropiado y secarla en el horno a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , hasta conseguir una masa constante, dejarla que se enfríe hasta una temperatura que sea confortable para su manipulación (aproximadamente  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), luego cubrirla con agua, ya sea por inmersión o por adición de agua, hasta alcanzar al menos 6% de humedad en el árido fino y dejar que repose por  $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$ . (pág. 3)

1.2 Decantar el exceso de agua, evitando la pérdida de finos, extender la muestra sobre una superficie plana, no absorbente, expuesta a una corriente suave de aire caliente y moverla frecuentemente para asegurar un secado homogéneo. Si se desea, se pueden utilizar equipos mecánicos como un agitador, para ayudar a alcanzar la condición saturada superficialmente seca. Continuar esta operación hasta que la muestra se aproxime a una condición de flujo libre. Seguir el procedimiento indicado en el numeral 1.3 para determinar si la humedad superficial todavía está presente en las partículas constituyentes del árido fino. Realizar el primer ensayo para esta determinación cuando todavía exista agua superficial en la muestra. Continuar secando con agitación constante y probar a intervalos frecuentes hasta que el ensayo indique que la muestra ha alcanzado la condición de superficie seca. Si el primer ensayo de determinación de humedad superficial indica que la humedad no está presente en la superficie, significa que se ha secado más allá de la condición saturada superficialmente seca; en este caso, mezclar íntegramente el árido fino con algunos  $\text{cm}^3$  de agua y dejar que la muestra repose en un recipiente cubierto por 30 minutos. A continuación, reanudar el proceso de secado y ensayos a intervalos frecuentes hasta determinar el inicio de la condición de superficie seca. (pág. 4)

1.3 Ensayo para determinar la humedad superficial. Mantener firmemente el molde sobre una superficie lisa no absorbente, con el diámetro mayor hacia abajo. Colocar en el molde en forma suelta, una porción del árido fino parcialmente seco, hasta llenarlo colocando material adicional en la parte superior manteniendo firme el molde con la mano, compactar el árido fino con 25 golpes ligeros del compactador.

Cada caída debe iniciar aproximadamente 5 mm sobre la superficie del árido. Permitir que el compactador caiga libremente bajo la atracción gravitacional en cada golpe. Ajustar la altura de inicio a la nueva elevación de la superficie después de cada golpe y distribuirlos sobre la superficie. Remover el árido fino que ha caído alrededor de la base y levantar el molde verticalmente. Si la humedad superficial todavía está presente, el árido fino mantendrá la forma del molde. Cuando el árido fino se desmorona ligeramente, ello indica que se ha alcanzado la condición de superficie seca. (pág. 4)

1.4 Algunos áridos finos con partículas de forma predominantemente angular o con una alta proporción de finos, pueden no desmoronarse en el ensayo del cono, al alcanzar la condición de superficie seca. Este problema se puede verificar si al dejar caer desde una altura de 100 mm a 150 mm sobre una superficie, un puñado de árido fino, tomado de la muestra ensayada, se pueden observar partículas individuales muy finas. Para estos materiales, se considera que han alcanzado la condición saturada superficialmente seca, en el punto en que, luego de remover el molde, un lado del árido fino apenas se derrumba. (pág. 4)

## **II. Procedimiento gravimétrico (picnómetro):** Normativa (NTE INEN 856, 2010)

2.1 Llenar parcialmente el picnómetro con agua. Introducir en el picnómetro 500 g  $\pm$  10 g de árido fino saturado superficialmente seco, preparado como se describe en el numeral 1, y llenar con agua adicional hasta aproximadamente el 90% de su capacidad. Agitar el picnómetro como se describe, manualmente en el literal a) o mecánicamente en el literal b) de este numeral. (pág. 4)

a) Manualmente: rodar, invertir y agitar el picnómetro (o utilizar una combinación de estas tres acciones) para eliminar las burbujas visibles de aire. (pág. 4)

b) Mecánicamente: agitar el picnómetro mediante una vibración externa, de una forma que no degrade la muestra. Para promover la eliminación de aire sin degradación, es suficiente un nivel de agitación ajustado para solamente mantener las partículas individuales en movimiento. Se puede considerar aceptable un agitador mecánico, si en ensayos de comparación para cada período de seis meses de uso,

muestra variaciones menores que el rango aceptable de dos resultados, respecto a los resultados de la agitación manual en el mismo material. (pág. 5)

2.2 Luego de eliminar todas las burbujas de aire, ajustar la temperatura del picnómetro y su contenido a  $23,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , si es necesario mediante inmersión parcial en agua circulante; y llevar el nivel de agua en el picnómetro hasta la marca de calibración. Determinar la masa total del picnómetro, muestra y agua. (pág. 5)

2.3 Retirar el árido fino del picnómetro, secarlo en el horno a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , hasta conseguir una masa constante y enfriarlo a temperatura ambiente por  $1\text{ h} \pm \frac{1}{2}\text{ h}$ , determinar su masa. (pág. 5)

2.4 Determinar la masa del picnómetro lleno hasta la marca de calibración, con agua a  $23,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . (pág. 5)

## Resultados

Tabla 14 Determinación de densidades y porcentaje de absorción del árido fino

Árido Grueso	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
<b>Peso en aire del agregado secado al horno (g) A</b>	489	489	489
<b>Peso de la muestra en estado saturado superfinamente seca en el frasco Le Chatelier. (g) S1</b>	500	500	500
<b>Peso de material sss (g) S</b>	500	500	500
<b>Lectura inicial del nivel de agua en el franco Le Chatelier (ml) R1</b>	200	200	200
<b>Lectura final del agua en el frasco Le Chaterier. (ml) R2</b>	391	388	390
<b><math>G_{sb} =</math></b>	<b>2,585</b>		
<b><math>G_{sssb} =</math></b>	<b>2,643</b>		
<b><math>G_{sa} =</math></b>	<b>2,744</b>		
<b><math>\%Abs =</math></b>	<b>2,249</b>		

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

### 3.3.5 Determinación del material más fino que pasa el tamiz con abertura de 75µm (No. 200), mediante lavado – NET INEN 697

Según nos indica: (NTE INEN 697, 2010)

#### Equipos

- **Balanza.** - Debe ser legible y tener una precisión de 0,1 g o del 0,1% de la masa de ensayo, la que sea mayor, en cualquier punto dentro del rango de uso. (pág. 2)
- **Tamices.**- Un arreglo de dos tamices, el inferior debe ser el tamiz de 75 µm (No. 200) y el superior de 1,18 mm (No. 16), ambos deben cumplir con los requisitos de la NTE INEN 154. (pág. 2)
- **Recipiente.**- Un frasco o contenedor de un tamaño suficiente para recibir la muestra cubierta con agua y para permitir una agitación vigorosa sin pérdida de alguna parte de la muestra o del agua. (pág. 2)
- **Horno.**- Un horno de tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . (pág. 2)

#### Procedimiento

1. Secar la muestra en el horno hasta conseguir una masa constante, a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Determinar la masa con una aproximación de 0,1% de la masa de la muestra (pág. 2).
2. Si la especificación requiere que la cantidad que atraviesa el tamiz de 75 µm (No. 200) se determine sobre una parte de una muestra que pasa un tamiz más pequeño que el tamaño máximo nominal del árido, separar la muestra por el tamiz designado y determinar la masa del material que pasa dicho tamiz, con aproximación de 0,1% de la masa de esta porción de la muestra. Utilizar esta masa como la masa seca original de la muestra de ensayo. (pág. 2)
3. Después del secado y de la determinación de la masa, colocar la muestra en el recipiente y agregar suficiente cantidad de agua hasta cubrirla. No se debe añadir al agua, detergente, un agente dispersor u otra sustancia. (pág. 3)

4. Agitar la muestra vigorosamente para dar lugar a la separación completa de todas las partículas más finas que 75 µm de las partículas más gruesas y para llevar el material fino a suspensión. Inmediatamente verter el agua de lavado que contiene los sólidos suspendidos y disueltos sobre el arreglo de tamices, organizado con el tamiz más grueso en la parte superior. Evitar en la medida de lo posible, a decantación de las partículas gruesas de la muestra. (pág. 3)

5. Añadir una segunda carga de agua a la muestra en el recipiente, agitar y decantar como se indicó anteriormente. Repetir esta operación hasta que el agua de lavado esté clara. (pág. 3)

6. Regresar al recipiente todo el material retenido en el arreglo de tamices mediante un enjuague con una boquilla rociadora de la muestra lavada. Secar en el horno el árido lavado hasta conseguir una masa constante, a temperatura de 110 °C ± 5 °C y determinar la masa con una aproximación de 0,1% de la masa original de la muestra. (pág. 3)

## Resultados

Tabla 15 Determinación del material más fino que pasa el tamiz de 75 µm del árido grueso

ÁRIDO GRUESO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Masa seca original de la muestra (g) B	3000	3000
Masa seca de la muestra luego de lavar (g) C	2979	2974
Masa más fina 75 µm (%) A	0,70	0.87
A = 0,78 %	Masa más fina	A= (B-C)/B*100

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

Tabla 16 Determinación del material más fino que pasa el tamiz de 75 µm del árido fino

ÁRIDO FINO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Masa seca original de la muestra (g) B	300	300
Masa seca de la muestra luego de lavar (g) C	295	294
Masa más fina 75 µm (%) A	1,667	2,00
A = 1,83 %	Masa más fina	A= (B-C)/B*100

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

### 3.3.6 Determinación de terrones de arcilla y partículas NTE INEN 698

Según nos indica: (NTE INEN 698, 2010)

Este método de ensayo se aplica para determinar la aceptación de los áridos para hormigón con requisitos de la NTE INEN 872.

#### Equipos

- **Balanza.-** Debe tener una precisión de 0,1% de la masa de la muestra de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso. Las balanzas deben cumplir con la exactitud de las secciones aplicables de la norma ASTM C 1005. (pág. 1)
- **Recipiente.-** De material no corrosible, de un tamaño y forma tal que permiten extender en la parte inferior la muestra en una capa delgada.
- **Tamices.-** Deben cumplir con la NTE INEN 154. (pág. 1)
- **Horno para secar.-** debe disponer de circulación libre del aire y ser capaz de mantener una temperatura de 100 °C ± 5 °C. (pág. 1)

## Procedimiento

1. Determinar la masa de la muestra de ensayo con la precisión específica en el número 4.2.1 y extenderla formando una fina capa en el fondo del recipiente, cubrir con agua destilada y sumergirla durante un periodo de  $24h \pm 4h$ . Rodar y apretar las partículas en tamaño más pequeños. No se debe utilizar las uñas para romper las partículas o presionar las partículas desmenuzables cada partícula que se puede romper con los dedos en finos removibles por tamizado húmedo. Después que todos los terrones de arcilla y partículas desmenuzables perceptibles se han roto. (pág. 2)
2. Realizar el tamizado húmedo pasando agua a través del tamiz que contiene la muestra, mientras se agita manualmente el mismo, hasta que todo el material de tamaño más pequeño haya sido eliminado. (pág. 2)
3. Retirar cuidadosamente las partículas retenidas en el tamiz, secar hasta una masa prácticamente constante a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dejar enfriar y determinar la masa con una aproximación de 0.1% de la masa de la muestra de ensayo. (pág. 2)

## Resultados

Tabla 17 Determinación de terrones de arcilla y partículas gruesas

Tamaño de Tamices		Masa antes del ensayo	Masa después del ensayo	Terrones de Arcilla y Partículas Deleznables Parcial
Pasante	Retenido	M (gr)	R (gr)	P
1 1/2.	3/4.	3000	2976	0,80
3/4.	3/8.	2000	1971	1,45
<b>P =</b>	<b>1,13</b>			<b>P= (M-R)/M*100</b>

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.



Tabla 18 Determinación de terrones de arcilla y partículas finas

Tamaño de Tamices		Masa antes del ensayo	Masa después del ensayo	Terrones de Arcilla y Partículas Deleznables Parcial
Pasante	Retenido	M (gr)	R (gr)	P
N°16	N°200	100	98,1	1,90
				$P = (M-R)/M * 100$

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

### 3.3.7 Determinación del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación - NTE INEN 864.

Según indica la norma: (NTE INEN 864, 1983)

Esta norma comprende a los áridos finos, sean como arena naturales o arena de tribulación, que se utilizan para preparar hormigones.

#### Equipos

- **Probeta.-** Graduada, de vidrio incoloro y de 1000cm<sup>3</sup> de capacidad, debe disponer de un tapón. (pág. 1)
- **Balanza.-** Con una capacidad no menos a 500g y una sensibilidad de 1g, o menos. (pág. 1)

#### Procedimiento

1. Colocar la muestra de ensayo en la probeta y luego se añadió agua hasta llenar las tres cuartas partes de su capacidad. (pág. 2)
2. Se Taponó la probeta, agitarla fuertemente varias veces, y dejando en reposo para que se produzca la sedimentación de las partículas del árido. (pág. 2)
3. Una hora después de haber agitado la probeta, leer la altura de la capa de partículas sedimentadas en la escala de la probeta graduada. (pág. 2)

## Resultado

Tabla 19 Porcentaje de partículas finas

Volumen de la capa de materia de partículas finas	Masa de muestra de ensayo	Porcentaje de partículas finas
H (cm <sup>3</sup> )	A (gr)	P
14,5	500	1,74
		$P=(H*0.6)/A*100$

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

### 3.3.8 Determinación del valor de la degradación del árido grueso de partículas menores a 37,5 mm mediante el uso de la máquina de los ángeles - NTE INEN 860

Según indica la norma: (INEN 860, 2011)

El valor de la degradación es utilizado como indicador de la calidad relativa o de la competencia de áridos y fuentes de áridos, que tienen composiciones mineralógicas similares. Los resultados obtenidos por este ensayo no permiten realizar comparaciones entre fuentes de diferente origen, composición o estructura.

Los áridos referidos en esta norma pueden ser gravas, piedras naturales, así como otros materiales obtenidos por trituración.

#### Equipos

- **Máquina de los Ángeles.-** Se debe utilizar una máquina de los Ángeles que cumpla con todas las características esenciales del diseño mostrado en la figura. La máquina debe estar compuesta por un cilindro de acero hueco, con espesor de pared no menor que 12.4 mm, cerrado en ambos extremos, que cumpla con las dimensiones que se muestra en la figura, que tenga diámetro interior de 711mm ± 5 mm y de longitud interna de 508 mm ± 5 mm. La superficie interior del cilindro debe estar libre de protuberancias que interrumpan la trayectoria de la muestra y de las esferas de acero, a excepción de la plataforma que se describe más adelante.

El cilindro debe ser montado sobre puntas de ejes acoplados a los extremos del cilindro, pero no deben entrar en él y debe estar colocado de tal manera que gire con el eje en posición horizontal con una tolerancia en la pendiente de 1%. Se debe proveer una abertura en el cilindro para la introducción de la muestra y las esferas. Para cubrir la abertura, debe estar provisto de una tapa apropiada que no está diseñada para mantener el contorno cilíndrica de la superficie interior, a menos que la plataforma este localizada de modo que la carga no caiga sobre la tapa a entre en contacto con esta durante el ensayo.

En el interior de la superficie cilindra se debe acoplar una plataforma de acero, extendida toda la longitud del cilindro y proyectada hacia el interior en  $89 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ , de tal manera que un plano centrado entre las caras grandes coincida con un plano axial, la plataforma debe ser mantada por medio de tornillos u otros medios adecuados y tener un espesor que le permita estar firme y rígida.

La posición de la plataforma debe ser tal que la muestra y las esferas de acero no golpeen en o cerca de la abertura exterior del cilindro en el sentido del giro, no debe ser menos a 1270 mm. Inspeccionar periódicamente la plataforma para determinar que no se ha doblado longitudinalmente, ni tampoco se ha modificado su posición normal radial con respecto al cilindro.

Si se encuentra cualquiera de estas condiciones, se debe reparar o reemplazar la plataforma antes de que se lleven a cabo más ensayos. (pág. 3)

La máquina debe estar balanceada y operar de tal forma que mantenga una velocidad periférica sustancialmente uniforme. Si se utiliza un ángulo como plataforma, la diferencia de rotación debe ser tal que la carga sea recogida por la superficie externa del ángulo.

- **Tamices.-** Que cumplan con los requisitos de la NTE INEN 154. (pág. 4)
- **Balanza.-** Con una precisión de por lo menos 0.1% de la carga en ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso para ese método de ensayo. (pág. 4)
- **Carga.-** La carga consiste en esferas de acero que promedien aproximadamente 47mm de diámetro, que cada una tenga masa de entre 390 g y 445 g. (pág. 4)

## Procedimiento

1. Colocar la muestra y la carga para el ensayo en la máquina de los Ángeles, girar la máquina 500 revoluciones a una velocidad entre 30 r/min y 33 r/min. Después del número prescrito de revoluciones, descarga el material de la máquina y realizar una separación preliminar de la muestra sobre un tamiz de mayor abertura que el de 1,70 mm. Tamizar la porción fina por el tamiz de 1,70 mm, según el promedio descrito en la NTE INEN 696. Lava el material más grueso que 1.70 mm y seca al horno a  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta obtener masa prácticamente constante y determinar la masa con aproximación de 1 g. (pág. 5)

## Resultados

Tabla 20 Porcentaje de desgaste

Pasa el Tamiz "N°"	Retenido en Tamiz "N°"	Peso antes del Ensayo "gr"	Peso Después del Ensayo "gr" (C)
3/4.	1/2.	2500	
1/2.	3/8.	2500	
Total (B)		5000	4489
% Desgaste (D) =		10,22	$D = (B - C) / B * 100$

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

### 3.4 Diseño de la mezcla de hormigón simple ACI 211.1

#### 3.4.1 Procedimiento de la primera dosificación utilizando

- Se determina nuestra tabla de datos.

Tabla 21 Datos de los agregados

<b>Agregado Fino</b>		<b>U</b>
Absorción	2,249	%
Humedad	2,65	%
Densidad relativa	2,55	
Densidad relativa sss	<b>2,643</b>	
Peso Unitario	1680,36	
Modulo de finura	3,79	
<b>Agregado Grueso</b>		<b>U</b>
Absorción	1,83	%
Humedad	0,65	%
Densidad relativa	2,33	
Densidad relativa sss	<b>2,37</b>	
Peso Unitario	<b>1456,06</b>	

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

- Se establece la resistencia de diseño:  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ .

Tabla 22 Resistencia a la compresión promedio

<b>Resistencia a la Compresión Promedio</b>	
<b><math>f'c</math></b>	<b><math>f'cr</math></b>
<b>Menor de 210</b>	$f'c + 70$
<b>210 a 350</b>	$f'c + 84$
<b>Sobre 350</b>	$f'c + 98$

Fuente: Criterio general del diseño de Mezclas por el Método del ACI (American Concrete institute)

- Se mejora la resistencia de diseño conforme a la tabla 17, obteniéndose la resistencia de concreto requerida.

$$f'_{cr} = f'_c + 70 = 180 + 70 = 250 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 23 Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcción.

<b>Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcción.</b>		
<b>Tipos de construcción</b>	<b>Revenimiento, cm</b>	
	<b>Máximo*</b>	<b>Mínimo</b>
<b>Muros de cimentación y zapatas, cajones de cimentación y muros de sub-estructuras sencillos</b>	7,5	2,5
<b>Vigas de muros reforzados</b>	10	2,5
<b>Columnas para edificios</b>	10	2,5
<b>Pavimentos y losas</b>	7,5	2,5
<b>Concreto masivo</b>	7,5	2,5

Fuente: Criterio general del diseño de Mezclas por el Método del ACI (American Concrete institute)

El revenimiento máximo se obtiene a partir de la tabla 1 que es de 10 cm para columnas y vigas.

Se obtuvo el peso del agua y la cantidad aproximada de aire atrapada con la tabla 2 a partir de:

**Revenimiento:** 10 cm.

**Tamaño máximo del agregado grueso:**  $\frac{3}{4}$  .

Tabla 24 Requisitos aproximados de agua de mezcla y contenido de aire par diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de agregados.

**Requisitos aproximados de agua de mezcla y contenido de aire par diferentes  
revenimientos y tamaños máximos nominales de agregados.**

	Agua (kg/m <sup>3</sup> ) concreto para TMG, mm							
<b>Revenimiento, cm</b>	9,5	12,5	19	25	38	50	75	150
	Concreto sin aire incluido							
<b>De 2.5 a 5.0</b>	207	199	190	179	166	154	130	113
<b>De 7.5 a 10</b>	228	216	205	193	181	169	145	124
<b>De 15 a 17.5</b>	243	228	216	202	190	178	160	---
<b>Cantidad aprox. Aire atrapado</b>	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
	concreto con aire incluido							
<b>De 2.5 a 5.0</b>	181	175	168	160	150	142	122	107
<b>5 a 10</b>	202	193	184	175	165	157	133	119
<b>5 a 17.5</b>	216	205	197	174	174	166	154	---
	<b>Medio recomendado de aire por incluir por exposición</b>							
<b>Exposición ligera</b>	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
<b>Exposición moderada</b>	6	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
<b>Exposición severa</b>	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

*Fuente: Criterio general del diseño de Mezclas por el Método del ACI (American Concrete institute)*

**Cantidad de agua = 205 kg**

Tabla 25 Correspondencia entre la relación agua/ cemento y la resistencia a la compresión del concreto.

**(a) Correspondencia entre la relación agua/ cemento y la resistencia a la compresión del concreto**

Resistencia a la compresión a los 28 días kg/cm <sup>2</sup>	Relación agua / cemento por peso	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
420	0,41	---
350	0,48	0,40
280	0,57	0,48
210	0,68	0,59
140	0,82	0,74

Fuente: Criterio general del diseño de Mezclas por el Método del ACI (American Concrete institute)

Calcular la relación agua- cemento en la tabla 3.

Interpolación lineal	
$x_0$	$y_0$
$x$	$y=?$
$x_1$	$y_1$

420	0.41
364	Y
350	0.48

Por medio de interpolación:

$$y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

$$A/C = 0.47$$

$$C = 205 / 0.47$$

**Peso del cemento = 436.17 kg**



Tabla 26 Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto

**Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto**

Tamaño máximo de agregado, mm	volumen de agregado grueso varillado en seco, por volumen unitario de concreto para distintos módulos de finura de la arena			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9.5 (3/8")	0,50	0,48	0,46	0,44
12.5 (1/2")	0,59	0,57	0,55	0,53
19 (3/4")	0,66	0,64	0,62	0,60
25 (1")	0,71	0,69	0,67	0,65
37.5 (1 1/2")	0,75	0,73	0,71	0,69
50 (2")	0,78	0,76	0,74	0,72
75 (3")	0,82	0,80	0,78	0,76
150 (6")	0,87	0,85	0,83	0,81

Fuente: Criterio general del diseño de Mezclas por el Método del ACI (American Concrete institute)

Obtener el volumen del agregado grueso a partir de la tabla 4

**Tamaño máximo:** 19

**Módulo de finura:** 3.79

El volumen obtenido fue de 0.6

El peso del agregado grueso resulta del volumen por el peso volumétrico varillado

**P** = V. peso volumétrico

**P** = (0.6) (1456.06)

**P**= 873.64 kg

El volumen se obtiene  $v = \text{peso} / (\text{peso específico}) (1000)$

<b>Materiales</b>	<b>Kg</b>	<b>Volumen</b>
<b>Agua</b>	205	0.205
<b>Cemento</b>	436.17	0.13847
<b>Arena</b>	708.08	0.26791
<b>Grava</b>	873.64	0.36862
<b>Aire</b>	0	0.02

Correcciones por humedad y absorción

<b>Material</b>	<b>Peso</b>	<b>Humedad</b>		<b>Absorción</b>		<b>PROPORCIÓN REAL</b>
		<b>%</b>	<b>kg</b>	<b>%</b>	<b>kg</b>	
<b>Agua</b>	205.00		<b>24.44</b>		<b>31.91</b>	<b>212.47</b>
<b>Cemento</b>	436.17					<b>436.17</b>
<b>Piedra</b>	873.64	<b>0.65</b>	<b>5.68</b>	<b>1.83</b>	<b>15.99</b>	<b>863.33</b>
<b>Arena</b>	708.08	<b>2.65</b>	<b>18.76</b>	<b>2.249</b>	<b>15.92</b>	<b>710.92</b>

El resultado obtenido para 1 m<sup>3</sup>

<b>Materiales</b>	<b>Kg</b>
Agua	212
Cemento	436.17
Arena	710.92
Grava	863.33

Para colocar los materiales en las probetas deberá obtener el valor para un volumen de 0.0053 m<sup>3</sup>.

<b>Volumen de Hormigón</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>V (m<sup>3</sup>)</b>	<b>V T (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Cilindro 30x15</b>	12	0.0053	0.0636
<b>Vigueta 15X15X54</b>	2	0.0121	0.0242
<b>Total (+5% de desperdicio)</b>			<b>0.092</b>

Material a Emplear	
Material	Peso
Agua	19.59
Cemento	40.21
Piedra	79.59
Arena	65.54

### 3.5 Diseño de la mezcla de hormigón simple ACI 211.2

Se define la proporción de los agregados para este diseño

Agregado grueso = 40%

Agregado fino = 40%

Agregado de cuesco = 20%

AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO:		AGREGADO DE CUESCO:	
D.S.S.S	2373 kg/m <sup>3</sup>	D.S.S.S	2643 kg/m <sup>3</sup>	D.S.S.S	6.013 kg/m <sup>3</sup>
P.V.S	1411.64 kg/m <sup>3</sup>	P.V.S	1680.36 kg/m <sup>3</sup>	P.V.S	146.86 kg/m <sup>3</sup>
P.V.V	1456.06 kg/m <sup>3</sup>	M.F	3.79	P.V.V	171.26 kg/m <sup>3</sup>
% DE		% DE		% DE ABS.	30.77 %
ABS.	1.642 %	ABS.	2.249 %		
$\rho$ relativa	2.335	$\rho$ relativa	2.55	$\rho$ relativa	5.181

DENSIDADES DE LOS MATERIALES (PVS)			
pag grueso	1411.64	$\rho$ ag fino	1680.36
$\rho$ cemento	2950	$\rho$ cuesco	146.86 kg/m <sup>3</sup>
		$\rho$ agua	1000 kg/m <sup>3</sup>

Obtenemos el porcentaje de absorción total y el tamaño del agregado de  $\frac{3}{4}$  la cual tenemos un volumen tabulado.

CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA			
% DE ABSORCION	TAMAÑO DEL AGREGADO	VOLUMEN TABULADO	VOL.TAB + ESTIMADO
30.77	3/4	205	235.77

Se realizó el cálculo del peso del cemento con el procedimiento descrito anteriormente en ACI 211.1. Los pesos de los agregados se obtuvieron del volumen total de los agregados con el peso volumétrico suelto y la proporción de los agregados.

PESO EN KG POR M3 DE HORMIGON			
CEMENTO	La cantidad de cemento varia según la resistencia	436	kg
AGREGADO GRUESO	vol.total de agregados x proporcion del agregado x P.V.S	677.59	kg
AGREGADO CUESCO	vol.total de agregados x proporcion del agregado x P.V.S	35.246	kg
AGREGADO FINO	vol.total de agregados x proporcion del agregado x P.V.S	806.57	kg
AGUA	VOL de agua+ porcentaje de absorcion	235.77	kg
PESO POR M3 DE HORMIGON		2191.17	kg

Se calcula el volumen de los materiales por cada m3 de hormigón

VOLUMEN DE MATERIALES POR M3 DE HORMIGON			
CEMENTO	Peso/Densidad=	0.148	m3
AGREGADO GRUESO	$(1-(\text{vol.de cemento} + \text{Vol de agua})) \times \text{proporción} =$	0.247	m3
AGREGADO DE CUESCO	$(1-(\text{vol.de cemento} + \text{Vol de agua})) \times \text{proporción} =$	0.247	m3
AGREGADO FINO	$(1-(\text{vol.de cemento} + \text{Vol de agua})) \times \text{proporción} =$	0.123	m3
AGUA	Peso / Densidad	0.236	m3
VOLUMEN EN M3 DE HORMIGON		1.000	m3

Se calcula la cantidad de material para los 12 cilindros y 2 vigas

CANTIDAD EN KG PARA 12 CILINDROS + 2 VIGAS				
VOL.DE CILINDRO	0.0053	VOL TOTAL DE CILINDROS + 2 VIGAS	0.0921	m3
CEMENTO	436 kg	* 0.0636	= 27.73	kg
AGREGADO GRUESO	677.59 kg	* 0.0636	= 43.09	kg
AGREGADO DE CUESCO	35.2464 kg	* 0.0636	= 2.24	kg
AGREGADO FINO	806.57 kg	* 0.0636	= 51.30	kg
AGUA	235.77 kg	* 0.0636	= 14.99	kg

### 3.5.1 Dosificaciones

#### 3.5.1.1 Primera Patrón Aci 211.1 (280 kg/cm<sup>2</sup>).

Tabla 27 Dosificación para hormigón simple 280Kg/cm<sup>2</sup>

Agregado Fino			U		
Absorción	2,249	%			
Humedad	2,65	%			
Densidad relativa	2,55				
Densidad relativa sss	2,643				
Peso Unitario	1680,36				
Modulo de finura	3,79				
Agregado Grueso			U		
Absorción	1,83	%			
Humedad	0,65	%			
Densidad relativa	2,33				
Densidad relativa sss	2,37				
Peso Unitario	1456,06				

Material	Peso	Densidad	Volúmen
Agua	205,00	1	205,00
Cemento	436,17	3,15	138,47
Piedra	873,64	2,37	368,62
Aire	---	---	20
TOTAL V.			732,09
VOLUME DE ARENA			267,91
PESO DE ARENA			708,08

f'c =	280
f'r = f'c+84	364
Revenimiento	10
Cantidad de agua	205
a/c	0,47
V. ag. Varillado en seco	0,6

Material	Peso	Humedad		Absorción		PROPORCIÓN REAL
		%	kg	%	kg	
Agua	205,00		24,44		31,91	212,47
Cemento	436,17					436,17
Piedra	873,64	0,65	5,68	1,83	15,99	863,33
Arena	708,08	2,65	18,76	2,249	15,92	710,92

Volumen de Hormigón			
Elemento	Cantidad	V (m3)	V T (m3)
Cilindro 30x15	12	0,0053	0,0636
Vigueta 15X15X54	2	0,0121	0,0242
<b>Total (+5% de desperdicio)</b>			<b>0,092</b>

Material a Emplear	
Material	Peso
Agua	19,59
Cemento	40,21
Piedra	79,59
Arena	65,54

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

### 3.5.1.2 Segunda dosificación Aci 211.2 (180 kg/cm<sup>2</sup>) – 15% cuesco.

Tabla 28 Dosificación para hormigón simple 280Kg/cm<sup>2</sup> con 15% cuesco

PROPORCION DE LOS AGREGADOS					
AGREGADO GRUESO:	45%	AGREGADO FINO:	40%	AGREGADO DE CUESCO:	15%
VOLUMEN TOTAL DE AGREGADOS PO M3 DE HORMIGON LIVIANO (ACI 211.2)				1,2	
AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO:		AGREGADO DE CUESCO:	
D.S.S.S	2373 kg/m <sup>3</sup>	D.S.S.S	2643 kg/m <sup>3</sup>	D.S.S.S	6,013 kg/m <sup>3</sup>
P.V.S	1411,64 kg/m <sup>3</sup>	P.V.S	1680,36 kg/m <sup>3</sup>	P.V.S	146,86 kg/m <sup>3</sup>
P.V.V	1456,06 kg/m <sup>3</sup>	M.F	3,79	P.V.V	171,26 kg/m <sup>3</sup>
% DE ABSORCION	1,642 %	% DE ABSORCION	2,249 %	% DE ABSORC	30,77 %
ρ relativa	2,335	ρ relativa	2,55	ρ relativa	5,181
DENSIDADES DE LOS MATERIALES (PVS)					
ρ ag grueso	1411,64	ρ ag fino	1680,36	ρ cuesco	146,86 kg/m <sup>3</sup>
ρ cemento	2950			ρ agua	1000 kg/m <sup>3</sup>
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA					
% DE ABSORCION	TAMAÑO DEL AGREGADO	VOLUMEN TABULODO	VOL.TAB + ESTIMADO		
30,77	3/4	205	235,77		
PESO EN KG POR M3 DE HORMIGON					
CEMENTO	La cantidad de cemento varia según la resistencia		436	kg	
AGREGADO GRUESO	vol.total de agregados x proporcion del agregado x P.V.S		762,29	kg	
AGREGADO DE CUESCO	vol.total de agregados x proporcion del agregado x P.V.S		26,4348	kg	
AGREGADO FINO	vol.total de agregados x proporcion del agregado x P.V.S		806,57	kg	
AGUA	VOL de agua+ porcentaje de absorcion		235,77	kg	
PESO POR M3 DE HORMIGON			2267,0632	kg	
VOLUMEN DE MATERIALES POR M3 DE HORMIGON					
CEMENTO	Peso/Densidad=		0,148	m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO	(1-(vol.de cemento +Vol de agua))*proporcion=		0,277	m <sup>3</sup>	
AGREGADO DE CUESCO	(1-(vol.de cemento +Vol de agua))*proporcion=		0,092	m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO	(1-(vol.de cemento +Vol de agua))*proporcion=		0,247	m <sup>3</sup>	
AGUA	Peso / Densidad		0,236	m <sup>3</sup>	
VOLUMEN EN M3 DE HORMIGON			1,000	m <sup>3</sup>	
CANTIDAD EN KG PARA 12 CILINDROS + 2 VIGAS					
VOL.DE CILINDRO	0,0053	VOL TOTAL DE CILINDROS + 2 VIGAS		0,09219	m <sup>3</sup>
CEMENTO	436 kg	*	0,09219	40,19	kg
AGREGADO GRUESO	762,29 kg	*	0,09219	70,28	kg
AGREGADO DE CUESCO	26,4348 kg	*	0,09219	2,44	kg
AGREGADO FINO	806,57 kg	*	0,09219	74,36	kg
AGUA	235,77 kg	*	0,09219	21,74	kg

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

### 3.5.1.3 Segunda dosificación Aci 211.2 (180 kg/cm<sup>2</sup>) – 30% cuesco.

Tabla 29 Dosificación para hormigón simple 280Kg/cm<sup>2</sup> con 30% cuesco.

PROPORCION DE LOS AGREGADOS					
AGREGADO GRUESO:	30%	AGREGADO FINO:	40%	AGREGADO DE CUESCO:	30%
VOLUMEN TOTAL DE AGREGADOS PO M3 DE HORMIGON LIVIANO (ACI 211.2)				1,2	
AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO:		AGREGADO DE CUESCO:	
D.S.S.S	2373 kg/m3	D.S.S.S	2643 kg/m3	D.S.S.S	6,013 kg/m3
P.V.S	1411,64 kg/m3	P.V.S	1680,36 kg/m3	P.V.S	146,86 kg/m3
P.V.V	1456,06 kg/m3	M.F	3,79	P.V.V	171,26 kg/m3
% DE ABSORCION	1,642 %	% DE ABSORCION	2,249 %	% DE ABSORC	30,77 %
ρ relativa	2,335	ρ relativa	2,55	ρ relativa	5,181
DENSIDADES DE LOS MATERIALES (PVS)					
ρ ag grueso	1411,64	ρ ag fino	1680,36	ρ cuesco	146,86 kg/m3
ρ cemento	2950			ρ agua	1000 kg/m3
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA					
% DE ABSORCION	TAMAÑO DEL AGREGADO	VOLUMEN TABULODO	VOL.TAB + ESTIMADO		
30,77	3/4	205	235,77		
PESO EN KG POR M3 DE HORMIGON					
CEMENTO	La cantidad de cemento varia según la resistencia		436	kg	
AGREGADO GRUESO	vol.total de agregados x proporcion del agregado x P.V.S		508,19	kg	
AGREGADO DE CUESCO	vol.total de agregados x proporcion del agregado x P.V.S		52,8696	kg	
AGREGADO FINO	vol.total de agregados x proporcion del agregado x P.V.S		806,57	kg	
AGUA	VOL de agua+ porcentaje de absorcion		235,77	kg	
PESO POR M3 DE HORMIGON			2039,4028	kg	
VOLUMEN DE MATERIALES POR M3 DE HORMIGON					
CEMENTO	Peso/Densidad=		0,148	m3	
AGREGADO GRUESO	(1-(vol.de cemento +Vol de agua))*proporción=		0,185	m3	
AGREGADO DE CUESCO	(1-(vol.de cemento +Vol de agua))*proporción=		0,185	m3	
AGREGADO FINO	(1-(vol.de cemento +Vol de agua))*proporción=		0,247	m3	
AGUA	Peso / Densidad		0,236	m3	
VOLUMEN EN M3 DE HORMIGON			1,000	m3	
CANTIDAD EN KG PARA 12 CILINDROS + 2 VIGAS					
VOL.DE CILINDRO	0,0053	VOL TOTAL DE CILINDROS + 2 VIGAS		0,09219	m3
CEMENTO	436 kg	*	0,09219	40,19	kg
AGREGADO GRUESO	508,19 kg	*	0,09219	46,85	kg
AGREGADO DE CUESCO	52,8696 kg	*	0,09219	4,87	kg
AGREGADO FINO	806,57 kg	*	0,09219	74,36	kg
AGUA	235,77 kg	*	0,09219	21,74	kg

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

### 3.5.1.4 Segunda dosificación Aci 211.2 (180 kg/cm<sup>2</sup>) – 50% cuesco.

Tabla 30 Dosificación para hormigón simple 280Kg/cm<sup>2</sup> con 50% cuesco.

PROPORCION DE LOS AGREGADOS					
AGREGADO GRUESO:	10%	AGREGADO FINO:	40%	AGREGADO DE CUESCO:	50%
VOLUMEN TOTAL DE AGREGADOS PO M3 DE HORMIGON LIVIANO (ACI 211.2)				1,2	
AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO:		AGREGADO DE CUESCO:	
D.S.S.S	2373 kg/m <sup>3</sup>	D.S.S.S	2643 kg/m <sup>3</sup>	D.S.S.S	6,013 kg/m <sup>3</sup>
P.V.S	1411,64 kg/m <sup>3</sup>	P.V.S	1680,36 kg/m <sup>3</sup>	P.V.S	146,86 kg/m <sup>3</sup>
P.V.V	1456,06 kg/m <sup>3</sup>	M.F	3,79	P.V.V	171,26 kg/m <sup>3</sup>
% DE ABSORCION	1,642 %	% DE ABSORCION	2,249 %	% DE ABSORC	30,77 %
ρ relativa	2,335	ρ relativa	2,55	ρ relativa	5,181
DENSIDADES DE LOS MATERIALES (PVS)					
ρ ag grueso	1411,64	ρ ag fino	1680,36	ρ cuesco	146,86 kg/m <sup>3</sup>
ρ cemento	2950			ρ agua	1000 kg/m <sup>3</sup>
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA					
% DE ABSORCION	TAMAÑO DEL AGREGADO	VOLUMEN TABULODO	VOL.TAB + ESTIMADO		
30,77	3/4	205	235,77		
PESO EN KG POR M3 DE HORMIGON					
CEMENTO	La cantidad de cemento varia según la resistencia		436	kg	
AGREGADO GRUESO	vol.total de agregados x proporcion del agregado x P.V.S		169,40	kg	
AGREGADO DE CUESCO	vol.total de agregados x proporcion del agregado x P.V.S		88,116	kg	
AGREGADO FINO	vol.total de agregados x proporcion del agregado x P.V.S		806,57	kg	
AGUA	VOL de agua+ porcentaje de absorcion		235,77	kg	
PESO POR M3 DE HORMIGON			1735,8556	kg	
VOLUMEN DE MATERIALES POR M3 DE HORMIGON					
CEMENTO	Peso/Densidad=		0,148	m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO	(1-(vol.de cemento +Vol de agua))*proporcion=		0,062	m <sup>3</sup>	
AGREGADO DE CUESCO	(1-(vol.de cemento +Vol de agua))*proporcion=		0,308	m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO	(1-(vol.de cemento +Vol de agua))*proporcion=		0,247	m <sup>3</sup>	
AGUA	Peso / Densidad		0,236	m <sup>3</sup>	
VOLUMEN EN M3 DE HORMIGON			1,000	m <sup>3</sup>	
CANTIDAD EN KG PARA 12 CILINDROS + 2 VIGAS					
VOL.DE CILINDRO	0,0053	VOL TOTAL DE CILINDROS + 2 VIGAS		0,09219	m <sup>3</sup>
CEMENTO	436 kg	*	0,09219	40,19	kg
AGREGADO GRUESO	169,40 kg	*	0,09219	15,62	kg
AGREGADO DE CUESCO	88,116 kg	*	0,09219	8,12	kg
AGREGADO FINO	806,57 kg	*	0,09219	74,36	kg
AGUA	235,77 kg	*	0,09219	21,74	kg

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.



### 3.5.2 Elaboración de probetas de hormigón

Se realizan las probetas donde se escoge un molde cilíndrico ya definido cuyas dimensiones son de 300x150mm y 200x100mm. Antes de introducir el hormigón dicho molde debe de estar limpia, las cuales se engrasan para luego colocar el hormigón en tres capas iguales que luego debe de ser compactado con una varilla y dando 25 golpes en cada capa. Los moldes se retiran en 1 día.



*Figura 4. Probetas de hormigón con diferentes mezclas a ensayar*

*Fuente: W. Moreira; C. Manzaba*

#### 3.5.2.1 Asentamiento mediante el cono de Abrahams.

El ensayo de asentamiento del hormigón fresco fue realizado bajo las normas NTE INEN 1578.

La superficie donde se va a realizar el ensayo debe estar limpio y humedecer antes de verter el hormigón, la base para el ensayo posee medidas con un diámetro de 800x800mm y 2mm de espesor, el molde metálico cuyas dimensiones son 200mm de diámetro en su base mayor y altura de 300mm y 100mm de diámetro en su base menor, se coloca el hormigón en tres capas y se compacta cada capa con 25 golpes con una varilla, finalmente se levante el cono y se mide el asentamiento,

#### 3.5.2.2 Curado de las probetas y vigas de hormigón permeable.

Para el curado de las probetas se sumergieron las muestras en una piscina luego del respectivo desencofrado, el tiempo que duraron sumergidas fueron en 3, 7, 14 y 24 días respectivamente.

#### 3.5.2.3 Vibrado y compactado

En el caso de obras pequeñas, como la cancha de uso múltiple que se propone, el vibrado estaría a cargo de la regla vibradora, elemento que se puede encontrar en el mercado. Esta máquina busca consolidar y enrasar la mezcla sin provocar la disminución de los vacíos

que debe llegar a tener el hormigón. Para obras grandes, se debería usar una engrasadora vibratoria de marco, la cual debe apoyarse sobre rieles, para lo cual se puede usar un encofrado metálico que cumpla con ese fin (LOPEZ P.E., 2010)

La compactación se lleva a cabo con rodillos de acero suficientemente pesados para brindar la compactación y resistencia requerida, sin minimizar la permeabilidad que se pueda llegar a obtener. El rodillo promedio para cubrir un ancho de 3,7 m pesa 227 kg, pero esto puede variar dependiendo del ancho de la franja que se desea compactar (American Concrete Institute Committee 522, 2010).

Por último, la construcción de juntas se realiza con cortador de juntas cuando el hormigón todavía se encuentra fresco, inmediatamente después de haberlo compactado. Las juntas se deben hacer lo más cerca posible y quedan a cargo del diseñador (LOPEZ P.E., 2010).

#### **3.5.2.4 Resistencia a la compresión.**

El ensayo se realizó mediante la norma NTE INEN 1573. Se hicieron 12 probetas cilíndricas de hormigón de 115x300 mm y se ensaya a 3, 7, 14 y 24 días, donde fue ingresada a una máquina de compresión hidráulica, hasta que la probeta falle por rotura, posteriormente se toma el valor de la resistencia y carga obtenida



*Figura 5. Ruptura de cilindros mediante el uso de la prensa Hidráulica  
Fuente: W. Moreira; C. Manzaba*

#### **3.5.2.5 Resistencia a la flexión.**

La resistencia de flexión se determina por el módulo de rotura mediante la elaboración de vigas de hormigón de acuerdo a la norma NTE INEN 2554.

Esto indica que se aplican fuerzas puntuales en los tercios medios hasta la falla y es calculada en el sitio que se presenta, el módulo de rotura depende de diversos factores, como el curado, la calidad de los materiales, etc.

### 3.5.2.6 Determinación de densidad y porcentaje de vacíos ASTM c1754

Según indica la norma: (ASTM C1754, 2016)

Este ensayo busca determinar la densidad y porcentaje de vacíos del hormigón permeable, en su estado endurecido. Se utilizan las mismas probetas empleadas en el ensayo de permeabilidad. Se toma las dimensiones de las muestras y se determina su volumen, la diferencia entre las masas de la muestra seca y sumergida permite determinar el volumen de sólidos y posteriormente el porcentaje de vacíos.

#### **Equipos**

El aparato utilizado en este ensayo consiste de una balanza con suficiente capacidad y precisión de 0.5g, que permita determinar la masa sumergida de la muestra, mediante una canastilla metálica sumergida en un recipiente lo suficientemente grande para ahogar la muestra al pesarla. Además, se necesita de un calibrador, y un horno que permita secar las muestras por los 2 métodos recomendados por la norma.

#### **Procedimiento**

Se deben tomar las medidas de la muestra sacando un promedio de su longitud y diámetro con el calibrador. El siguiente paso es secar la muestra, y para ello hay 2 métodos:

**Método A:** Consiste en secar la muestra a una temperatura de  $38\pm 3$  °C en el horno y cada  $24\pm 1$ h tomar la masa de la muestra, repetir el mismo procedimiento hasta que la diferencia de 2 medidas de masa seguidas sea menor al 0.5%. La última medida de masa determinada va a ser grabada como la masa seca "A". Este método puede durar hasta una semana.

**Método B:** Consiste en secar la muestra a una temperatura de  $110\pm 5$  °C en el horno durante  $24\pm 1$ h, dejar que enfríe a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y tomar la masa de la muestra. Meter al horno la probeta durante 2 horas y nuevamente dejar que se enfríe, tomar la medida de la masa. Repetir el procedimiento hasta que la diferencia de 2 medidas de masa seguidas sea menor al 0.5%. La última medida de masa determinada va a ser grabada como la masa seca "A". El inconveniente con este método es que a pesar de ser muy rápido, puede dañar la estructura de la muestra por lo que no podrá ser utilizada en ningún otro ensayo posterior.

Una vez determinado la masa seca A, sumergir completamente la muestra en agua en el balde durante 30+/-5min. Golpear ligeramente la probeta 10 veces y girarla cada vez para forzar a que las partículas de aire atrapadas en los espacios vacíos puedan salir. Determinar la masa sumergida B de la muestra. Como paso final, determinar la temperatura del agua donde la probeta se encuentra sumergida.

## Resultados

*Tabla 31 Determinación de densidad y porcentaje de vacíos*

<b>Descripción</b>	<b>Densidad</b>	<b>Contenido de aire</b>
	kg/m <sup>3</sup>	%
<b>Resistencia 180 – 20%</b>	1831,05	23,28
<b>Resistencia 180 – 17%</b>	1855,86	18,39
<b>Resistencia 210 – 20%</b>	1950,74	20,42
<b>Resistencia 210 – 17%</b>	1961,46	17,58

*Fuente: W. Moreira; C. Manzaba*

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS AL HORMIGÓN PERMEABLE

#### 4.1 Generalidades

En el siguiente capítulo se detallan los resultados obtenidos de los ensayos realizados a las probetas de hormigón de las dosificaciones ya indicadas.

Se detallan los resultados de: asentamiento, densidades, cantidad de vacíos y sus respectivas resistencias a la compresión a los 3, 7, 14 y 28 días.

Resultados y análisis de los ensayos de asentamiento.

Dosificaciones	Densidades (kg/m <sup>3</sup> )	Asentamiento (cm)	Cantidad de vacíos %
Hormigón patrón 280 kg/cm <sup>2</sup> .	2359,02	12	1,70
Hormigón simple 280 kg/cm <sup>2</sup> – 15% cuesco.	2345,30	10	1,50
Hormigón simple 280 kg/cm <sup>2</sup> – 30% cuesco.	2317,07	9,5	1,44
Hormigón simple 280 kg/cm <sup>2</sup> – 50% cuesco.	2232,05	8,8	1,33

Tabla 32. . Resultados de asentamiento, densidad y aire incluido de todas las dosificaciones de hormigón

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

En la tabla 32 se pueden observar los resultados de: densidades, asentamientos, y cantidad de vacíos, muestran la trabajabilidad del hormigón y cuán fluido es cada una de las dosificaciones.

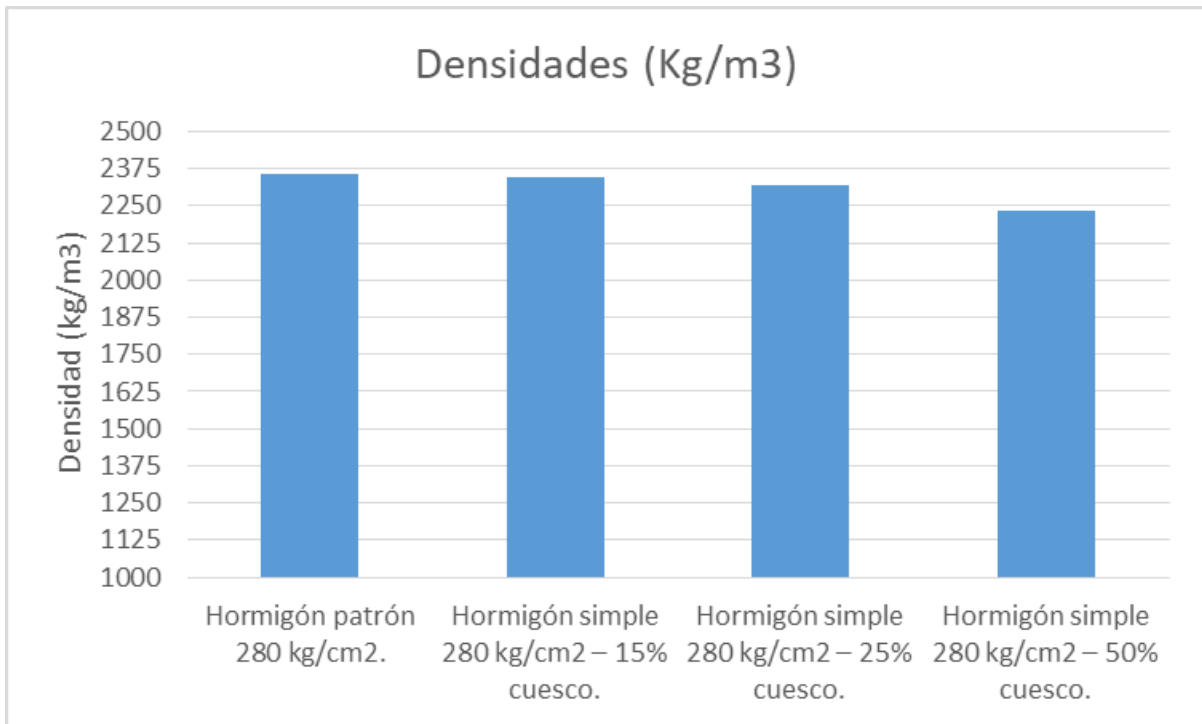


Figura 6. Densidades obtenidas por dosificación  
Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

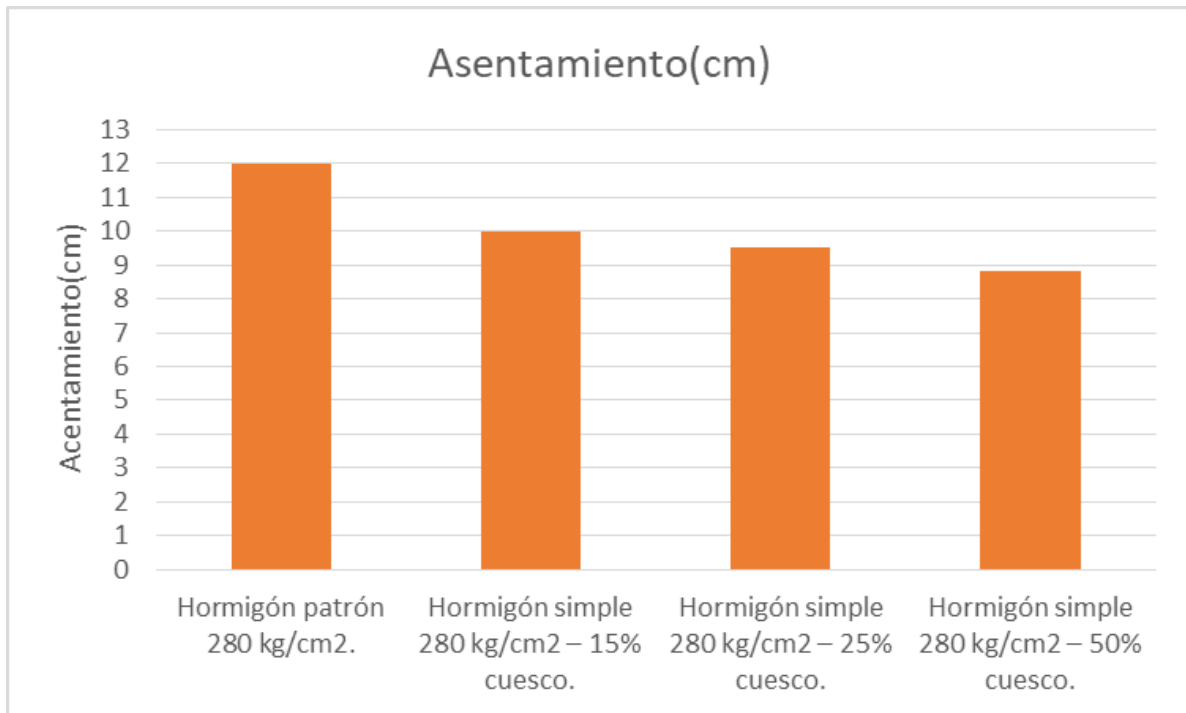


Figura 7. Asentamientos obtenidos por dosificación  
Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

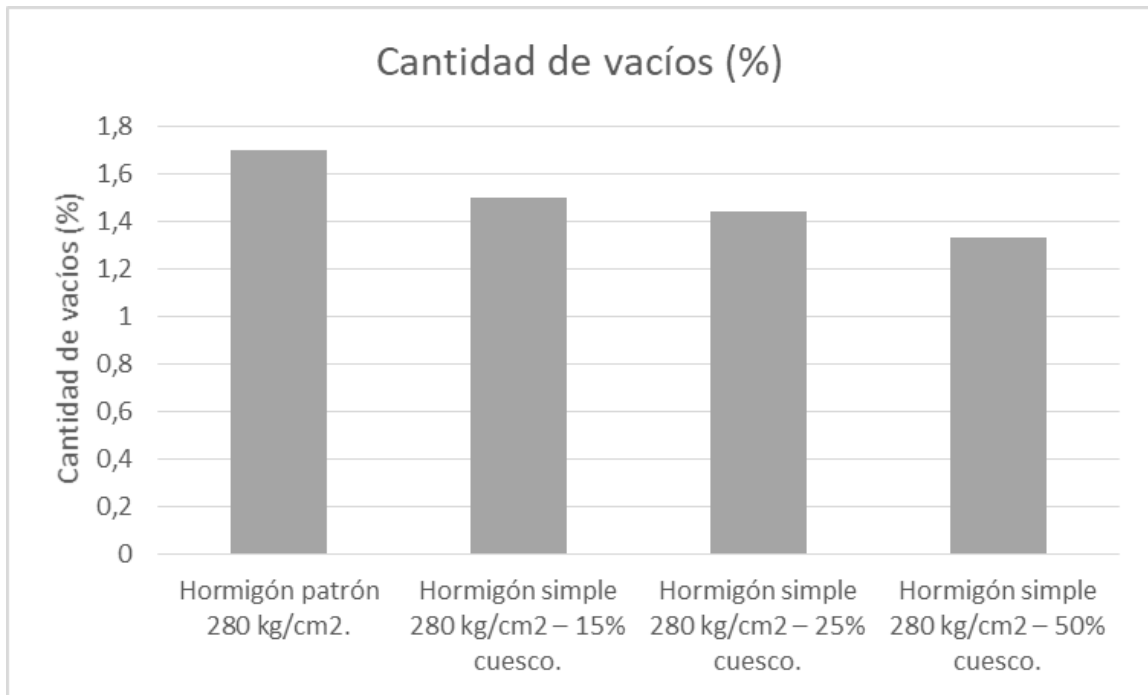


Figura 8. Cantidad de vacíos por dosificación  
Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

#### 4.2 Resultados y análisis de los ensayos a compresión

Dosificaciones	Resistencia a compresión							
	3 días		7 días		14 días		28 días	
	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Kg/cm <sup>2</sup>	%
Hormigón patrón 280 kg/cm <sup>2</sup> .	112,55	40,20	183,21	65,43	253,38	90,13	283,55	101,27
Hormigón simple 280 kg/cm <sup>2</sup> – 15% cuesco.	103,06	36,81	172,71	61,68	244,18	87,21	275,30	98,18
Hormigón simple 280 kg/cm <sup>2</sup> – 30% cuesco.	99,97	35,70	165,21	59,00	234,63	87,70	265,57	94,85
Hormigón simple 280 kg/cm <sup>2</sup> – 50% cuesco.	87,07	31,10	156,12	55,76	225,51	80,54	258,89	92,46

Tabla 33. Resistencia a la compresión por dosificación

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

En la tabla 33, se puede observar que:

De la resistencia a la compresión a los 28 días

- La muestra patrón alcanzo los 101.27%
- La muestra que contenía el 15% de cuesco con el 98.18%.
- La muestra que contenía el 30% de cuesco con el 94.85%.
- La muestra que contenía el 50% de cuesco con el 92.46%.

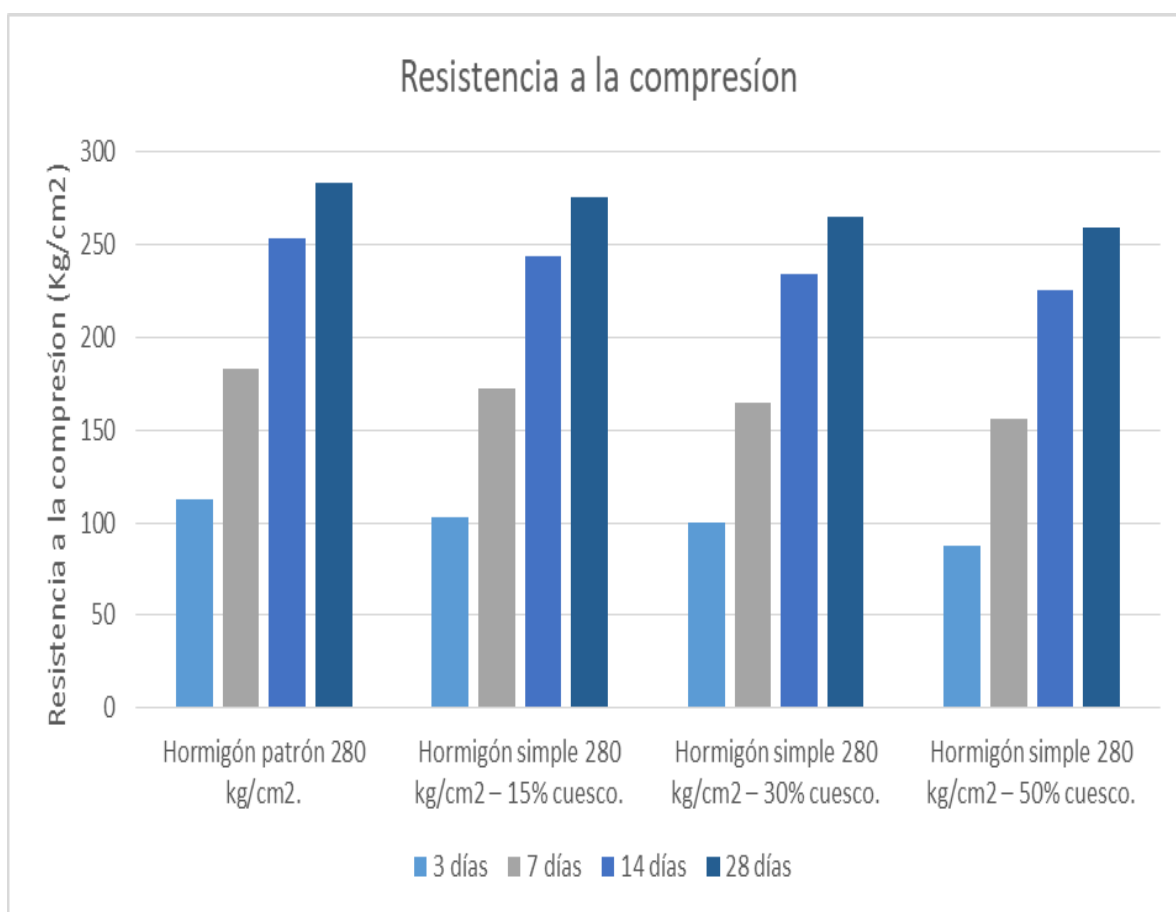


Figura 9. Resistencia a la compresión de las probetas de hormigón simple

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.



#### 4.5 Resultados y análisis de los ensayos a flexión

Dosificaciones	Módulo de Rotura (Mpa)
Hormigón patrón 280 kg/cm <sup>2</sup> .	3,636
Hormigón simple 280 kg/cm <sup>2</sup> – 15% cuesco.	3,537
Hormigón simple 280 kg/cm <sup>2</sup> – 30% cuesco.	3,328
Hormigón simple 280 kg/cm <sup>2</sup> – 50% cuesco.	3,318

Tabla 34. Resistencia a la flexión  
Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

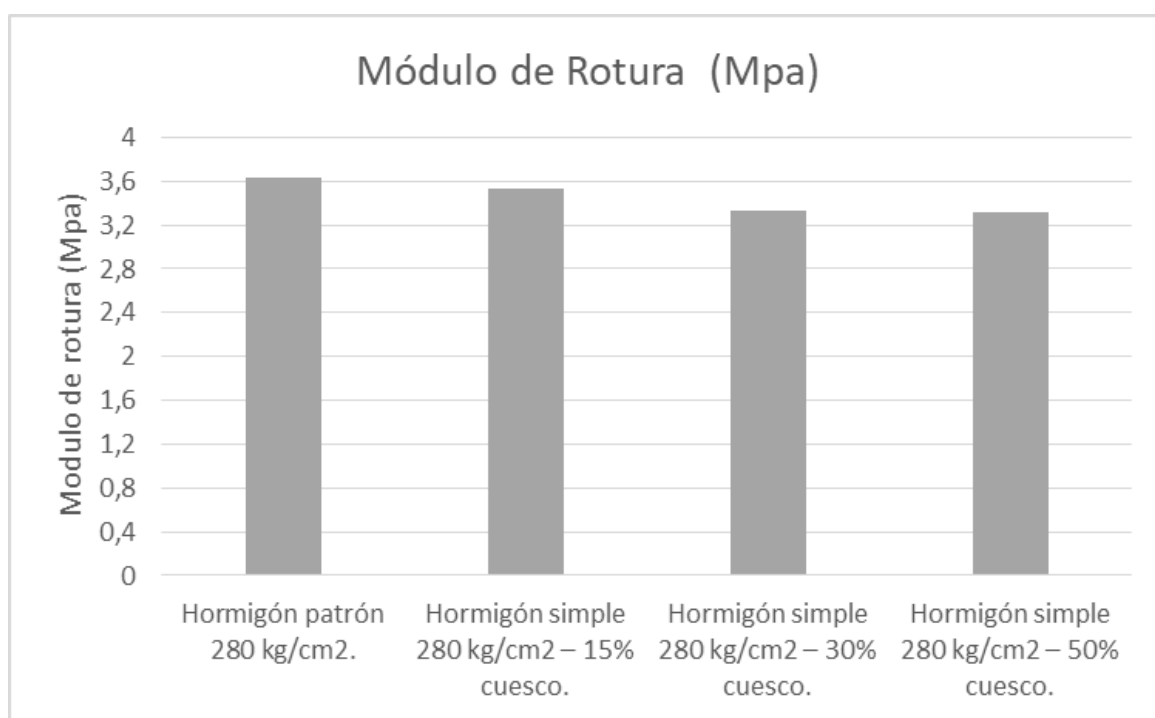


Figura 10. Módulo de rotura por dosificación  
Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

## **CAPÍTULO V**

### **5. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CADA UNA DE LAS DOSIFICACIONES**

En el actual estudio se consideró la elaboración de los análisis de precios unitarios de la fabricación de un metro cúbico de hormigón simple.

- Hormigón simple de 280 kg/cm<sup>2</sup> patrón.
- Hormigón simple de 280 kg/cm<sup>2</sup> con 15% de cuesco.
- Hormigón simple de 280 kg/cm<sup>2</sup> con 30% de cuesco.
- Hormigón simple de 280 kg/cm<sup>2</sup> con 50% de cuesco.

## 5.1 Hormigón simple de 280 kg/cm<sup>2</sup> patrón.

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	
<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO HORMIGON SIMPLE 280KN/CM2</b>			
<b>TESIS: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-2014 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.</b>			
TUTOR: ING. GASTON PROAÑO MSC.		TESISTAS: MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN	
<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>			
RUBRO:	<b>HORMIGON SIMPLE 280KN/CM2</b>	UNIDAD	<b>m<sup>3</sup></b>
		RENDIMIENTO:	<b>0.33</b>
<b>1. MAQUINARIAS Y EQUIPOS</b>			
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO
	A	B	C- AxB
CONCRETERA (1SACO)	0.33	4.38	1.45
HERRAMIENTAS MENOS RES (5xM0)			0.65
			2.10
<b>2. MANO DE OBRA</b>			
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO
	A	B	C- AxB
PEÓN	7	2.80	19.60
ALBAÑIL	4	3.75	15.00
MAESTRO	1	5.00	5.00
			13.07
<b>3. MATERIALES</b>			
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO
		A	B
CEMENTO	SACO	8.72	7.50
ARENA (HUAYCO)	m <sup>3</sup>	0.42	15.00
PIEDRA 3/4 (HUAYCO)	m <sup>3</sup>	0.59	20.00
AGUA	m <sup>3</sup>	0.21	1.00
			83.71
<b>4. TRANSPORTE</b>			
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO
		A	B
			C- AxB
			COSTO DIRECTO
			98.88
			COSTO INDIRECTO (20%)
			19.78
			COSTO TOTAL
			118.65
Realizada y Calculada por:		Revisada por	
MOREIRA WILMER - MANZABA CRISTHIAN		TUTOR: ING. GASTON PROAÑO MSC.	
		Fecha de Entrega	
		10/10/2019	

Tabla 35. Análisis de precio unitario de hormigón simple de 280 kg/cm<sup>2</sup> patrón.

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

## 5.2 Hormigón simple de 280 kg/cm<sup>2</sup> con 15% de cuesco.

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA		
<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO HORMIGON SIMPLE 280KN/CM2 - 15% DE CUESCO</b>				
<b>TESIS: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-2014 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.</b>				
TUTOR: ING. GASTON PROAÑO MSC.		TESISTAS: MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN		
<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>				
RUBRO:	<b>HORMIGON SIMPLE 280KN/CM2 - 15% CUESCO</b>	UNIDAD	<b>m<sup>3</sup></b>	
		RENDIMIENTO:	<b>0.33</b>	
<b>1. MAQUINARIAS Y EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS
	A	B	C- AxB	D- CxR
CONCRETERA (1SACO)	0.33	4.38	1.45	1.45
HERRAMIENTAS MENOSRES (5xM0)				0.65
				2.10
<b>2. MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS
	A	B	C- AxB	D- CxR
PEÓN	7	2.80	19.60	6.47
ALBAÑIL	4	3.75	15.00	4.95
MAESTRO	1	5.00	5.00	1.65
				13.07
<b>3. MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C- AxB
CEMENTO	SACO	8.72	7.50	65.40
ARENA (HUAYCO)	m <sup>3</sup>	0.42	15.00	6.30
PIEDRA 3/4 (HUAYCO)	m <sup>3</sup>	0.50	20.00	10.00
CUESCO	T	0.03	2.00	0.06
AGUA	m <sup>3</sup>	0.24	1.00	0.24
				82.00
<b>4. TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C- AxB
				COSTO DIRECTO
				97.17
				COSTO INDIRECTO (20%)
				19.43
				COSTO TOTAL
				116.60
Realizada y Calculada por:		Revisada por		Fecha de Entrega
MOREIRA WILMER - MANZABA CRISTHIAN		TUTOR: ING. GASTON PROAÑO MSC.		10/10/2019

Tabla 36. Análisis de precio unitario de hormigón simple de 280 kg/cm<sup>2</sup> con 15% de cuesco.

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

### 5.3 Hormigón simple de 280 kg/cm<sup>2</sup> con 30% de cuesco.

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA		
<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO HORMIGON SIMPLE 280KN/CM2 - 30% DE CUESCO</b>				
<b>TESIS: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-2014 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.</b>				
TUTOR: ING. GASTON PROAÑO MSC.		TESISTAS: MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN		
<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>				
RUBRO: <b>HORMIGON SIMPLE 280KN/CM2 - 30% CUESCO</b>		UNIDAD	m <sup>3</sup>	
		RENDIMIENTO:	0.33	
<b>1. MAQUINARIAS Y EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS
	A	B	C- AxB	D- CxR
CONCRETERA (1 SACO)	0.33	4.38	1.45	1.45
HERRAMIENTAS MENOS RES (5xM0)				0.65
				2.10
<b>2. MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS
	A	B	C- AxB	D- CxR
PEÓN	7	2.80	19.60	6.47
ALBAÑIL	4	3.75	15.00	4.95
MAESTRO	1	5.00	5.00	1.65
				13.07
<b>3. MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C- AxB
CEMENTO	SACO	8.72	7.50	65.40
ARENA (HUAYCO)	m <sup>3</sup>	0.42	15.00	6.30
PIEDRA 3/4 (HUAYCO)	m <sup>3</sup>	0.41	20.00	8.20
CUESCO	T	0.05	2.00	0.10
AGUA	m <sup>3</sup>	0.24	1.00	0.24
				80.24
<b>4. TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C- AxB
				COSTO DIRECTO
				95.41
				COSTO INDIRECTO (20%)
				19.08
				COSTO TOTAL
				114.49
Realizada y Calculada por:		Revisada por		Fecha de Entrega
MOREIRA WILMER - MANZABA CRISTHIAN		TUTOR: ING. GASTON PROAÑO MSC.		10/10/2019

Tabla 37. Análisis de precio unitario de hormigón simple de 280 kg/cm<sup>2</sup> con 30% de cuesco.

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba

5.4 Hormigón simple de 280 kg/cm<sup>2</sup> con 50% de cuesco.

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA				
<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO HORMIGON SIMPLE 280KN/CM2 - 30% DE CUESCO</b>				
<b>TESIS: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-2014 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.</b>				
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN			
<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>				
RUBRO: <b>HORMIGON SIMPLE 280KN/CM2 - 15% CUESCO</b>	UNIDAD: <b>m<sup>3</sup></b> RENDIMIENTO: <b>0.33</b>			
<b>1. MAQUINARIAS Y EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS
	A	B	C- AxB	D- CxR
CONCRETERA(1SACO)	0.33	4.38	1.45	1.45
HERRAMIENTAS MENOSRES (5x10)				0.65
				2.10
<b>2. MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS
	A	B	C- AxB	D- CxR
PEÓN	7	2.80	19.60	6.47
ALBAÑIL	4	3.75	15.00	4.95
MAESTRO	1	5.00	5.00	1.65
				13.07
<b>3. MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C- AxB
CEMENTO	SACO	8.72	7.50	65.40
ARENA (HUAYCO)	m <sup>3</sup>	0.42	15.00	6.30
PIEDRA 3/4 (HUAYCO)	m <sup>3</sup>	0.29	20.00	5.80
CUESCO	T	0.09	2.00	0.18
AGUA	m <sup>3</sup>	0.24	1.00	0.24
				77.92
<b>4. TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C- AxB
			COSTO DIRECTO	93.09
			COSTO INDIRECTO(20%)	18.62
			COSTO TOTAL	111.70
Realizada y Calculada por:		Revisada por		Fecha de Entrega
MOREIRA WILMER - MANZABA CRISTHIAN		TUTOR: ING. GASTON PROAÑO MSC.		10/10/2019

Tabla 38. Análisis de precio unitario de hormigón simple de 280 kg/cm<sup>2</sup> con 50% de cuesco.

Fuente: W. Moreira; C. Manzaba.

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. CONCLUSIONES

- El hormigón que obtuvo mayor resistencia a la compresión a los 28 días es aquel que se elaboró con el 100% del agregado grueso superando a las demás dosificaciones.
- Dentro de los hormigones el que posee menor contenido de cuesco es el que tendrá mejor resultado de la resistencia a la compresión siendo el que tiene 15%.
- El hormigón analizado con el 15% de cuesco alcanzó resistencia a la compresión de 98.18%, superada por la muestra patrón que alcanzó la cantidad de 101.27%
- La dosificación cuyo hormigón contiene el 50% de cuesco como material reemplazado al agregado grueso posee un mayor asentamiento que las demás dosificaciones, incluso supera a la muestra patrón que contiene un asentamiento menor.
- Los hormigones que se elaboraron con el 30% y 50% de cuesco reemplazando el porcentaje del agregado grueso fueron los que tuvieron un menor precio unitario para su elaboración.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- Analizar el contenido de cuesco como material para reemplazar el agregado grueso con diferentes dosificaciones que contengan mayores y menores porcentajes que lo estudiado en este análisis.
- Estudiar otro tipo de material para el remplazo del agregado grueso y que cumplan con las normas respectivas para la correcta dosificación del hormigón.
- Se debería utilizar el cuesco como una opción del agregado grueso en un porcentaje del 15% para obtener un buen resultado con respecto a su resistencia.
- No se debería utilizar los porcentaje del 30% y 50% de cuesco como sustituto del agregado grueso pues no cumple con la resistencia requerida necesaria.



## BIBLIOGRAFÍA

INEN 872. (2011). *ÁRIDOS PARA HORMIGÓN. REQUISITOS*. QUITO. Obtenido de [https://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen\\_872-1.pdf](https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_872-1.pdf)

864, N. I. (1983). *3.3.7 Determinación del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación*. QUITO.

HERRERA, A. (29 de SEPTIEMBRE de 2016). ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PESO Y RESISTENCIA DEL HORMIGÓN TRADICIONAL CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DE LA PALMA AFRICANA COMO MATERIAL ALTERNATIVO DEL AGREGADO GRUESO. AMBATO, TUNGURAHUA, ECUADOR. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24182/1/Tesis%201061%20-%20Herrera%20Maz%C3%B3n%20F%C3%A9lix%20Agust%20ADn.pdf>

HERRERA, F. A. (2016). ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PESO Y RESISTENCIA DEL HORMIGÓN TRADICIONAL CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DE LA PALMA AFRICANA COMO MATERIAL ALTERNATIVO DEL AGREGADO GRUESO. AMBATO, ECUADOR. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24182/1/Tesis%201061%20-%20Herrera%20Maz%20c3%b3n%20F%20c3%a9lix%20Agust%20c3%adn.pdf>

Holcim. (2015). *Proceso de Fabricación del Cemento*. Obtenido de Proceso de Fabricación del Cemento: <http://www.holcim.com.co/productos-y-servicios/cemento/proceso-de-fabricacion-del-cemento.html>

INEN 2617. (2012). *HORMIGÓN DE CEMENTO HIDRÁULICO. AGUA PARA MEZCLA. REQUISITOS*. QUITO. Obtenido de [https://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen\\_2617.pdf](https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_2617.pdf)

INEN 860. (2011). *ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DEL VALOR DE LA DEGRADACIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PARTÍCULAS MENORES A 37,5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES*. QUITO. Obtenido de [https://181.112.149.204/buzon/normas/NTE\\_INEN\\_860.pdf](https://181.112.149.204/buzon/normas/NTE_INEN_860.pdf)

INEN NTE. (2010). Cemento hidráulico. Definición de términos. *NTE INEN 151:2010*. Ecuador.

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. (s.f.). *Tecnología del Concreto - Tomo 3*. MEXICO: LIMUSA.

LAINEZ, W. (24 de NOVIEMBRE de 2015). HORMIGÓN LIVIANO CON DESECHO DE COCO COMO SUSTITUTO PARCIAL DE AGREGADO GRUESO. LA LIBERTAD, SANTA ELENA, ECUADOR. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/2266/UPSE-TIC-2015-004.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Novoa Carrillo, M. (2005). *ELABORACION Y EVALUACION DE TABLEROS AGLOMERADOS A BASE DE FIBRA DE COCO Y CEMENTO*. COQUIMATLAN, COLIMA.

NTE INEN . (2011). *Cementos hidráulicos compuestos. Requisitos*.

NTE INEN. ((2011). *Cementos hidráulicos. Requisitos de desempeño para cementos hidráulicos*.

NTE INEN. (1990). *Hormigones. Definición y terminología*.

NTE INEN. (2012). *Cemento portland. Requisitos*.

NTE INEN 697. (2010). *Áridos. Determinación del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 um (No. 200), mediante lavado*. Quito, Quito, Ecuador.

NTE INEN 698. (2010). *ÁRIDOS PARA HORMIGÓN. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES*. QUITO. Obtenido de [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_698-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_698-1.pdf)

NTE INEN 856. (2010). *Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (Gravedad específica) y absorción del árido fino*. Quito, Quito, Ecuador.

NTE INEN 857. (2010). *Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (Gravedad específica) y absorción del árido grueso*. Quito, Quito, Ecuador.

NTE INEN 858. (2010). *Áridos. Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) y el porcentaje de vacíos*. Quito, Quito, Ecuador.

NTE INEN 862. (2011). *Áridos para hormigón. Determinación del contenido total de humedad*. Quito, Quito , Ecuador.

NTE INEN 864. (1983). *Determinación del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación* . QUITO.

NTE INEN-696. (2011). *Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso*. Quito, Ecuador.

Reveca, A. (2007). *Determinación de la Influencia de las Nanomoléculas de Silice en el Concreto Frente a un Factor que Afeta su Durabilidad*. Valdivia.

# ANEXOS

## ANEXO FOTOGRAFICO



Tamizado del agregado grueso



Cuesco de la Palma Africana

Mezcla de los componentes del hormigón



Cilindros de hormigón



Mezcla del hormigón



Curado del hormigón



Secado del hormigón



Cilindro de hormigón



## Ensayo de compresión



## Cilindros de hormigón











Falla después de la compresión



Anexo 1. Determinación de peso volumétrico de agregado grueso.



	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b>																																																																																					
<b>PESO VOLUMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO (NTE INEN 858)</b>																																																																																						
<b>TEMA:</b> ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.																																																																																						
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN																																																																																					
<b>CANTERA:</b> CALCÁREO HUAYCO.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> OCTUBRE, 2019.																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PESO VOLUMÉTRICO SUELTO</th> <th>UNIDAD</th> <th>MUESTRA 1</th> <th>MUESTRA 2</th> <th>MUESTRA 3</th> <th>MUESTRA 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> </tr> <tr> <td>PESO SUELTO + RECIPIENTE</td> <td>kg</td> <td>12,40</td> <td>12,30</td> <td>12,4</td> <td>12,30</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL RECIPIENTE</td> <td>kg</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> </tr> <tr> <td>PESO SUELTO</td> <td>kg</td> <td>1,48</td> <td>1,38</td> <td>1,48</td> <td>1,38</td> </tr> <tr> <td>PESO VOLUMÉTRICO SUELTO</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>152,00</td> <td>141,73</td> <td>152,00</td> <td>141,73</td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>146,86</b></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO</th> <th>UNIDAD</th> <th>MUESTRA 1</th> <th>MUESTRA 2</th> <th>MUESTRA 3</th> <th>MUESTRA 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> </tr> <tr> <td>PESO VARILLADO + RECIPIENTE</td> <td>kg</td> <td>12,65</td> <td>12,6</td> <td>12,6</td> <td>12,5</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL RECIPIENTE</td> <td>kg</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> </tr> <tr> <td>PESO VARILLADO</td> <td>kg</td> <td>1,73</td> <td>1,68</td> <td>1,68</td> <td>1,58</td> </tr> <tr> <td>PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>177,68</td> <td>172,54</td> <td>172,54</td> <td>162,27</td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>171,26</b></td> </tr> </tbody> </table>			PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m <sup>3</sup>	0,009736876	0,009736876	0,009736876	0,009736876	PESO SUELTO + RECIPIENTE	kg	12,40	12,30	12,4	12,30	PESO DEL RECIPIENTE	kg	10,92	10,92	10,92	10,92	PESO SUELTO	kg	1,48	1,38	1,48	1,38	PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	kg/m <sup>3</sup>	152,00	141,73	152,00	141,73	PROMEDIO	kg/m <sup>3</sup>	<b>146,86</b>				PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m <sup>3</sup>	0,009736876	0,009736876	0,009736876	0,009736876	PESO VARILLADO + RECIPIENTE	kg	12,65	12,6	12,6	12,5	PESO DEL RECIPIENTE	kg	10,92	10,92	10,92	10,92	PESO VARILLADO	kg	1,73	1,68	1,68	1,58	PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO	kg/m <sup>3</sup>	177,68	172,54	172,54	162,27	PROMEDIO	kg/m <sup>3</sup>	<b>171,26</b>			
PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4																																																																																	
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m <sup>3</sup>	0,009736876	0,009736876	0,009736876	0,009736876																																																																																	
PESO SUELTO + RECIPIENTE	kg	12,40	12,30	12,4	12,30																																																																																	
PESO DEL RECIPIENTE	kg	10,92	10,92	10,92	10,92																																																																																	
PESO SUELTO	kg	1,48	1,38	1,48	1,38																																																																																	
PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	kg/m <sup>3</sup>	152,00	141,73	152,00	141,73																																																																																	
PROMEDIO	kg/m <sup>3</sup>	<b>146,86</b>																																																																																				
PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4																																																																																	
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m <sup>3</sup>	0,009736876	0,009736876	0,009736876	0,009736876																																																																																	
PESO VARILLADO + RECIPIENTE	kg	12,65	12,6	12,6	12,5																																																																																	
PESO DEL RECIPIENTE	kg	10,92	10,92	10,92	10,92																																																																																	
PESO VARILLADO	kg	1,73	1,68	1,68	1,58																																																																																	
PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO	kg/m <sup>3</sup>	177,68	172,54	172,54	162,27																																																																																	
PROMEDIO	kg/m <sup>3</sup>	<b>171,26</b>																																																																																				
<b>REVISADO POR:</b>	ING. GASTON PROAÑO MSC.																																																																																					

## Anexo 2. Determinación de peso volumétrico de agregado fino



	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b>																																											
<b>PESO VOLUMETRICO DE AGREGADO FINO (NTE INEN 858)</b>																																												
<b>TEMA:</b> ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.																																												
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN																																											
<b>CANTERA:</b> CALCÁREO HUAYCO.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> OCTUBRE, 2019.																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 0 auto;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="padding: 5px;">PESO VOLUMÉTRICO SUELTO</th> <th style="padding: 5px;">UNIDAD</th> <th style="padding: 5px;">MUESTRA 1</th> <th style="padding: 5px;">MUESTRA 2</th> <th style="padding: 5px;">MUESTRA 3</th> <th style="padding: 5px;">MUESTRA 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">VOLUMEN DEL RECIPIENTE</td> <td style="padding: 5px;">m<sup>3</sup></td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">0,0028</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">0,0028</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">0,0028</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">0,0028</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">PESO SUELTO + RECIPIENTE</td> <td style="padding: 5px;">kg</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">9,12</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">9,12</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">9,12</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">9,14</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">PESO DEL RECIPIENTE</td> <td style="padding: 5px;">kg</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">4,42</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">4,42</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">4,42</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">4,42</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">PESO SUELTO</td> <td style="padding: 5px;">kg</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">4,7</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">4,7</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">4,7</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">4,72</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">PESO VOLUMÉTRICO SUELTO</td> <td style="padding: 5px;">kg/m<sup>3</sup></td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">1678,57</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">1678,57</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">1678,57</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">1685,71</td> </tr> <tr style="background-color: #00aaff; color: white;"> <td style="padding: 5px;">PROMEDIO</td> <td style="padding: 5px;">kg/m<sup>3</sup></td> <td colspan="4" style="padding: 5px; text-align: center;">1680,36</td> </tr> </tbody> </table>			PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m <sup>3</sup>	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	PESO SUELTO + RECIPIENTE	kg	9,12	9,12	9,12	9,14	PESO DEL RECIPIENTE	kg	4,42	4,42	4,42	4,42	PESO SUELTO	kg	4,7	4,7	4,7	4,72	PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	kg/m <sup>3</sup>	1678,57	1678,57	1678,57	1685,71	PROMEDIO	kg/m <sup>3</sup>	1680,36			
PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4																																							
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m <sup>3</sup>	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028																																							
PESO SUELTO + RECIPIENTE	kg	9,12	9,12	9,12	9,14																																							
PESO DEL RECIPIENTE	kg	4,42	4,42	4,42	4,42																																							
PESO SUELTO	kg	4,7	4,7	4,7	4,72																																							
PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	kg/m <sup>3</sup>	1678,57	1678,57	1678,57	1685,71																																							
PROMEDIO	kg/m <sup>3</sup>	1680,36																																										
<b>REVISADO POR:</b>	ING. RAÚL VILLAO VERA.																																											

### Anexo 3. Determinación de peso volumétrico de agregado grueso



	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b>																																																																																					
<b>PESO VOLUMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO (NTE INEN 858)</b>																																																																																						
<b>TEMA:</b> ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.																																																																																						
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN																																																																																					
<b>CANTERA:</b> CALCÁREO HUAYCO.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> OCTUBRE, 2019.																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 20px;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th>PESO VOLUMÉTRICO SUELTO</th> <th>UNIDAD</th> <th>MUESTRA 1</th> <th>MUESTRA 2</th> <th>MUESTRA 3</th> <th>MUESTRA 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> </tr> <tr> <td>PESO SUELTO + RECIPIENTE</td> <td>kg</td> <td>24,56</td> <td>24,8</td> <td>24,84</td> <td>24,46</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL RECIPIENTE</td> <td>kg</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> </tr> <tr> <td>PESO SUELTO</td> <td>kg</td> <td>13,64</td> <td>13,88</td> <td>13,92</td> <td>13,54</td> </tr> <tr> <td>PESO VOLUMÉTRICO SUELTO</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>1400,86</td> <td>1425,51</td> <td>1429,62</td> <td>1390,59</td> </tr> <tr style="background-color: #00aaff; color: white;"> <td>PROMEDIO</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">1411,64</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th>PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO</th> <th>UNIDAD</th> <th>MUESTRA 1</th> <th>MUESTRA 2</th> <th>MUESTRA 3</th> <th>MUESTRA 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> </tr> <tr> <td>PESO VARILLADO + RECIPIENTE</td> <td>kg</td> <td>25,26</td> <td>26,01</td> <td>24,05</td> <td>25,07</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL RECIPIENTE</td> <td>kg</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> </tr> <tr> <td>PESO VARILLADO</td> <td>kg</td> <td>14,34</td> <td>15,09</td> <td>13,13</td> <td>14,15</td> </tr> <tr> <td>PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>1472,75</td> <td>1549,78</td> <td>1348,48</td> <td>1453,24</td> </tr> <tr style="background-color: #00aaff; color: white;"> <td>PROMEDIO</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">1456,06</td> </tr> </tbody> </table>			PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m <sup>3</sup>	0,009736876	0,009736876	0,009736876	0,009736876	PESO SUELTO + RECIPIENTE	kg	24,56	24,8	24,84	24,46	PESO DEL RECIPIENTE	kg	10,92	10,92	10,92	10,92	PESO SUELTO	kg	13,64	13,88	13,92	13,54	PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	kg/m <sup>3</sup>	1400,86	1425,51	1429,62	1390,59	PROMEDIO	kg/m <sup>3</sup>	1411,64				PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m <sup>3</sup>	0,009736876	0,009736876	0,009736876	0,009736876	PESO VARILLADO + RECIPIENTE	kg	25,26	26,01	24,05	25,07	PESO DEL RECIPIENTE	kg	10,92	10,92	10,92	10,92	PESO VARILLADO	kg	14,34	15,09	13,13	14,15	PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO	kg/m <sup>3</sup>	1472,75	1549,78	1348,48	1453,24	PROMEDIO	kg/m <sup>3</sup>	1456,06			
PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4																																																																																	
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m <sup>3</sup>	0,009736876	0,009736876	0,009736876	0,009736876																																																																																	
PESO SUELTO + RECIPIENTE	kg	24,56	24,8	24,84	24,46																																																																																	
PESO DEL RECIPIENTE	kg	10,92	10,92	10,92	10,92																																																																																	
PESO SUELTO	kg	13,64	13,88	13,92	13,54																																																																																	
PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	kg/m <sup>3</sup>	1400,86	1425,51	1429,62	1390,59																																																																																	
PROMEDIO	kg/m <sup>3</sup>	1411,64																																																																																				
PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4																																																																																	
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m <sup>3</sup>	0,009736876	0,009736876	0,009736876	0,009736876																																																																																	
PESO VARILLADO + RECIPIENTE	kg	25,26	26,01	24,05	25,07																																																																																	
PESO DEL RECIPIENTE	kg	10,92	10,92	10,92	10,92																																																																																	
PESO VARILLADO	kg	14,34	15,09	13,13	14,15																																																																																	
PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO	kg/m <sup>3</sup>	1472,75	1549,78	1348,48	1453,24																																																																																	
PROMEDIO	kg/m <sup>3</sup>	1456,06																																																																																				
<b>REVISADO POR:</b>	ING. GASTON PROAÑO MSC.																																																																																					

	<b>UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b>																									
<b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y EL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTE INEN 857)</b>																										
<b>TEMA:</b> ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.																										
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN																									
<b>CANTERA:</b> CALCÁREO HUAYCO.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> OCTUBRE, 2019.																									
<b>Nomenclatura:</b> <p style="margin-left: 40px;"> <math>G_{sb}</math> Gravedad Especifica Seca Bulk o Gravedad Especifica Neta del Agregado.  <math>G_{sssb}</math> Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca Bulk.  <math>G_{sa}</math> Gravedad Especifica Seca Aparente.  <math>\% Abs</math> Porcentaje de Absorción            A Peso en Aire del Agregado Secado al Horno.            B Peso en Aire del Agregado Saturado Superficialmente Seco.            C Peso en Aire del Agregado Saturado Superficialmente Seco Sumergido en Agua.         </p>																										
<b>Datos:</b> <table style="margin-left: 40px; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Muestra 1</th> <th style="text-align: left;">Muestra 2</th> <th style="text-align: left;">Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A = 2295</td> <td>A = 2293,8</td> <td>A = 2294</td> </tr> <tr> <td>B = 3000</td> <td>B = 3000</td> <td>B = 3000</td> </tr> <tr> <td>C = 2497,5</td> <td>C = 2499,6</td> <td>C = 2506</td> </tr> </tbody> </table>			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	A = 2295	A = 2293,8	A = 2294	B = 3000	B = 3000	B = 3000	C = 2497,5	C = 2499,6	C = 2506												
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																								
A = 2295	A = 2293,8	A = 2294																								
B = 3000	B = 3000	B = 3000																								
C = 2497,5	C = 2499,6	C = 2506																								
<b>Calculos:</b> <table border="1" style="margin-left: 40px; width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Fórmulas</th> <th colspan="4">Resultados</th> </tr> <tr> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>G_{sb} = \frac{A}{B - C}</math></td> <td>4,567</td> <td>4,584</td> <td>4,644</td> <td>4,598</td> </tr> <tr> <td><math>G_{sssb} = \frac{B}{B - C}</math></td> <td>5,970</td> <td>5,995</td> <td>6,073</td> <td>6,013</td> </tr> <tr> <td><math>\% Abs = \frac{B - A}{A} \times 100</math></td> <td>30,719</td> <td>30,787</td> <td>30,776</td> <td>30,761</td> </tr> </tbody> </table>			Fórmulas	Resultados				Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio	$G_{sb} = \frac{A}{B - C}$	4,567	4,584	4,644	4,598	$G_{sssb} = \frac{B}{B - C}$	5,970	5,995	6,073	6,013	$\% Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$	30,719	30,787	30,776	30,761
Fórmulas	Resultados																									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio																						
$G_{sb} = \frac{A}{B - C}$	4,567	4,584	4,644	4,598																						
$G_{sssb} = \frac{B}{B - C}$	5,970	5,995	6,073	6,013																						
$\% Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$	30,719	30,787	30,776	30,761																						
<b>REVISADO POR:</b>	ING. GASTON PROAÑO MSC.																									



Anexo 5. Determinación de la gravedad específica y el porcentaje de absorción del agregado grueso.

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b>																														
<b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y EL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTE INEN 857)</b>																															
<b>TEMA:</b> ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.																															
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN																														
<b>CANTERA:</b> CALCÁREO HUAYCO.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> OCTUBRE, 2019.																														
<b>Nomenclatura:</b> <p> <math>G_{sb}</math> Gravedad Especifica Seca Bulk o Gravedad Especifica Neta del Agregado.  <math>G_{sssb}</math> Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca Bulk.  <math>G_{sa}</math> Gravedad Especifica Seca Aparente.  <math>\% Abs</math> Porcentaje de Absorción            A Peso en Aire del Agregado Secado al Horno.            B Peso en Aire del Agregado Saturado Superficialmente Seco.            C Peso en Aire del Agregado Saturado Superficialmente Seco Sumergido en Agua.         </p>																															
<b>Datos:</b> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 33%;"><b>Muestra 1</b></td> <td style="text-align: center; width: 33%;"><b>Muestra 2</b></td> <td style="text-align: center; width: 33%;"><b>Muestra 3</b></td> </tr> <tr> <td>A = 2943</td> <td>A = 2950</td> <td>A = 2945</td> </tr> <tr> <td>B = 3000</td> <td>B = 3000</td> <td>B = 3000</td> </tr> <tr> <td>C = 1730</td> <td>C = 1749</td> <td>C = 1728</td> </tr> </table>			<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	A = 2943	A = 2950	A = 2945	B = 3000	B = 3000	B = 3000	C = 1730	C = 1749	C = 1728																	
<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>																													
A = 2943	A = 2950	A = 2945																													
B = 3000	B = 3000	B = 3000																													
C = 1730	C = 1749	C = 1728																													
<b>Calculos:</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Fórmulas</th> <th colspan="4">Resultados</th> </tr> <tr> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>G_{sb} = \frac{A}{B - C}</math></td> <td>2,317</td> <td>2,358</td> <td>2,315</td> <td>2,330</td> </tr> <tr> <td><math>G_{sssb} = \frac{B}{B - C}</math></td> <td>2,362</td> <td>2,398</td> <td>2,358</td> <td>2,373</td> </tr> <tr> <td><math>G_{sa} = \frac{A}{A - C}</math></td> <td>2,426</td> <td>2,456</td> <td>2,420</td> <td>2,434</td> </tr> <tr> <td><math>\% Abs = \frac{B - A}{A} \times 100</math></td> <td>1,937</td> <td>1,695</td> <td>1,868</td> <td>1,833</td> </tr> </tbody> </table>			Fórmulas	Resultados				Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio	$G_{sb} = \frac{A}{B - C}$	2,317	2,358	2,315	2,330	$G_{sssb} = \frac{B}{B - C}$	2,362	2,398	2,358	2,373	$G_{sa} = \frac{A}{A - C}$	2,426	2,456	2,420	2,434	$\% Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$	1,937	1,695	1,868	1,833
Fórmulas	Resultados																														
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio																											
$G_{sb} = \frac{A}{B - C}$	2,317	2,358	2,315	2,330																											
$G_{sssb} = \frac{B}{B - C}$	2,362	2,398	2,358	2,373																											
$G_{sa} = \frac{A}{A - C}$	2,426	2,456	2,420	2,434																											
$\% Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$	1,937	1,695	1,868	1,833																											
<b>REVISADO POR:</b>	ING. GASTON PROAÑO MSC.																														

Anexo 6. Determinación de la gravedad específica y el porcentaje de absorción del agregado fino.



	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b>																														
<b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y EL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTE INEN 856)</b>																															
<b>TEMA:</b> ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.																															
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN																														
<b>CANTERA:</b> CALCÁREO HUAYCO.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> OCTUBRE, 2019.																														
<b>Nomenclatura:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>G_{sb}</math> Gravedad Especifica Seca Bulk o Gravedad Especifica Neta del Agregado.</li> <li><math>G_{sssb}</math> Gravedad Especifica Saturada Superfialmente Seca Bulk.</li> <li><math>G_{sa}</math> Gravedad Especifica Seca Aparente.</li> <li><math>\% Abs</math> Porcentaje de Absorcion</li> <li><b>A</b> Masa en el aire de la muestra secada al horno (g).</li> <li><b>S1</b> Masa de la muestra en estado saturado superfialmente seca en el fraco Le Chatelier (g).</li> <li><b>S</b> Masa del material en estado saturado superficialmente seco para determinar la densidad relativa o la absorción (g).</li> <li><b>R1</b> Lectura inicial del nivel de agua en el frasco Le Chatelier (ml).</li> <li><b>R2</b> Lectura final del nivel de agua en el frasco Le Chaterier (ml).</li> </ul>																															
<b>Datos:</b> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Muestra 1</th> <th style="width: 33%;">Muestra 2</th> <th style="width: 33%;">Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A = 489</td> <td>A = 489</td> <td>A = 489</td> </tr> <tr> <td>S1 = 500</td> <td>S1 = 500</td> <td>S1 = 500</td> </tr> <tr> <td>S = 500</td> <td>S = 500</td> <td>S = 500</td> </tr> <tr> <td>R1 = 200</td> <td>R1 = 200</td> <td>R1 = 200</td> </tr> <tr> <td>R2 = 391</td> <td>R2 = 388</td> <td>R2 = 390</td> </tr> </tbody> </table>			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	A = 489	A = 489	A = 489	S1 = 500	S1 = 500	S1 = 500	S = 500	S = 500	S = 500	R1 = 200	R1 = 200	R1 = 200	R2 = 391	R2 = 388	R2 = 390											
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																													
A = 489	A = 489	A = 489																													
S1 = 500	S1 = 500	S1 = 500																													
S = 500	S = 500	S = 500																													
R1 = 200	R1 = 200	R1 = 200																													
R2 = 391	R2 = 388	R2 = 390																													
<b>Calculos:</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Fórmulas</th> <th colspan="4">Resultados</th> </tr> <tr> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>G_{sb} = \frac{S1(\frac{A}{S})}{0.9975(R2 - R1)}</math></td> <td>2,567</td> <td>2,608</td> <td>2,580</td> <td>2,585</td> </tr> <tr> <td><math>G_{sssb} = \frac{S1}{0.9975(R2 - R1)}</math></td> <td>2,624</td> <td>2,666</td> <td>2,638</td> <td>2,643</td> </tr> <tr> <td><math>G_{sa} = \frac{S1(\frac{A}{S})}{0.9975(R2 - R1) - [(\frac{S1}{S})(S - A)]}</math></td> <td>2,724</td> <td>2,770</td> <td>2,739</td> <td>2,744</td> </tr> <tr> <td><math>\%Abs = \frac{S - A}{A} \times 100</math></td> <td>2,249</td> <td>2,249</td> <td>2,249</td> <td>2,249</td> </tr> </tbody> </table>			Fórmulas	Resultados				Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio	$G_{sb} = \frac{S1(\frac{A}{S})}{0.9975(R2 - R1)}$	2,567	2,608	2,580	2,585	$G_{sssb} = \frac{S1}{0.9975(R2 - R1)}$	2,624	2,666	2,638	2,643	$G_{sa} = \frac{S1(\frac{A}{S})}{0.9975(R2 - R1) - [(\frac{S1}{S})(S - A)]}$	2,724	2,770	2,739	2,744	$\%Abs = \frac{S - A}{A} \times 100$	2,249	2,249	2,249	2,249
Fórmulas	Resultados																														
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio																											
$G_{sb} = \frac{S1(\frac{A}{S})}{0.9975(R2 - R1)}$	2,567	2,608	2,580	2,585																											
$G_{sssb} = \frac{S1}{0.9975(R2 - R1)}$	2,624	2,666	2,638	2,643																											
$G_{sa} = \frac{S1(\frac{A}{S})}{0.9975(R2 - R1) - [(\frac{S1}{S})(S - A)]}$	2,724	2,770	2,739	2,744																											
$\%Abs = \frac{S - A}{A} \times 100$	2,249	2,249	2,249	2,249																											
<b>REVISADO POR:</b>	ING. GASTON PROAÑO MSC.																														

Anexo 7. Determinación de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en el agregado fino.



	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b>																
<b>DETERMINACIÓN DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES EN EL AGREGADO FINO (NTE INEN 698)</b>																	
<b>TEMA:</b> ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.																	
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN																
<b>CANTERA:</b> CALCÁREO HUAYCO.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> OCTUBRE, 2019.																
<b>Cantidad de material a utilizar:</b>																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">ARIDOS FINOS (Retenido sobre el tamiz de 1.18mm (N°16) (g)</td> <td style="width: 50px; text-align: center;">100</td> </tr> </table> <p style="font-size: small;">Fuente: NTE INEN 698</p>			ARIDOS FINOS (Retenido sobre el tamiz de 1.18mm (N°16) (g)	100													
ARIDOS FINOS (Retenido sobre el tamiz de 1.18mm (N°16) (g)	100																
<b>Fórmula:</b>																	
$P = \frac{M - R}{M} \times 100$																	
<b>Cálculos:</b>																	
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th colspan="2">Tamaño de Tamices</th> <th>Masa antes del ensayo</th> <th>Masa despues del ensayo</th> <th>Terrones de arcilla y partículas desmenuzables</th> </tr> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th>Pasante</th> <th>Retenido</th> <th>M (gr)</th> <th>R (gr)</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">N°16</td> <td style="text-align: center;">N°200</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">98,1</td> <td style="text-align: center;">1,90</td> </tr> </tbody> </table>			Tamaño de Tamices		Masa antes del ensayo	Masa despues del ensayo	Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	Pasante	Retenido	M (gr)	R (gr)	%	N°16	N°200	100	98,1	1,90
Tamaño de Tamices		Masa antes del ensayo	Masa despues del ensayo	Terrones de arcilla y partículas desmenuzables													
Pasante	Retenido	M (gr)	R (gr)	%													
N°16	N°200	100	98,1	1,90													
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Terrones de Arcilla y Partículas Delezables</td> </tr> <tr style="background-color: #00aaff; color: white;"> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1,90</td> </tr> </table>			Terrones de Arcilla y Partículas Delezables	1,90													
Terrones de Arcilla y Partículas Delezables																	
1,90																	
<b>REVISADO POR:</b>	ING. GASTON PROAÑO MSC.																







Anexo 8. Determinación del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación.



	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b>												
<b>DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN DEL AGREGADO FINO DESPUÉS DE UNA HORA DE SEDIMENTACIÓN (NTE INEN 864)</b>													
<b>TEMA:</b> ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.													
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN												
<b>CANTERA:</b> CALCÁREO HUAYCO.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> OCTUBRE, 2019.												
<b>Cantidad de material a utilizar:</b>													
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Árido fino (g)</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">500</td> </tr> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Fuente: NTE INEN 864</p>			Árido fino (g)	500									
Árido fino (g)	500												
<p><b>Fórmula:</b></p> $P = \frac{H \times 0,6}{A} \times 100$													
<p><b>Cálculos:</b></p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="padding: 5px;">Volumen de la capa de material de partículas finas</th> <th style="padding: 5px;">Masa de la muestra ensayada</th> <th style="padding: 5px;">Porcentaje de partículas finas</th> </tr> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="padding: 5px;">H (cm3)</th> <th style="padding: 5px;">A (gr)</th> <th style="padding: 5px;">%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">14,5</td> <td style="padding: 5px;">500</td> <td style="padding: 5px;">1,74</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="padding: 5px;">Porcentaje de partículas finas</th> </tr> <tr style="background-color: #00aaff; color: white;"> <td style="padding: 5px;">1,74</td> </tr> </table>			Volumen de la capa de material de partículas finas	Masa de la muestra ensayada	Porcentaje de partículas finas	H (cm3)	A (gr)	%	14,5	500	1,74	Porcentaje de partículas finas	1,74
Volumen de la capa de material de partículas finas	Masa de la muestra ensayada	Porcentaje de partículas finas											
H (cm3)	A (gr)	%											
14,5	500	1,74											
Porcentaje de partículas finas													
1,74													
<b>REVISADO POR:</b>	ING. GASTON PROAÑO MSC.												



Anexo 9. Determinación del valor de la degradación del árido grueso de partículas menores a 37,5 mm mediante el uso de la máquina de los Ángeles.

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b>								
<b>ENSAYO DE ABRASIÓN POR MEDIO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (NTE INEN 860)</b>									
<b>TEMA:</b> ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.									
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.		<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN							
<b>CANTERA:</b> CALCÁREO HUAYCO.		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> OCTUBRE, 2019.							
<b>Tabla de método y cantidad de material a utilizar</b>									
<b>DIAMETRO</b>				<b>MÉTODO</b>					
Pasa el Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C	D		
N°	mm	N°	mm	Cantidad de Material a Utilizar					
1 1/2	37,50	1	25,00	1250 ± 25					
1	25,00	3/4	19,00	1250 ± 25					
3/4	19,00	1/2	12,50	1250 ± 10	1250 ± 10				
1/2	12,50	3/8	9,50	1250 ± 10	1250 ± 10				
3/8	9,50	1/4	6,25			1250 ± 10			
1/4	6,25	N°4	4,76			1250 ± 10			
N°4	4,76	N°8	2,38				5000 ± 10		
<b>Peso Total</b>				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10		
<b>Numero de esferas</b>				12	11	8	6		
<b>Numero de Revoluciones</b>				500	500	500	500		
<b>Tiempo de Rotacion "min"</b>				15	15	15	15		
<b>Fórmula</b>									
$\%Desgaste = \frac{W_{inicial} - W_{final}}{W_{inicial}} \times 100$									
<b>Cálculos</b>									
Método a utilizar:				<b>B</b>					
Número de Esferas:				<b>11</b>					
Número de Revoluciones:				<b>500</b>					
Tiempo de Revol. "min":				<b>15</b>					
Pasa el Tamiz "N°"	Retenido en Tamiz "N°"	Peso antes del Ensayo "gr"		Peso Despues del Ensayo "gr"					
3/4.	1/2.	2500							
1/2.	3/8.	2500							
Total		5000						4489	
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>%Desgaste</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>10,22</b></td> </tr> </table>								<b>%Desgaste</b>	<b>10,22</b>
<b>%Desgaste</b>									
<b>10,22</b>									
<b>REVISADO POR:</b>				<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.					



	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b>																						
<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD (ASTM C1754)</b>																							
<b>TEMA: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.</b>																							
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN																						
<b>DOSIFICACIÓN:</b> 280 kg/cm <sup>2</sup>	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> ENERO, 2020.																						
<p>             A= Masa en seco del espécimen, (g)              D= Diámetro promedio del espécimen(mm)              L= Longitud promedio del espécimen (mm)              K= Constante de 1'274,240 en unidades SI (mm<sup>3</sup>.kg)/(m<sup>3</sup>.g)              B= Masa sumergida del espécimen, (g)              ρw= Densidad del agua a la temperatur del baño           </p> <p style="text-align: center;"> <b>Densidad=</b> <math>\frac{K \times A}{D^2 \times L}</math>      <b>Contenido de vacíos=</b> <math>\left[ 1 - \left( \frac{K \times (A - B)}{\rho_w \times D^2 \times L} \right) \right] \times 100</math> </p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Muestra 1</th> <th style="width: 33%;">Muestra 2</th> <th style="width: 33%;">Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A= 3715</td> <td>A= 3712</td> <td>A= 3711</td> </tr> <tr> <td>D= 100,4</td> <td>D= 99,99</td> <td>D= 100,02</td> </tr> <tr> <td>L= 199,99</td> <td>L= 200</td> <td>L= 200</td> </tr> <tr> <td>K= 1274240</td> <td>K= 1274240</td> <td>K= 1274240</td> </tr> <tr> <td>B= 2163</td> <td>B= 2171</td> <td>B= 2172</td> </tr> <tr> <td>ρw= 997,97</td> <td>ρw= 997,97</td> <td>ρw= 997,97</td> </tr> </tbody> </table>			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	A= 3715	A= 3712	A= 3711	D= 100,4	D= 99,99	D= 100,02	L= 199,99	L= 200	L= 200	K= 1274240	K= 1274240	K= 1274240	B= 2163	B= 2171	B= 2172	ρw= 997,97	ρw= 997,97	ρw= 997,97
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																					
A= 3715	A= 3712	A= 3711																					
D= 100,4	D= 99,99	D= 100,02																					
L= 199,99	L= 200	L= 200																					
K= 1274240	K= 1274240	K= 1274240																					
B= 2163	B= 2171	B= 2172																					
ρw= 997,97	ρw= 997,97	ρw= 997,97																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Descripción</th> <th style="width: 10%;">Unidad</th> <th style="width: 15%;">M1</th> <th style="width: 15%;">M2</th> <th style="width: 15%;">M3</th> <th style="width: 20%;">Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Densidad</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td style="text-align: center;">2348,20</td> <td style="text-align: center;">2365,46</td> <td style="text-align: center;">2363,41</td> <td style="text-align: center; background-color: #00aaff; color: white;">2359,02</td> </tr> <tr> <td>Cantidad de vacios</td> <td>%</td> <td style="text-align: center;">1,70</td> <td style="text-align: center;">1,60</td> <td style="text-align: center;">1,79</td> <td style="text-align: center; background-color: #00aaff; color: white;">1,70</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio	Densidad	kg/m <sup>3</sup>	2348,20	2365,46	2363,41	2359,02	Cantidad de vacios	%	1,70	1,60	1,79	1,70			
Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio																		
Densidad	kg/m <sup>3</sup>	2348,20	2365,46	2363,41	2359,02																		
Cantidad de vacios	%	1,70	1,60	1,79	1,70																		
<b>REVISADO POR:</b>	Ing. ING. GASTON PROAÑO MSC.																						

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b>																						
<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD (ASTM C1754)</b>																							
<b>TEMA: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.</b>																							
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN																						
<b>DOSIFICACIÓN:</b> 280 kg/cm <sup>2</sup> - 15% cuesco	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> ENERO, 2020.																						
<p>             A= Masa en seco del espécimen, (g)              D= Diámetro promedio del espécimen(mm)              L= Longitud promedio del espécimen (mm)              K= Constante de 1'274,240 en unidades SI (mm<sup>3</sup>.kg)/(m<sup>3</sup>.g)              B= Masa sumergida del espécimen, (g)              ρw= Densidad del agua a la temperatur del baño           </p> <p style="text-align: center;"> <b>Densidad=</b> <math>\frac{K \times A}{D^2 \times L}</math>      <b>Contenido de vacíos=</b> <math>\left[ 1 - \left( \frac{K \times (A - B)}{\rho_w \times D^2 \times L} \right) \right] \times 100</math> </p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Muestra 1</th> <th style="width: 33%;">Muestra 2</th> <th style="width: 33%;">Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A= 3682</td> <td>A= 3681</td> <td>A= 3679</td> </tr> <tr> <td>D= 100</td> <td>D= 99,98</td> <td>D= 100,01</td> </tr> <tr> <td>L= 199,98</td> <td>L= 199,99</td> <td>L= 200</td> </tr> <tr> <td>K= 1274240</td> <td>K= 1274240</td> <td>K= 1274240</td> </tr> <tr> <td>B= 2139</td> <td>B= 2140</td> <td>B= 2135</td> </tr> <tr> <td>ρw= 997,97</td> <td>ρw= 997,97</td> <td>ρw= 997,97</td> </tr> </tbody> </table>			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	A= 3682	A= 3681	A= 3679	D= 100	D= 99,98	D= 100,01	L= 199,98	L= 199,99	L= 200	K= 1274240	K= 1274240	K= 1274240	B= 2139	B= 2140	B= 2135	ρw= 997,97	ρw= 997,97	ρw= 997,97
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																					
A= 3682	A= 3681	A= 3679																					
D= 100	D= 99,98	D= 100,01																					
L= 199,98	L= 199,99	L= 200																					
K= 1274240	K= 1274240	K= 1274240																					
B= 2139	B= 2140	B= 2135																					
ρw= 997,97	ρw= 997,97	ρw= 997,97																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>M1</th> <th>M2</th> <th>M3</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Densidad</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>2346,11</td> <td>2346,29</td> <td>2343,50</td> <td style="background-color: #00aaff; color: white;"><b>2345,30</b></td> </tr> <tr> <td>Cantidad de vacios</td> <td>%</td> <td>1,48</td> <td>1,58</td> <td>1,45</td> <td style="background-color: #00aaff; color: white;"><b>1,50</b></td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio	Densidad	kg/m <sup>3</sup>	2346,11	2346,29	2343,50	<b>2345,30</b>	Cantidad de vacios	%	1,48	1,58	1,45	<b>1,50</b>			
Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio																		
Densidad	kg/m <sup>3</sup>	2346,11	2346,29	2343,50	<b>2345,30</b>																		
Cantidad de vacios	%	1,48	1,58	1,45	<b>1,50</b>																		
<b>REVISADO POR:</b>	Ing. ING. GASTON PROAÑO MSC.																						

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b>																						
<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD (ASTM C1754)</b>																							
<b>TEMA: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.</b>																							
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN																						
<b>DOSIFICACIÓN:</b> 280 kg/cm <sup>2</sup> - 30% cuesco	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> ENERO, 2020.																						
<p>             A= Masa en seco del espécimen, (g)              D= Diámetro promedio del espécimen(mm)              L= Longitud promedio del espécimen (mm)              K= Constante de 1'274,240 en unidades SI (mm<sup>3</sup>.kg)/(m<sup>3</sup>.g)              B= Masa sumergida del espécimen, (g)              ρw= Densidad del agua a la temperatur del baño           </p> <p style="text-align: center;"> <b>Densidad=</b> <math>\frac{K \times A}{D^2 \times L}</math>      <b>Contenido de vacíos=</b> <math>\left[ 1 - \left( \frac{K \times (A - B)}{\rho_w \times D^2 \times L} \right) \right] \times 100</math> </p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Muestra 1</th> <th style="width: 33%;">Muestra 2</th> <th style="width: 33%;">Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A = 3638</td> <td>A = 3637</td> <td>A = 3637</td> </tr> <tr> <td>D = 100,01</td> <td>D = 100</td> <td>D = 100,02</td> </tr> <tr> <td>L = 199,98</td> <td>L = 200</td> <td>L = 199,99</td> </tr> <tr> <td>K = 1274240</td> <td>K = 1274240</td> <td>K = 1274240</td> </tr> <tr> <td>B = 2095</td> <td>B = 2093</td> <td>B = 2092</td> </tr> <tr> <td>ρw = 997,97</td> <td>ρw = 997,97</td> <td>ρw = 997,97</td> </tr> </tbody> </table>			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	A = 3638	A = 3637	A = 3637	D = 100,01	D = 100	D = 100,02	L = 199,98	L = 200	L = 199,99	K = 1274240	K = 1274240	K = 1274240	B = 2095	B = 2093	B = 2092	ρw = 997,97	ρw = 997,97	ρw = 997,97
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																					
A = 3638	A = 3637	A = 3637																					
D = 100,01	D = 100	D = 100,02																					
L = 199,98	L = 200	L = 199,99																					
K = 1274240	K = 1274240	K = 1274240																					
B = 2095	B = 2093	B = 2092																					
ρw = 997,97	ρw = 997,97	ρw = 997,97																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>M1</th> <th>M2</th> <th>M3</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Densidad</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td style="text-align: center;">2317,61</td> <td style="text-align: center;">2317,21</td> <td style="text-align: center;">2316,39</td> <td style="text-align: center; background-color: #00aaff; color: white;">2317,07</td> </tr> <tr> <td>Cantidad de vacios</td> <td>%</td> <td style="text-align: center;">1,50</td> <td style="text-align: center;">1,43</td> <td style="text-align: center;">1,40</td> <td style="text-align: center; background-color: #00aaff; color: white;">1,44</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio	Densidad	kg/m <sup>3</sup>	2317,61	2317,21	2316,39	2317,07	Cantidad de vacios	%	1,50	1,43	1,40	1,44			
Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio																		
Densidad	kg/m <sup>3</sup>	2317,61	2317,21	2316,39	2317,07																		
Cantidad de vacios	%	1,50	1,43	1,40	1,44																		
<b>REVISADO POR:</b>	Ing. ING. GASTON PROAÑO MSC.																						



	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b>																						
<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD (ASTM C1754)</b>																							
<b>TEMA: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.</b>																							
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN																						
<b>DOSIFICACIÓN:</b> 280 kg/cm <sup>2</sup> - 50% cuesco	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> ENERO, 2020.																						
<p>A= Masa en seco del espécimen, (g)                  D= Diámetro promedio del espécimen(mm)                  L= Longitud promedio del espécimen (mm)                  K= Constante de 1'274,240 en unidades SI (mm<sup>3</sup>.kg)/(m<sup>3</sup>.g)                  B= Masa sumergida del espécimen, (g)                  ρw= Densidad del agua a la temperatur del baño</p>																							
$\text{Densidad} = \frac{K \times A}{D^2 \times L}$ $\text{Contenido de vacíos} = \left[ 1 - \left( \frac{K \times (A - B)}{\rho_w \times D^2 \times L} \right) \right] \times 100$																							
<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>																					
A = 3515	A = 3512	A = 3511																					
D = 100,4	D = 99,99	D = 100,02																					
L = 199,97	L = 199,99	L = 200																					
K = 1274240	K = 1274240	K = 1274240																					
B = 1957	B = 1967	B = 1965																					
ρw = 997,97	ρw = 997,97	ρw = 997,97																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 0 auto;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="width: 20%;">Descripción</th> <th style="width: 10%;">Unidad</th> <th style="width: 10%;">M1</th> <th style="width: 10%;">M2</th> <th style="width: 10%;">M3</th> <th style="width: 10%;">Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Densidad</td> <td style="text-align: center;">kg/m<sup>3</sup></td> <td style="text-align: center;">2222,00</td> <td style="text-align: center;">2238,12</td> <td style="text-align: center;">2236,03</td> <td style="text-align: center; background-color: #00aaff; color: white;">2232,05</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cantidad de vacíos</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">1,31</td> <td style="text-align: center;">1,34</td> <td style="text-align: center;">1,34</td> <td style="text-align: center; background-color: #00aaff; color: white;">1,33</td> </tr> </tbody> </table>						Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio	Densidad	kg/m <sup>3</sup>	2222,00	2238,12	2236,03	2232,05	Cantidad de vacíos	%	1,31	1,34	1,34	1,33
Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio																		
Densidad	kg/m <sup>3</sup>	2222,00	2238,12	2236,03	2232,05																		
Cantidad de vacíos	%	1,31	1,34	1,34	1,33																		
<b>REVISADO POR:</b>	Ing. ING. GASTON PROAÑO MSC.																						

Anexo 14. Esfuerzo a la compresión, resistencia de diseño 280kg/cm2.

 		UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CUELA DE INGENIERIA CIVIL												
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (INEN 1573)														
TEMA: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.														
TUTOR: ING. GASTON PROAÑO MSC.							TESISTAS: MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN							
RESISTENCIA DE DISEÑO: 280 kg/cm2														
IDENTIFICACIÓN	N°	FECHA DE VACIADO	DIMENSIONES DEL CILINDRO						PESO kg	FECHA	EDAD (días)	ROTURA		
			D1 (cm)	D2 (cm)	PROM. "D" (cm)	LONGITUD (cm)	AREA (cm2)	RELACION (L/D)				Carga (KN)	kg/cm2	Promedio (kg/cm2)
Patrón	1	6/12/2019	14,95	14,94	14,95	29,99	175,42	2,007	12,42	9/12/2019	3	190,38	111,99	112,55
	2	6/12/2019	14,92	14,93	14,93	30,01	174,95	2,011	12,41	9/12/2019	3	191,71	112,77	
	3	6/12/2019	14,93	14,94	14,94	30,03	175,19	2,011	12,40	9/12/2019	3	191,91	112,89	
	4	6/12/2019	14,91	14,92	14,92	29,99	174,72	2,011	12,47	13/12/2019	7	309,55	182,09	183,21
	5	6/12/2019	15,01	14,99	15,00	29,96	176,71	1,997	12,46	13/12/2019	7	312,05	183,56	
	6	6/12/2019	15,03	14,98	15,01	29,93	176,83	1,995	12,48	13/12/2019	7	312,77	183,98	
	7	6/12/2019	15,02	14,99	15,01	30,01	176,83	2,000	12,50	20/12/2019	14	428,83	252,25	252,38
	8	6/12/2019	14,97	14,97	14,97	30,01	176,01	2,005	12,51	20/12/2019	14	428,18	251,87	
	9	6/12/2019	15,01	14,98	14,995	30,00	176,60	2,001	12,54	20/12/2019	14	430,12	253,01	
	10	6/12/2019	14,99	15,00	14,995	29,98	176,60	1,999	12,68	30/12/2019	28	482,49	283,82	283,55
	11	6/12/2019	14,95	14,96	14,96	29,98	175,66	2,005	12,67	30/12/2019	28	481,08	282,99	
	12	6/12/2019	15,00	15,00	15,00	29,97	176,71	1,998	12,64	30/12/2019	28	482,51	283,83	
CON 15% DE Cuesco	1	6/12/2019	14,90	14,91	14,905	30,01	174,48	2,013	11,59	9/12/2019	3	175,30	103,12	103,06
	2	6/12/2019	14,92	14,92	14,92	30,00	174,83	2,011	11,62	9/12/2019	3	175,42	103,19	
	3	6/12/2019	14,94	14,93	14,935	30,01	175,19	2,009	11,65	9/12/2019	3	174,88	102,87	
	4	6/12/2019	14,91	14,92	14,915	30,01	174,72	2,012	11,63	13/12/2019	7	294,27	173,1	172,71
	5	6/12/2019	15,01	14,99	15,00	29,98	176,71	1,999	11,62	13/12/2019	7	294,08	172,99	
	6	6/12/2019	14,93	15,00	14,97	29,99	175,89	2,004	11,65	13/12/2019	7	292,45	172,03	
	7	6/12/2019	15,01	14,98	15,00	29,98	176,60	1,999	11,7	20/12/2019	14	415,65	244,5	244,18
	8	6/12/2019	15,00	14,98	14,99	29,87	176,48	1,993	11,73	20/12/2019	14	413,22	243,07	
	9	6/12/2019	14,94	15,00	14,97	30,00	176,01	2,004	11,72	20/12/2019	14	416,45	244,97	
	10	6/12/2019	14,98	14,97	14,975	30,00	176,13	2,003	11,83	30/12/2019	28	469,03	275,9	275,3
	11	6/12/2019	14,92	15,01	14,97	30,01	175,89	2,005	11,82	30/12/2019	28	465,82	274,01	
	12	6/12/2019	14,98	15,00	14,99	29,99	176,48	2,001	11,84	30/12/2019	28	469,18	275,99	

REVISADO POR: Ing. ING. GASTON PROAÑO MSC.



Anexo 15. Esfuerzo a la compresión, resistencia de diseño 280 kg/cm<sup>2</sup>.

		UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CUELA DE INGENIERIA CIVIL												
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (INEN 1573)														
TEMA: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.														
TUTOR: ING. GASTON PROAÑO MSC.							TESISTAS: MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN							
RESISTENCIA DE DISEÑO: 280 kg/cm <sup>2</sup>														
IDENTIFICACIÓN	N°	FECHA DE VACIADO	DIMENSIONES DEL CILINDRO						PESO kg	ROTURA				
			D1 (cm)	D2 (cm)	PROM. "D" (cm)	LONGITUD (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RELACION (L/D)		FECHA	EDAD (días)	Carga (KN)	kg/cm <sup>2</sup>	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
CON 30% DE Cuesco	1	7/12/2019	14,92	14,91	14,92	29,99	174,72	2,011	11,30	10/12/2019	3	170,19	100,11	99,97
	2	7/12/2019	14,93	14,94	14,94	30,04	175,19	2,011	11,32	10/12/2019	3	169,63	99,78	
	3	7/12/2019	14,91	14,92	14,92	31,01	174,72	2,079	11,31	10/12/2019	3	170,02	100,01	
	165,21	4	7/12/2019	14,92	14,93	14,93	29,99	174,95	2,009	11,41	14/12/2019	7	280,70	165,12
		5	7/12/2019	15,01	14,99	15,00	29,98	176,71	1,999	11,43	14/12/2019	7	280,14	164,79
		6	7/12/2019	15,02	14,98	15,00	29,97	176,71	1,998	11,41	14/12/2019	7	281,71	165,71
		7	7/12/2019	15,02	14,97	15,00	29,99	176,60	2,000	11,52	21/12/2019	14	399,13	234,78
		8	7/12/2019	14,96	14,98	14,97	30,01	176,01	2,005	11,54	21/12/2019	14	397,78	233,99
		9	7/12/2019	15,01	14,98	15,00	30,02	176,60	2,002	11,53	21/12/2019	14	399,72	235,13
	265,57	10	7/12/2019	14,93	15,00	14,97	29,99	175,89	2,004	11,60	31/12/2019	28	452,22	266,01
		11	7/12/2019	14,94	14,97	14,96	29,98	175,66	2,005	11,59	31/12/2019	28	451,98	265,87
		12	7/12/2019	15,01	15,02	15,02	29,98	177,07	1,997	11,60	31/12/2019	28	450,21	264,83
CON 50% DE Cuesco	1	7/12/2019	14,93	14,94	14,94	30,02	175,19	2,010	11,14	10/12/2019	3	149,63	88,02	87,07
	2	7/12/2019	14,92	14,93	14,93	30,02	174,95	2,011	11,13	10/12/2019	3	146,37	86,10	
	3	7/12/2019	14,99	14,98	14,99	30,02	176,36	2,003	11,15	10/12/2019	3	148,07	87,10	
	156,12	4	7/12/2019	14,94	14,97	14,96	30,01	175,66	2,007	11,24	14/12/2019	7	265,37	156,10
		5	7/12/2019	15,01	14,98	15,00	29,97	176,60	1,999	11,23	14/12/2019	7	267,27	157,22
		6	7/12/2019	14,95	15,01	14,98	29,98	176,24	2,001	11,22	14/12/2019	7	263,55	155,03
		7	7/12/2019	15,01	14,99	15,00	29,97	176,71	1,998	11,33	21/12/2019	14	383,35	225,5
		8	7/12/2019	15,02	14,98	15,00	29,89	176,71	1,993	11,35	21/12/2019	14	384,32	226,07
		9	7/12/2019	14,94	14,96	14,95	30,01	175,54	2,007	11,34	21/12/2019	14	382,45	224,97
	258,89	10	7/12/2019	14,98	14,97	14,98	30,00	176,13	2,003	11,40	31/12/2019	28	440,11	258,89
		11	7/12/2019	14,97	15,00	14,99	30,02	176,36	2,003	11,41	31/12/2019	28	440,32	259,01
		12	7/12/2019	14,93	15,00	14,97	29,99	175,89	2,004	11,40	31/12/2019	28	439,89	258,76



REVISADO POR: Ing. ING. GASTON PROAÑO MSC.





Anexo 16. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: 280 kg/cm<sup>2</sup>.

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b>																																				
<b>DETERMINACIÓN DE LA REISTENCIA A LA FLEXION</b>																																					
<b>TEMA:</b> ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.																																					
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN																																				
<b>NTE INEN 2554</b> <b>VIGA DE HORMIGÓN SIMPLE RESISTENCIA DISEÑO 280KG/CM2</b>																																					
<p>NOTA: Si la fractura se produce en la superficie de traccion dentro del tercio de la luz libre. Calcular el modulo de rotura de la sigueine madera.</p> <p style="margin-left: 40px;">             R= Modulo de rotura, en Mpa              P= Carga maxima aplicada, indicada por la maquina de ensayo, en N              L= Luz libre, en mm              b= Promedio del ancho del especimen, en la fractura, en mm              d= Promedio del alto del especimen, en la fractura, en mm           </p> $R = \frac{P \times L}{b \times d^2}$ <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: right; padding-right: 10px;"><b>Datos</b></td> <td style="text-align: left;"><b>Muestra 1</b></td> <td style="padding: 0 20px;"></td> <td style="text-align: right; padding-right: 10px;"><b>Datos</b></td> <td style="text-align: left;"><b>Muestra 2</b></td> </tr> <tr> <td>P=</td> <td>48249,4</td> <td></td> <td>P=</td> <td>48108,3</td> </tr> <tr> <td>L=</td> <td>599,9</td> <td></td> <td>L=</td> <td>599,8</td> </tr> <tr> <td>b=</td> <td>198,7</td> <td></td> <td>b=</td> <td>198,9</td> </tr> <tr> <td>d=</td> <td>200,0</td> <td></td> <td>d=</td> <td>199,93</td> </tr> </table> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="text-align: left;">Descripcion</th> <th style="text-align: center;">Muestra 1</th> <th style="text-align: center;">Muestra 2</th> <th style="text-align: center;">Promedio</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #00aaff; color: white;">Modulo de Rotura</td> <td style="text-align: center;">3,643</td> <td style="text-align: center;">3,629</td> <td style="text-align: center;">3,636</td> <td style="text-align: right;">Mpa</td> </tr> </tbody> </table>			<b>Datos</b>	<b>Muestra 1</b>		<b>Datos</b>	<b>Muestra 2</b>	P=	48249,4		P=	48108,3	L=	599,9		L=	599,8	b=	198,7		b=	198,9	d=	200,0		d=	199,93	Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio		Modulo de Rotura	3,643	3,629	3,636	Mpa
<b>Datos</b>	<b>Muestra 1</b>		<b>Datos</b>	<b>Muestra 2</b>																																	
P=	48249,4		P=	48108,3																																	
L=	599,9		L=	599,8																																	
b=	198,7		b=	198,9																																	
d=	200,0		d=	199,93																																	
Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio																																		
Modulo de Rotura	3,643	3,629	3,636	Mpa																																	
<b>Revisado por:</b>	Ing. ING. GASTON PROAÑO MSC.																																				



Anexo 17. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: 280 kg/cm<sup>2</sup> y 15% de cuesco.

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b>																															
<b>DETERMINACIÓN DE LA REISTENCIA A LA FLEXION</b>																																
<b>TEMA:</b> ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.																																
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN																															
<b>NTE INEN 2554</b> <b>VIGA DE HORMIGÓN SIMPLE RESISTENCIA DISEÑO 280KG/CM2 - 15% CUESCO</b>																																
<p>NOTA: Si la fractura se produce en la superficie de tracción dentro del tercio de la luz libre. Calcular el modulo de rotura de la sigueine madera.</p> <p style="margin-left: 40px;">             R= Modulo de rotura, en Mpa              P= Carga maxima aplicada, indicada por la maquina de ensayo, en N              L= Luz libre, en mm              b= Promedio del ancho del especimen, en la fractura, en mm              d= Promedio del alto del especimen, en la fractura, en mm           </p> $R = \frac{P \times L}{b \times d^2}$ <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;"><b>Datos</b></td> <td style="padding: 5px;"><b>Muestra 1</b></td> <td style="padding: 5px;"><b>Datos</b></td> <td style="padding: 5px;"><b>Muestra 2</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">P=</td> <td style="padding: 5px;">46903</td> <td style="padding: 5px;">P=</td> <td style="padding: 5px;">46581,7</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">L=</td> <td style="padding: 5px;">598,9</td> <td style="padding: 5px;">L=</td> <td style="padding: 5px;">598,8</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">b=</td> <td style="padding: 5px;">198,5</td> <td style="padding: 5px;">b=</td> <td style="padding: 5px;">198,7</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">d=</td> <td style="padding: 5px;">199,6</td> <td style="padding: 5px;">d=</td> <td style="padding: 5px;">199,60</td> </tr> </table> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="padding: 5px;">Descripcion</th> <th style="padding: 5px;">Muestra 1</th> <th style="padding: 5px;">Muestra 2</th> <th style="padding: 5px;">Promedio</th> <th style="padding: 5px;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #00aaff; color: white; padding: 5px;">Modulo de Rotura</td> <td style="padding: 5px;">3,551</td> <td style="padding: 5px;">3,524</td> <td style="padding: 5px;">3,537</td> <td style="padding: 5px;">Mpa</td> </tr> </tbody> </table>			<b>Datos</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Datos</b>	<b>Muestra 2</b>	P=	46903	P=	46581,7	L=	598,9	L=	598,8	b=	198,5	b=	198,7	d=	199,6	d=	199,60	Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio		Modulo de Rotura	3,551	3,524	3,537	Mpa
<b>Datos</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Datos</b>	<b>Muestra 2</b>																													
P=	46903	P=	46581,7																													
L=	598,9	L=	598,8																													
b=	198,5	b=	198,7																													
d=	199,6	d=	199,60																													
Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio																													
Modulo de Rotura	3,551	3,524	3,537	Mpa																												
<b>Revisado por:</b>	Ing. ING. GASTON PROAÑO MSC.																															

Anexo 18. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: 280 kg/cm<sup>2</sup> y 30% de cuesco.

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b>																															
<b>DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION</b>																																
<b>TEMA:</b> ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.																																
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN																															
<b>NTE INEN 2554</b> <b>VIGA DE HORMIGÓN SIMPLE RESISTENCIA DISEÑO 280KG/CM2 - 30% CUESCO</b>																																
<p>NOTA: Si la fractura se produce en la superficie de traccion dentro del tercio de la luz libre. Calcular el modulo de rotura de la sigueine madera.</p> <p style="margin-left: 40px;">             R= Modulo de rotura, en Mpa              P= Carga maxima aplicada, indicada por la maquina de ensayo, en N              L= Luz libre, en mm              b= Promedio del ancho del especimen, en la fractura, en mm              d= Promedio del alto del especimen, en la fractura, en mm           </p> $R = \frac{P \times L}{b \times d^2}$ <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding-right: 20px;"><b>Datos</b></td> <td style="text-align: center; padding-right: 20px;"><b>Muestra 1</b></td> <td style="text-align: center; padding-right: 20px;"><b>Datos</b></td> <td style="text-align: center;"><b>Muestra 2</b></td> </tr> <tr> <td>P=</td><td style="text-align: center;">44011,3</td><td>P=</td><td style="text-align: center;">44031,7</td> </tr> <tr> <td>L=</td><td style="text-align: center;">598,5</td><td>L=</td><td style="text-align: center;">599,8</td> </tr> <tr> <td>b=</td><td style="text-align: center;">198,7</td><td>b=</td><td style="text-align: center;">198,7</td> </tr> <tr> <td>d=</td><td style="text-align: center;">199,5</td><td>d=</td><td style="text-align: center;">199,93</td> </tr> </table> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="font-size: small;">Descripcion</th> <th style="font-size: small;">Muestra 1</th> <th style="font-size: small;">Muestra 2</th> <th style="font-size: small;">Promedio</th> <th style="font-size: small;">Mpa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #00aaff; color: white;">Modulo de Rotura</td> <td style="text-align: center;">3,331</td> <td style="text-align: center;">3,325</td> <td style="text-align: center;">3,328</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			<b>Datos</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Datos</b>	<b>Muestra 2</b>	P=	44011,3	P=	44031,7	L=	598,5	L=	599,8	b=	198,7	b=	198,7	d=	199,5	d=	199,93	Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio	Mpa	Modulo de Rotura	3,331	3,325	3,328	
<b>Datos</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Datos</b>	<b>Muestra 2</b>																													
P=	44011,3	P=	44031,7																													
L=	598,5	L=	599,8																													
b=	198,7	b=	198,7																													
d=	199,5	d=	199,93																													
Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio	Mpa																												
Modulo de Rotura	3,331	3,325	3,328																													
<b>Revisado por:</b>	Ing. ING. GASTON PROAÑO MSC.																															

Anexo 19. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: 280 kg/cm<sup>2</sup> y 50% de cuesco.

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b>												
<b>DETERMINACIÓN DE LA REISTENCIA A LA FLEXION</b>													
<b>TEMA:</b> ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOMECHANICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL DE 28 MPA CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DEL FRUTO DE LA PALMA AFRICANA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN DIFERENTES PORCENTAJES.													
<b>TUTOR:</b> ING. GASTON PROAÑO MSC.	<b>TESISTAS:</b> MOREIRA WILMER-MANZABA CRISTHIAN												
<b>NTE INEN 2554</b> <b>VIGA DE HORMIGÓN SIMPLE RESISTENCIA DISEÑO 280KG/CM2 - 50% CUESCO</b>													
<p>NOTA: Si la fractura se produce en la superficie de traccion dentro del tercio de la luz libre. Calcular el modulo de rotura de la sigueine madera.</p> <p style="margin-left: 40px;">             R= Modulo de rotura, en Mpa              P= Carga maxima aplicada, indicada por la maquina de ensayo, en N              L= Luz libre, en mm              b= Promedio del ancho del especimen, en la fractura, en mm              d= Promedio del alto del especimen, en la fractura, en mm           </p> $R = \frac{P \times L}{b \times d^2}$													
<b>Datos</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Datos</b>	<b>Muestra 2</b>										
P=	44011,3	P=	44031,7										
L=	599,3	L=	598,8										
b=	198,7	b=	199,9										
d=	199,8	d=	199,60										
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="width: 15%;">Descripcion</th> <th style="width: 15%;">Muestra 1</th> <th style="width: 15%;">Muestra 2</th> <th style="width: 15%;">Promedio</th> <th style="width: 40%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #00aaff; color: white;">Modulo de Rotura</td> <td style="text-align: center;">3,326</td> <td style="text-align: center;">3,311</td> <td style="text-align: center;">3,318</td> <td style="text-align: center;">Mpa</td> </tr> </tbody> </table>				Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio		Modulo de Rotura	3,326	3,311	3,318	Mpa
Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio										
Modulo de Rotura	3,326	3,311	3,318	Mpa									
<b>Revisado por:</b>	Ing. ING. GASTON PROAÑO MSC.												