



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑOS DE HORMIGONES CON MATERIALES PREMEZCLADOS Y  
ANÁLISIS CON EL MÉTODO TRADICIONAL

AYLLON RAMON JUAN CARLOS  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2023



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑOS DE HORMIGONES CON MATERIALES  
PREMEZCLADOS Y ANALISIS CON EL METODO TRADICIONAL

AYLLON RAMON JUAN CARLOS  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2023



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

DISEÑOS DE HORMIGONES CON MATERIALES PREMEZCLADOS Y ANALISIS  
CON EL METODO TRADICIONAL

AYLLON RAMON JUAN CARLOS  
INGENIERO CIVIL

CABRERA GORDILLO JORGE PAUL

MACHALA, 27 DE FEBRERO DE 2023

MACHALA  
27 de febrero de 2023

# JUAN AYLLON

*por* Juan Ayllon

---

**Fecha de entrega:** 22-feb-2023 12:12p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2020541076

**Nombre del archivo:** JUAN\_AYLLON.docx (54.66K)

**Total de palabras:** 3652

**Total de caracteres:** 19193

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

El que suscribe, AYLLON RAMON JUAN CARLOS, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado DISEÑOS DE HORMIGONES CON MATERIALES PREMEZCLADOS Y ANALISIS CON EL METODO TRADICIONAL, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

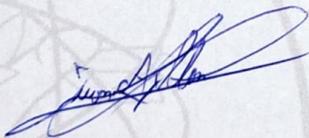
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

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

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

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

Machala, 27 de febrero de 2023



AYLLON RAMON JUAN CARLOS  
0707104519

# JUAN AYLLON

## INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Jose Carlos Mariategui Trabajo del estudiante	1%
2	edoc.pub Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ulvr.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	archive.org Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to UNILIBRE Trabajo del estudiante	<1%
9	www.eldestapeweb.com Fuente de Internet	

<1 %

10

Submitted to Universidad Catolica De Cuenca

Trabajo del estudiante

<1 %

11

helvia.uco.es

Fuente de Internet

<1 %

12

www.portoviejo.gob.ec

Fuente de Internet

<1 %

13

contrataciones-publico.sofse.gob.ar

Fuente de Internet

<1 %

14

pdfcookie.com

Fuente de Internet

<1 %

15

www.happyproperties.com.pa

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por guiarme y acompañarme en el transcurso de mi carrera profesional, a mi madre Luz Ramon por ser un apoyo fundamental y mi mayor motivación de esfuerzo que me ha ayudado a cumplir mis objetivos y sueños, a mis hermanos que siempre han estado apoyándome cuando he tenido tropiezos en mi carrera y motivándome para que continúe superándome, a mi esposa que ha estado presente siendo un apoyo incondicional y a mis compañeros de aula con los que hemos compartido conocimiento y experiencias que nos han ayudado a ser mejores profesionales.

A mi tutor el Ing. Civ. Paul Cabrera por ser guía en el presente trabajo y compartiendo sus conocimientos y experiencia de manera práctica y detallada, a los docentes y profesionales de la Facultad de Ingeniería Civil que han impartido sus cátedras de manera eficiente.

A la Facultad de Ingeniería Civil y a la Universidad Técnica de Machala junto a sus servidores y personal técnico que han sido de apoyo en la guía de ensayos realizados en el laboratorio de materiales para el presente trabajo

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación está dedicado a mi madre por ser el mayor apoyo, sustento y motivación para lograr culminar mis estudios como ingeniero civil, y haberme enseñado el valor del trabajo, el esfuerzo y dedicación.

A los estudiantes y profesiones que requieran el uso o guía técnica del presente trabajo, esperando que les sirva de ayuda y logren cumplir sus objetivos.

A Dios por siempre estar presente haciendo su voluntad y dándome fuerza para logra mi objetivo.

## RESUMEN

En la actualidad la práctica de la construcción y obras civiles realizadas por obreros y personal no calificado se vuelve más común, así como también los diseños empíricos en la preparación de mezclas de hormigón y la implementación de agregados premezclados de los cuales se desconoce sus propiedades físicas, estos agregados consisten en la mezcla de arena y grava con proporciones variables y gradación desconocida.

El presente trabajo tiene como alcance realizar un diseño óptimo de hormigones a partir de las proporciones que el material premezclado brinda, se tomara como base el método de diseño de hormigones del ACI y se ajustara a los lineamientos del agregado.

Para realizar estos diseños se debe conocer las propiedades físicas y mecánicas del agregado, por lo que se realizara ensayos en el material premezclado como es la granulometría, densidades, gravedad específica y peso volumétrico suelto y varillado, apegándose a las pautas que definen las NTE INEN y ASTM.

Y finalmente se realiza el ensayo de compresión simple para los hormigones diseñados a base de agregados premezclados, donde se determinará la resistencia a la compresión requerida en el diseño y obteniendo así un modelo de dosificación óptimo que garantice seguridad y calidad en la implementación de esta mezcla para la elaboración de elementos estructurales, y algún tipo de obra civil que lo requiera.

**Palabras claves:** Propiedades físicas de los agregados, Diseño de hormigones, Ensayo de agregados, Resistencia a la compresión, Agregados premezclados

## ABSTRACT

At present, the practice of construction and civil works carried out by workers and unqualified personnel becomes more common, as well as empirical designs in the preparation of concrete mixtures and the implementation of premixed aggregates whose physical properties are unknown., these aggregates consist of a mixture of sand and gravel with variable proportions and unknown gradation.

The scope of this work is to carry out an optimal design of concrete from the proportions that the premixed material provides, the ACI concrete design method will be taken as a basis and it will be adjusted to the guidelines of the aggregate.

To carry out these designs, the physical and mechanical properties of the aggregate must be known, so tests will be carried out on the premixed material such as granulometry, densities, specification gravity and loose and rod volumetric weight, adhering to the guidelines defined by the NTE INEN and ASTM.

And finally, the simple compression test is carried out for the concretes designed based on premixed aggregates, where the resistance to compression required in the design will be determined and thus obtaining an optimal dosage model that guarantees safety and quality in the implementation of this mixture. for the elaboration of structural elements, and some type of civil work that requires it.

**Keywords:** Physical properties of aggregates, Concrete design, Aggregate test, Compressive strength, Ready-mixed aggregates

## Contenido

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	I
<b>DEDICATORIA</b> .....	II
<b>RESUMEN</b> .....	III
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	VI
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	VII
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1. OBJETIVOS</b> .....	2
<b>1.1.1. Objetivo General</b> .....	2
<b>1.1.2. Objetivos Específicos</b> .....	2
<b>2. DESARROLLO</b> .....	3
<b>2.1. Fundamentación Teórica</b> .....	3
<b>2.1.1. Concreto</b> .....	3
<b>2.1.2. Cemento Portland</b> .....	3
<b>2.1.3. Agregados en la construcción</b> .....	4
<b>2.1.4. Agregado premezclado</b> .....	4
<b>2.1.5. Propiedades físicas de los agregados</b> .....	5
<b>2.1.6. Diseño de Hormigón</b> .....	5
<b>2.1.7. Fraguado del hormigón</b> .....	6
<b>2.1.8. Curado del Hormigón</b> .....	6
<b>2.1.9. Control de Obra</b> .....	6
<b>2.1.10. Resistencia a la compresión del hormigón</b> .....	7
<b>2.2. Caso práctico</b> .....	7
<b>2.2.1. Ubicación Geográfica de la zona de Estudio</b> .....	7
<b>2.2.2. Análisis Granulométrico</b> .....	8
<b>2.2.3. Densidades y porcentajes de absorción</b> .....	10
<b>2.2.4. Peso Volumétrico suelto y varillado</b> .....	13
<b>2.2.5. Diseño de hormigones por el método ACI</b> .....	14
<b>2.2.6. Ensayo de resistencia a la compresión</b> .....	20
<b>2.3. Análisis de los resultados</b> .....	21
<b>3. CONCLUSIONES</b> .....	22
<b>4. RECOMENDACIONES</b> .....	23
<b>5. BIBLIOGRAFIA</b> .....	24
<b>6. ANEXOS</b> .....	25
<b>6.1. ANEXO 1: FICHA TECNICA DEL CEMENTO HOLCIM</b> .....	25

<b>6.2.</b>	<b>ANEXO 2: ESQUEMA DE MODELOS TIPICOS DE FRACTURA NTE INEN</b>	<b>28</b>
<b>6.3.</b>	<b>ANEXO 3: ENSAYO DE GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS .....</b>	<b>29</b>
<b>6.4.</b>	<b>ANEXO 4: ENSAYO DE DENSIDAD Y ABSORCION DEL AGREGADO .....</b>	<b>31</b>
<b>6.5.</b>	<b>ANEXO 5: CALCULO DE DENSIDADES Y ABSORCION DEL PREMEZCLADO .....</b>	<b>33</b>
<b>6.6.</b>	<b>ANEXO 6: ENSAYO DE PESO VOLUMETRICO SUELTO Y VARILLADO</b>	<b>34</b>
<b>6.7.</b>	<b>ANEXO 7: MEMORIA DE CALCULO DEL DISEÑO DE HORMIGON .....</b>	<b>35</b>
<b>6.8.</b>	<b>ANEXO 8: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS PROBETAS .....</b>	<b>37</b>
<b>6.9.</b>	<b>ANEXO 9: MEMORIA FOTOGRAFICA.....</b>	<b>40</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

*Ilustración 1: Cemento Holcim Tipo GU.*

*Ilustración 2: Agregado Premezclado.*

*Ilustración 3: Ubicación Geográfica de la zona de estudio.*

*Ilustración 4: Distribución Normal de la Resistencia del Hormigón*

*Ilustración 5: Curva de Resistencia media y relación agua/cemento*

## ÍNDICE DE TABLAS

*Tabla 1: Requisitos de gradación para el árido grueso*

*Tabla 2: Requisitos para el árido Fino*

*Tabla 3: Masa mínima para la muestra de ensayo. Fuente:*

*Tabla 4: Tabla de desviación estándar en función del control*

*Tabla 5: Revenimientos Recomendados para tipos de construcción*

*Tabla 6: Requerimiento de agua y aire incluido en función del TMN*

*Tabla 7: Resumen de Resultados*

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los sectores claves para el desarrollo económico y social de una nación es la actividad de la construcción, ya que influye en diversas actividades técnicas en todas sus etapas, dando paso a la generación de empleo, inversiones y conexiones con el sector industrial que dan un gran aporte al PIB, integrando así en nuestra nación ecuatoriana uno de los ejes principales del Plan Nacional del Buen Vivir que es el derecho a una vivienda. [1]

A pesar de que la actividad de la construcción ha evolucionado considerablemente hasta la actualidad, los materiales siguen siendo los tradicionales como son los materiales pétreos, granulares como es en el caso del diseño de hormigones, ya que sus propiedades físicas brindan resistencia y durabilidad al concreto y también aporta la mayor parte en su volumen.

Sin embargo, en el contexto de resistencia, puede referirse a métodos de diseño que garantizan una resistencia considerable dependiendo del desempeño que se requiera como es el método del ACI, estos diseños están parametrizados por la dosificación de agregados, agua y cemento y se obtienen a través de las propiedades físicas de los agregados.

Uno de los problemas más conocidos en la práctica es la mala dosificación del diseño, y modelos empíricos que no garantizan una resistencia estable, así como es el uso de materiales premezclados que no cumplen con las normas y especificaciones técnicas locales, ni tampoco existen métodos de diseño como tal. [2]

El agregado premezclado que se comercializa en canteras, hace referencia a una mezcla de materiales granulares finos y gruesos como es la arena y grava, mezclados en proporciones variables dependiendo del sitio y graduados de manera empírica, este ha tomado popularidad en la práctica debido a su costo y operación.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo General**

Diseñar una mezcla de hormigón utilizando agregado premezclado empleando el método ACI y analizar la resistencia a la que fue diseñada por ensayos de resistencia a la compresión

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las propiedades físicas de los agregados mediante ensayos de laboratorio delimitados por la NTE INEN.
- Establecer una mezcla de hormigón por el método ACI para una resistencia requerida de  $210\text{kg/cm}^2$  utilizando agregados premezclados.
- Analizar la resistencia a la compresión del diseño propuesto mediante ensayos de compresión en cilindros saturados a los 7 días, 14 días y 28 días.
- Examinar la mezcla propuesta de hormigón con agregado premezclado en comparación a las mezclas tradicionales considerando los aspectos económicos y de resistencia.
- Considerar la influencia del agregado premezclado en las mezclas de hormigón para proponer una mejora del material de ser así el caso.

## 2. DESARROLLO

### 2.1. Fundamentación Teórica

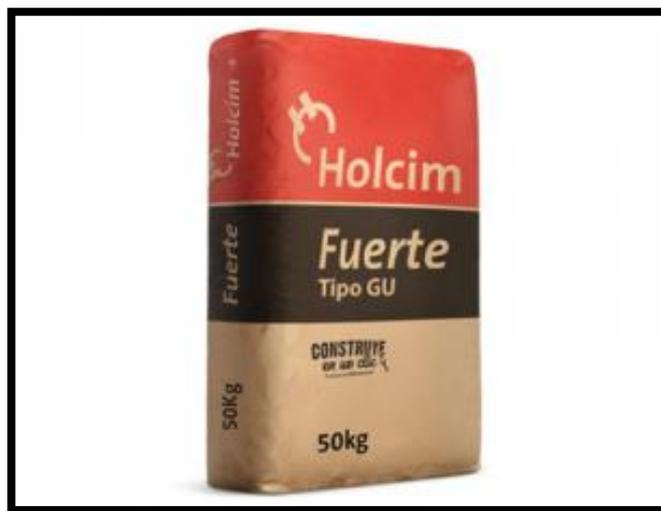
En este apartado se fundamentará de manera contextual ciertos temas técnicos que respaldan el desarrollo del trabajo práctico.

#### 2.1.1. Concreto

Es uno de los materiales más utilizados en el campo de la construcción debido a su resistencia a la compresión, a los efectos del agua y a su durabilidad a las condiciones ambientales de la zona, su geometría se ajusta a los requerimientos de la práctica ya que es un material moldeable en su primera etapa, se lo obtiene a través de la mezcla de cemento portland, grava triturada, arena y agua. [3]

#### 2.1.2. Cemento Portland

El cemento portland es un conglomerante hidráulico, artificial y naturaleza inorgánica, compuesto de silicatos y minerales como la Alita, Felita, Celita y Belita, se usa generalmente en combinación de agregados como arena y grava, que da como resultado una reacción conjunta con el agua de una mezcla moldeable que al secarse se convierte en una roca artificial, su densidad varía entre los 2.90 gr/cm<sup>3</sup> a 3.15 gr/cm<sup>3</sup> con un promedio de 3.05 gr/cm<sup>3</sup>. [4]



*Ilustración 1: Cemento Holcim Tipo GU. Fuente: Holcim*

### **2.1.3. Agregados en la construcción**

Son materiales naturales que provienen de la fragmentación de rocas, esta puede ser natural o artificial, conservando en ambos casos las propiedades físicas de densidad, textura y composición de la roca madre, estos materiales son granulares y se dividen en dos grupos: agregados finos y agregados gruesos.

Estos materiales establecen un elemento preciso en la composición del concreto hidráulico, ya que aporta entre el 65% al 85% del volumen total, fijando de esta manera un factor económico y de resistencia en el diseño de elementos estructurales en el campo de la construcción. [5]

### **2.1.4. Agregado premezclado**

Conocido también como preparado en el mercado de los productos pétreos, hace referencia a la mezcla de agregado fino como es la arena y agregado grueso como es la grava, sus fragmentaciones de partículas son obtenidas de manera natural o artificial, son mezclados en cantera con maquinaria y sus proporciones varían dependiendo del sitio, se utilizan para la mezcla de hormigones de manera empírica en la construcción de elementos estructurales y sus propiedades físicas no están bien definidas



*Ilustración 2: Agregado Premezclado. Fuente: Autor*

### **2.1.5. Propiedades físicas de los agregados**

El agregado del concreto debe consistir en partículas duras y densas (alta densidad), con una apropiada forma y textura, de buena graduación de tamaño. Los materiales pétreos a menudo están contaminados con limo, arcilla, humus y materia orgánica. Algunos de estos contienen un alto porcentaje de material liviano o partículas alargadas o planas que reducirían la calidad y resistencia del concreto, el agregado en la construcción debe cumplir con las normas técnicas de la localidad, como es el caso de la ASTM C-33. [6]

Las propiedades físicas que se analizan en el diseño de hormigones son la granulometría de finos y gruesos, pesos específicos, pesos unitarios y porcentajes de absorción, ya que son parámetros de diseño que interfieren en la resistencia y dosificaciones del concreto, así como también el porcentaje de agua necesario.

#### **Requisitos para el agregado grueso**

Este árido consta de arena fina de fragmentación natural o artificial, su granulometría debe regirse a la sección 5.1.2.1 de la norma NTE INEN 872 y no debe tener más del 45% de pasante en cualquier tamiz ni retenido en el sucesivo, su módulo de finura debe estar comprendido entre 2.3 y 3.1 y no debe poseer cantidades exageradas de impurezas orgánicas [7]

#### **Requisitos para el agregado fino**

Consiste en grava que puede ser o no triturada y bien graduado como corresponde a la tabla 2 de la norma NTE INEN 872 y no debe poseer sustancias perjudiciales superiores a los límites permitidos en la norma mencionada, esperando así un desempeño satisfactorio en el diseño del hormigón. [7]

### **2.1.6. Diseño de Hormigón**

Actualmente existen diversos métodos analíticos así como empíricos para definir el diseño de las mezclas de concreto, donde en su mayoría se basa en la experiencia obtenida en los años, no obstante estos resultados no siempre se ajustan a las condiciones locales ni a los materiales utilizados, dado así que los estudios de dosificaciones han evolucionados en métodos técnicos que se relacionan con el peso y volumen de los

materiales, teniendo como métodos principales el de Fuller, Bolomey y el del American Concrete Institute ACI. [8]

El método del ACI es el más utilizado en el campo de la construcción y se basa en la resistencia a la compresión del concreto, donde los parámetros granulométricos del agregado determinan una relación agua cemento que proyecta alcanzar cierta resistencia, posteriormente se procede a dosificar volumétricamente las cantidades de agregado grueso y fino de la mezcla, teniendo en cuenta el porcentaje de agua y aire en ésta. [9]

#### **2.1.7. Fraguado del hormigón**

Es el proceso que tiene una mezcla de hormigón al endurecerse y disminuir su plasticidad, esto ocurre cuando entra en contacto el agua con el cemento produciéndose una reacción química de tipo exotérmica que en un determinado tiempo alcanzara una rigidez final, a esto se le llama tiempo de fraguado. [10]

#### **2.1.8. Curado del Hormigón**

Es un proceso natural que experimenta el hormigón a través del cual empieza a desarrollar sus propiedades mecánicas con es la resistencia a la compresión cuando este ya está endurecido completamente, este proceso se da a consecuencia de la hidratación del cemento, la cual puede ser la humedad del ambiente o la saturación con agua de este. El curado del hormigón tiene mucha influencia en la resistencia a la compresión, donde a través de los años se han realizado diversos ensayos determinando así la resistencia máxima del hormigón a los 28 días en donde ya se ha hidratado en su totalidad y alcanza su máxima resistencia. [11]

#### **2.1.9. Control de Obra**

Es el seguimiento de calidad que trata de cumplir los requisitos de eficacia y códigos o normas de la localidad, ya que un hormigón de calidad depende de varios parámetros como es la dosificación, el tipo de mezclado, las propiedades de los agregados, transporte y curado. Este proceso se realiza en plantas que producen hormigón a gran escala, en obras civiles de menor tamaño y muy pocas veces o nunca en la práctica artesanal de la construcción. [12]

### 2.1.10. Resistencia a la compresión del hormigón

Es la carga máxima de compresión axial que alcanza una determinada sección del concreto hasta la falla, este valor es la medida de desempeño más común utilizado por los ingenieros civiles en el diseño de todo tipo de estructuras conocido como  $f'_c$ , para determinar esta resistencia se elaboran probetas cilíndricas de 15cm de diámetro por 30 cm de altura aproximadamente donde posteriormente se saturan para luego realizar ensayos de compresión a los 7, 14, 21 y 28 días generalmente se considera estándar donde el concreto alcanza el 100% de su resistencia. [13]

## 2.2. Caso práctico

En este apartado se desarrolla el trabajo práctico, para el cual se extrajo la muestra y se ejecutaron los ensayos de laboratorio necesarios:

1. Análisis Granulométrico
2. Densidades y porcentajes de absorción
3. Peso volumétrico Suelto y varillado
4. Diseño de hormigones por el método ACI
5. Ensayo de resistencia a la compresión

### 2.2.1. Ubicación Geográfica de la zona de Estudio.

Los agregados de la muestra que se utilizó son explotados de la cantera “Tuco León” ubicados en la Av. Azuay S/N Riberas Del Jubones Pasaje- El Oro, con las siguientes coordenadas UTM:

Este: 633436.22 m

Norte: 9633068.08 m



Ilustración 3: Ubicación Geográfica de la zona de estudio. Fuente: Google Earth

### **2.2.2. Análisis Granulométrico**

El ensayo se ejecutó en base a los lineamientos de la NTE INEN 696, consiste en la clasificación de los agregados por tamaños por medio de tamices de diferentes medidas y se expresa en porcentajes respecto a la masa total. Para este caso se utilizó material de la cantera “Tuco León”, la cual proviene de Pasaje, vía caña quemada debajo del puente.

#### **Equipo a utilizar**

- Maquina tamizadora eléctrica
- Juego de tamices cuadrados y redondos de diferentes diámetros
- Balanzas electrónicas con sensibilidad de 0.5 g en gruesos y 0.1 g en finos.
- Recipientes

#### **Procedimiento**

- Se tomo por cuarteo una muestra seca representativa de 5000g del material premezclado entre finos y gruesos.
- Se ubico los tamices en forma ascendente de la siguiente forma: 1 1/2”, 1”, 3/4”, 1/2”, 3/8”, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, ya que el material posee finos y gruesos se realizó una sola granulometría en general.
- Se coloco la muestra en la maquina tamizadora por dos minutos.
- Se procede a pesar el agregado retenido en cada tamiz, donde se obtuvo lo siguiente:

#### **Porción de agregado grueso del premezclado**

<b>N° Tamiz</b>	<b>Peso Retenido (g)</b>
1 1/2"	0
1"	31,92
3/4"	181,98
1/2"	1422,63
3/8"	504,81
N° 4	322,82

BC

0

**TOTAL(1)****2464,16**

Número de tamaño	Tamaño nominal (Tamices con aberturas cuadradas) (mm)	Porcentaje acumulado en masa que debe pasar cada tamiz de laboratorio (aberturas cuadradas)													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,36 mm	1,18 mm	300 µm
1	de 90 a 37,5	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	
2	de 63 a 37,5	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	
3	de 50 a 25,0	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	
357	de 50 a 4,75	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	---	0 a 5	---	---	
4	de 37,5 a 19,0	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	
467	de 37,5 a 4,75	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	---	
5	de 25,0 a 12,5	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	---	
56	de 25,0 a 9,5	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	---	
57	de 25,0 a 4,75	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5	---	
6	de 19,0 a 9,5	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	---	
67	de 19,0 a 4,75	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	
7	de 12,5 a 4,75	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	---	
8	de 9,5 a 2,36	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	de 9,5 a 1,18	---	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	
9 <sup>Δ</sup>	de 4,75 a 1,18	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	

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

*Tabla 1: Requisitos de gradación para el árido grueso Fuente: NTE INEN 872*

### Porción de agregado fino del premezclado

Nº Tamiz	Peso Retenido (g)
3/8"	0
Nº 4	0
Nº 8	20,21
Nº 16	381,31
Nº 30	642,36
Nº 50	1090,29
Nº 100	320,07
Nº 200	52,09
BC	18,91
<b>TOTAL(2)</b>	<b>2525,24</b>

Tamiz (NTE INEN 154)	Porcentaje que pasa
9,5 mm	100
4,75 mm	95 a 100
2,36 mm	80 a 100
1,18 mm	50 a 85
600 μm	25 a 60
300 μm	5 a 30
150 μm	0 a 10

Tabla 2: Requisitos para el árido Fino Fuente: NTE INEN 872

- $P_{AT} = 5000$  (g) → Peso antes del tamizado
- $P_{DT} = Total_1 + Total_2 = 4989.40$  (g) → Peso después del tamizado
- $\%Error = \left(\frac{P_{AT}-P_{DT}}{P_{AT}}\right) 100 = 0.21\%$  → Porcentaje de error
- $\%F = \left(\frac{Total_2}{P_{DT}}\right) 100 = 50.61\%$  → Porcentaje de finos
- $\%G = \left(\frac{Total_1}{P_{DT}}\right) 100 = 49.39\%$  → Porcentaje de gruesos

### 2.2.3. Densidades y porcentajes de absorción

Este ensayo se emplea en la determinación de la densidad promedio de una muestra de agregado, densidad relativa y absorción, para el caso del agregado premezclado se separarán las partículas de la muestra entre finos y grueso según los lineamientos de la NTE INEN 856 y 857, para posteriormente determinar la densidad promedio con respecto a los porcentajes de gruesos y finos.

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

Tabla 3: Masa mínima para la muestra de ensayo. Fuente: NTE INEN 857

#### Equipo a utilizar

- Balanzas electrónicas con sensibilidad de 0.5 g en gruesos y 0.1 g en finos.

- Picnómetro con medidas legibles dentro de  $\pm 0.1 \text{ cm}^3$
- Matraz con capacidad mínima de 55g
- Cono de absorción de arenas y compactador metálico con lineamientos en sus dimensiones según 5.2.4 de la NTE INEN 856
- Horno para áridos.
- Canasta para densidades de gravas con lineamientos en sus dimensiones según 5.2.2 de la NTE INEN 857
- Tanque de agua donde se pueda colocar la canasta suspendida y tomar mediciones con la balanza.

### Procedimiento para agregados finos

- Se utilizo una muestra de 2000g y se saturo completamente en agua y se dejó reposar durante 24 horas aproximadamente.
- Se procede a retirar el exceso de agua evitando la pérdida de finos y dejar reposar por 30 minutos en un recipiente
- Posteriormente se requiere que la muestra tenga una humedad superficial, para ello se utilizara el cono de absorción de arenas y se lo llena compactando con 25 golpes ligeros en tres capas, se repite este proceso hasta cuando al retirar el molde este se desmorone suavemente, es un indicador que ha alcanzado el estado de humedad superficial
- Se utiliza una muestra de 500g aproximadamente y se introduce en el picnómetro parcialmente lleno de agua y se retiran las burbujas de aire con pequeños golpes.
- Se determina la masa del picnómetro, muestra de agregado y agua.
- Se procede a retirar el agregado y se seca en el horno durante 24 horas, enfriar una hora y determinar su masa.

### Cálculos

- $A = 179.83 \text{ (g)}$  → Peso del picnómetro
- $B = 798.35 \text{ (g)}$  → Peso del recipiente
- $C = 1298.35 \text{ (g)}$  → Peso del recipiente + agregado sss
- $D = 500.00 \text{ (g)}$  → Peso del agregado sss
- $E = 1261.07 \text{ (g)}$  → Peso del recipiente + agregado seco
- $F = E - B = 462.72 \text{ (g)}$  → Peso del agregado seco

- $G = 696.95 \text{ (g)}$  → Peso del picnómetro + agua
- $H = 992.83 \text{ (g)}$  → Peso del picnómetro + agua + agregado sss
- $I = (D + G) - H = 204.12 \text{ (cm}^3\text{)}$  → Volumen de la muestra
- $D_{sss} = D/I = 2.450 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  → Densidad del agregado sss
- $D_{masa} = F/I = 2.267 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  → Densidad del agregado masa
- $D_{ap} = F/(I - (D - F)) = 2.773 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  → Densidad del agregado aparente
- $Abs\% = ((D - F)/F) \cdot 100 = 8.057\%$  → Porcentaje de absorción

- **Procedimiento para agregados gruesos**

- Se tomo una muestra seca de 2000g aproximadamente y se lo procede a sumergir en agua durante 24 horas
- Se procede a retirar la grava y se la seca superficialmente reposando sobre una franela.
- Se pesa el material superficialmente seco
- Se pesa la canastilla
- Se llena el tanque de agua hasta lograr sumergir la canasta y pesarla vacía y con la muestra, con la diferencia de estos pesos se obtiene el peso del material sumergido
- Se seca la muestra en el horno durante 24 horas y pesar después de enfriar a temperatura ambiente.

### Cálculos

- $P_1 = 792.80 \text{ (g)}$  → Peso del recipiente
- $P_2 = 2000.10 \text{ (g)}$  → Peso del recipiente + agregado sss
- $P_3 = 1982.50 \text{ (g)}$  → Peso del recipiente + agregado seco
- $P_4 = 1070.10 \text{ (g)}$  → Peso de la canastilla sumergida
- $P_5 = 1830.50 \text{ (g)}$  → Peso de la canastilla + agregado sumergido
- $A = P_2 - P_1 = 1207.30 \text{ (g)}$  → Peso del agregado sss
- $B = P_5 - P_4 = 760.40 \text{ (g)}$  → Peso del agregado sumergido
- $C = A - B = 446.90 \text{ (cm}^3\text{)}$  → Volumen de la muestra
- $D = P_3 - P_1 = 1189.70 \text{ (g)}$  → Peso del agregado seco
- $D_{sss} = A/C = 2.701 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  → Densidad del agregado sss

- $D_{masa} = D/C = 2.662 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  → Densidad del agregado masa
- $D_{ap} = D/(D - B) = 2.771 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  → Densidad del agregado aparente
- $Abs\% = ((A - D)/D) \cdot 100 = 1.479\%$  → Porcentaje de absorcion

### **Cálculo de la densidad del agregado premezclado**

- $w = 5000 \text{ (g)}$  → Peso de la muestra
- $\%F = 50.61\%$  → Porcentaje de finos
- $\%G = 49.39\%$  → Porcentaje de gruesos
- $D_A = 2.267 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  → Densidad de la arena
- $D_G = 2.662 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  → Densidad de la grava
- $P_A = \%F \cdot w = 2530.50 \text{ (g)}$  → Peso de la arena
- $P_G = \%G \cdot w = 2469.50 \text{ (g)}$  → Peso de la grava
- $V_A = P_A/D_A = 1116.23 \text{ (cm}^3\text{)}$  → Volumen de la arena
- $V_G = P_G/D_G = 927.69 \text{ (cm}^3\text{)}$  → Volumen de la grava
- $D_P = w/(V_A + V_G) = 2.446 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  → Densidad del premezclado
- $D_{SSS} = \frac{\%F \cdot D_{SSS_{finos}} + \%G \cdot D_{SSS_{gruesos}}}{100} = 2.574 \left( \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$  → Densidad sss del premezclado

### **Cálculo del porcentaje de absorción del agregado premezclado**

- $\%F = 50.61\%$  → Porcentaje de finos
- $\%G = 49.39\%$  → Porcentaje de gruesos
- $Abs_F\% = 8.057\%$  → Porcentaje de absorcion del agregado fino
- $Abs_G\% = 1.479\%$  → Porcentaje de absorcion del agregado grueso
- $Abs\%_P = \left( \frac{\%F \cdot Abs_F\%}{100} \right) + \left( \frac{\%G \cdot Abs_G\%}{100} \right) = 4.808\%$
- Porcentaje de absorcion del premezclado

### **2.2.4. Peso Volumétrico suelto y varillado**

En los controles de obra se debe tener consideraciones de humedad en los agregados, y verificarlos periódicamente ya que si la mezcla se presenta demasiado seca se debe incorporar plastificante, bajo este contexto se puede decir que es de gran importancia controlar la relación masa volumen y masa unitaria en condiciones seca.

#### **Equipos:**

- Balanza con 0.1% de precisión

- Varilla de compactación
- Moldes cilíndrico metálico

**Procedimiento para el peso volumétrico suelto:**

- Determinar los volúmenes de los recipientes
- Colocar el material premezclado hasta llenarlo sin que queden espacios.
- Luego se procede a pesar el molde con el agregado y registramos la medida

**Procedimiento para el peso volumétrico varillado:**

- Determinar los volúmenes de los recipientes
  - Colocar el material premezclado hasta un tercio y compactar con varilla con 25 golpes.
  - Se repite el proceso con dos tercios del material premezclado
  - Se termina usando el mismo proceso con el molde completamente lleno y enrasar.
  - Luego se procede a pesar el molde con el agregado y registramos la medida
- Cálculos: Anexo 6

**2.2.5. Diseño de hormigones por el método ACI**

Se refiere a la determinación de la mezcla de hormigón, con la dosificación de cemento, agregado y agua que cumpla con una resistencia a la compresión predefinida y que posea propiedades de producción a bajo costo.

Generalmente el uso del agregado premezclado se implementa en elementos estructurales en la práctica, por lo que según el reglamento de la NEC-SEHM 3.3.1 se requiere como mínimo utilizar hormigones de 21 MPa o aproximadamente 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Procedimiento**

- Se determina la desviación estándar para la resistencia del hormigón en base a los niveles de control en obra, para este caso se considera un control de calidad deficiente debido a que es un árido granular poco común y su proporción de finos y gruesos no es correctamente balanceado, lo que corresponde a una desviación estándar de:

TIPO DE CONTROL	DESVIACION ESTANDAR $\sigma$
Muy Bueno	0.07fm
Bueno	0.14fm
Regular	0.21fm
Deficiente	0.28fm

Tabla 4: Tabla de desviación estándar en función del control Fuente: ACI 214-77

$$\sigma = 0.28fm$$

- Se determina la resistencia media con un porcentaje probabilístico del 5% que pueden alcanzar resistencias menores a la requerida en una distribución normalizada, la cual se obtiene con la expresión de:

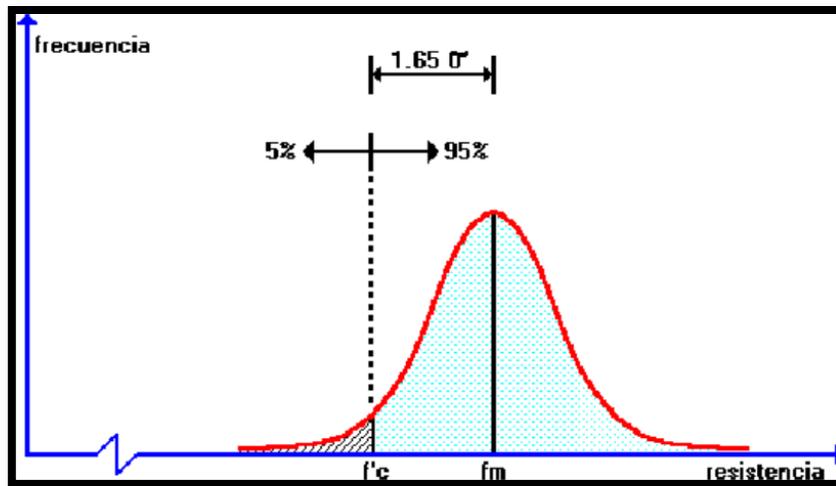


Ilustración 4: Distribución Normal de la Resistencia del Hormigón Fuente: ICPA

$$f'c = fm - 1.65\sigma$$

$$fm = \frac{f'c}{0.54}$$

$$fm = 388.89 \text{ kg/cm}^2$$

- Posteriormente se calcula la cantidad de agua requerida para un metro cúbico de hormigón y el porcentaje de aire que contendrá en función del tamaño máximo nominal obtenido en la granulometría y del revenimiento, el revenimiento mínimo en elementos estructurales es de 25 mm, por lo que en este caso se utilizara un revenimiento de 30mm.

Tipos de construcción	Revenimientos (cm.)	
	Máximo ( * )	Mínimo
Muros y zapatas de cimentación de concreto reforzado	8	2
Zapatas de concreto simple, cajones y muros de sub-estructuras sencillos	8	2
Vigas, columnas, y muros reforzados para edificios	10	2
Pavimentos y losas	8	2
Concreto masivo	5	2

Tabla 5: Revenimientos Recomendados para tipos de construcción Fuente: ACI 211

$$TMN = 1''$$

$$Rev = 30mm$$

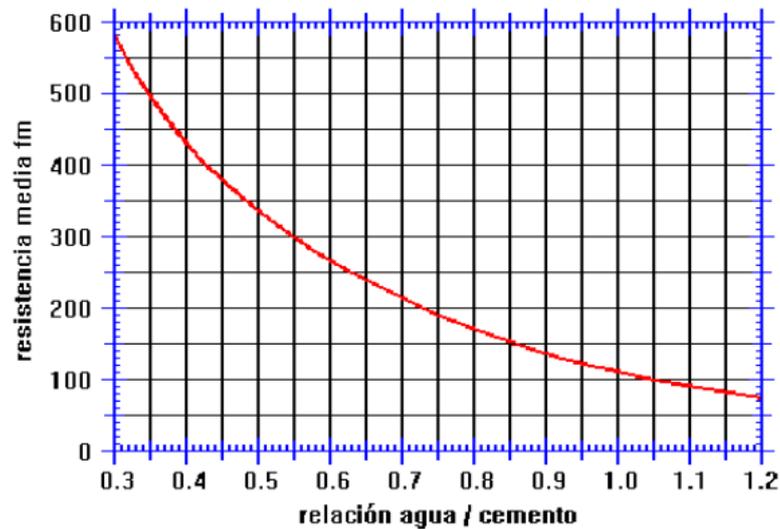
Revenimiento ( cm. )	Agua en kg/m3 de concreto para los tamaños máximos nominales en mm. (pulg.)						
	10 (3/8")	12.5 (1/2")	20 (3/4")	25 (1")	40 (1 1/2")	50 (2") *	75 (3") *
<b>Concreto sin aire incluido</b>							
3 a 5	205	200	185	180	160	155	145
8 a 10	225	215	200	195	175	170	160
15 a 18	240	230	210	205	185	180	170
Cantidad aproximada de aire atrapado en concreto sin aire incluido: ( % )							
	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3
<b>Concreto con aire incluido</b>							
3 a 5	180	175	165	160	145	140	135
8 a 10	200	190	180	175	160	155	150
15 a 18	215	205	190	185	170	165	160
Promedio recomendado de contenido total de aire ( % )							
Exposición:							
Ligera	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5 **
moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5 **
Severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5 **

Tabla 6: Requerimiento de agua y aire incluido en función del TMN Fuente: ACI 211

$$a = 180 \text{ kg} \rightarrow \text{Cantidad de agua obtenido de la tabla 6.3.1 del ACI}$$

$$\%A = 1.5 \% \rightarrow \text{Porcentaje de aire atrapado}$$

Se determina la relación agua/cemento de la mezcla estimada en este caso del libro Propiedades del Concreto de AM Neville, para este caso se analiza con la resistencia fm.



*Ilustración 5: Curva de Resistencia media y relación agua/cemento Fuente: Propiedades del Concreto de A. M. Neville*

$$a/c = 0.45$$

- Se determina la cantidad de cemento requerido para un metro cubico de hormigón

$$a/c = 0.45$$

$$c = \frac{a}{0.45} = \frac{180 \text{ kg}}{0.45}$$

$$c = 400 \text{ kg}$$

- Generalmente se procede a determinar la cantidad de agregado grueso requerido, pero en este caso el agregado que se tiene es premezclado por lo que se procede a determinar la cantidad de volumen requerido de premezclado

$$\text{Volumen del cemento} = \frac{c}{\rho_c} = \frac{400 \text{ kg}}{3005 \text{ kg/m}^3} = 0.133 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del agua} = \frac{a}{\rho_a} = \frac{180}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.18 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del aire} = \%A \cdot 1\text{m}^3 = 0.015 \cdot 1\text{m}^3 = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del premezclado} = 1\text{m}^3 - V_{\text{cemento}} - V_{\text{agua}} - V_{\text{aire}} = 0.672 \text{ m}^3$$

- Se determina el peso en kg de los materiales para un metro cubico de hormigón

$$\text{Peso del cemento} = 400 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del agua} = 180 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del premezclado Dsss} = \frac{0.672 \text{ m}^3}{2573.74 \text{ kg/m}^3} = 1729.55 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Total} = 2309.55 \text{ kg}$$

- Es necesario conocer la dosificación del agregado en base a un saco de cemento por lo que se determino la cantidad necesaria de agregado para un saco de 50kg, para ello se obtuvo el producto del material en kg para un metro cubico por la relación del cemento para un metro cubico sobre un saco de cemento

$$\text{Coeficiente para 1 saco de cemento (50kg), } C = \frac{\text{Peso del cemento}}{50 \text{ kg}} = 8$$

Cantidades en peso para un saco de cemento:

$$\text{Cemento} = \frac{\text{Peso del cemento}}{C} = 50 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{Peso del agua}}{C} = 22.50 \text{ kg}$$

$$\text{Premezclado Dsss} = \frac{\text{Peso del premezclado Dsss}}{C} = 216.19 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Total} = 288.69 \text{ kg}$$

- En las obras civiles se utiliza comúnmente las parihuelas como armazón para dosificar el material y transportar a una concretera, tiene como característica que en una parihuela cabe exactamente un saco de cemento en condición de volumen suelto y tiene medidas estándar de 40 cm de ancho por 40 cm de largo y 20 cm de profundidad, para ello es importante tener una dosificación en base a estas parihuelas en condición de volumen suelto.

Cantidades de volumen suelto para un saco de cemento:

$$\text{Cemento (1 parihuela)} = (0.4 \cdot 0.4 \cdot 0.2) \text{ m}^3 = 0.032 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 22.50 \text{ kg} = 22.50 \text{ Litros}$$

$$\text{Premezclado} = \frac{\text{Premezclado Dsss}}{PVS} = 0.141 \text{ m}^3$$

Cantidad de parihuelas de premezclado para 0.141 m<sup>3</sup>:

$$N_{parihuelas} = \frac{0.134 \text{ m}^3}{(0.4 \cdot 0.4 \cdot 0.2) \text{ m}^3} = 4.40$$

Resumiendo, los cálculos se tienen que para el diseño de un hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup> se requiere la siguiente dosificación:

1 saco de cemento	50.00 kg
Agua	22.50 Litros
Premezclado	4.40 Parihuelas

### 2.2.6. Ensayo de resistencia a la compresión

El ensayo se desarrollará según los lineamientos y especificaciones de la NTE INEN 1573, consiste en la aplicación de compresión axial a través de una carga a los cilindros de hormigón hasta alcanzar el fallo, para luego proceder a dividir la carga alcanzada para el área transversal de la probeta.

#### Procedimiento:

-Se realizarán suficientes probetas cilíndricas con la dosificación indicada para realiza ensayos a los 7, 14 y 28 días, para este caso se realizaron 8 probetas con las dimensiones siguientes:

$$D = 15 \text{ cm}$$

$$H = 30 \text{ cm}$$

$$A_T = 176.71 \text{ cm}^2$$

$$V = 5301.44 \text{ cm}^3$$

-Se realiza el ensayo a las probetas de concreto curado en húmedo inmediatamente después de retirarlos a los 7, 14 y 28 días.

- Se aplica la carga de compresión hasta que la lectura marque el fallo o cuando el hormigón se fisure considerablemente, se registra la carga máxima aplicada y el tipo de fisuramiento que ha presentado la probeta.

#### Cálculos:

- $L/D = 2$  → Relacion Longitud / Diametro  $> 1.75$
- $f'_{c7} = \frac{C}{A_T} = 139.30 \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$  → Resistencia a la compresión a los 7 dias
- $f'_{c14} = \frac{C}{A_T} = 182.90 \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$  → Resistencia a la compresión a los 14 dias
- $f'_{c28} = \frac{C}{A_T} = 215.30 \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$  → Resistencia a la compresión a los 28 dias

### 2.3. Análisis de los resultados

#### Granulometría de porcentaje gruesos:

**TAMIZ            % Que Pasa**

**Pulg.**

1 1/2"	100
1"	99
3/4"	91
1/2"	34
3/8"	13
Nº 4	0

#### Granulometría de porcentaje Finos:

**TAMIZ            % Que Pasa**

**Pulg.**

3/8"	100
Nº 4	100
Nº 8	99
Nº 16	84
Nº 30	59
Nº 50	15
Nº 100	3

<b>Porcentaje de agregado grueso</b>		49.39	%
<b>Porcentaje de agregado Finos</b>		50.61	%
<b>Densidad del premezclado</b>		2.446	g/cm <sup>3</sup>
<b>Densidad aparente del premezclado</b>		2.772	g/cm <sup>3</sup>
<b>Densidad sss del premezclado</b>		2.574	g/cm <sup>3</sup>
<b>Porcentaje de absorción</b>		4.808	%
<b>Peso volumétrico suelto del premezclado</b>		1536.10	kg/m <sup>3</sup>
<b>Peso volumétrico varillado del premezclado</b>		1743.20	kg/m <sup>3</sup>
<b>Diseño de hormigón</b>	<b>Cemento</b>	50.00	Kg (1 saco)
	<b>Agua</b>	22.50	Litros
	<b>Premezclado</b>	4.40	Parihuelas
<b>Resistencia a la compresión a los 7 días</b>		139.30	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a la compresión a los 14 días</b>		182.90	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a la compresión a los 28 días</b>		215.30	kg/cm <sup>2</sup>

Tabla 7: Resumen de Resultados Fuente: Autor

### 3. CONCLUSIONES

En referencia a los agregados premezclados utilizados en el diseño se puede concluir que cumple con la granulometría requerida según la NTE INEN y ASTM C33 definiéndolos como agregados bien graduados con propiedades físicas de buen desempeño, sin embargo la proporción entre finos y gruesos no es muy adecuada, ya que se espera tener un porcentaje de agregados gruesos mayor la de los finos, ya que estos agregados son muy usuales en la construcción de elementos estructurales y se espera alcanzar grandes resistencias.

Con respecto al diseño del hormigón con agregado premezclado podemos definir que el método ACI se puede ajustar para el análisis, sin embargo, se debe considerar una resistencia media mucho mayor a la que se estima considerando una desviación estándar que se ajuste al control de calidad.

Se logro alcanzar la resistencia a la compresión requerida mediante el diseño con agregados premezclados, sin embargo, el porcentaje que hay entre los agregados finos y gruesos presenta un problema, ya que no es un agregado que este normalizado mediante alguna especificación técnica, por lo que se requiere considerar estos aspectos al momento de dosificar un hormigón, ya que esta proporción puede ser variable en diferentes canteras.

A pesar de que se logro alcanzar la resistencia requerida del hormigón con los agregados premezclados, se necesitó un numero mayor de sacos de cemento a los que se consideran habitualmente para alcanzar dicha resistencia que es de 7 sacos aproximadamente por lo que económicamente no es recomendable utilizar este agregado para la fabricación de elementos estructurales, sin embargo, se podría utilizar para otros elementos que requieran menor resistencia como rellenos o replantillos.

El agregado premezclado analizado en el presente trabajo tiene un porcentaje de agregado fino mayor al agregado grueso, siendo este el principal problema de que se requería mayor cantidad de cemento para alcanzar la resistencia requerida, en base a esto se requiere una mejora en la proporción de agregado grueso mayores al 60% y el restante de fino por parte del proveedor, para tener un agregado premezclado optimo en base a la resistencia requerida en elementos estructurales y el ámbito económico.

#### **4. RECOMENDACIONES**

- Realizar diseños de hormigones con diferentes métodos esperando alcanzar resultados óptimos.
- Incluir un análisis de precios unitario para comparar la viabilidad del diseño en el ámbito económico.
- Comparar ensayos de agregados premezclados de distintas canteras para conseguir una desviación estándar de estos agregados.
- Ensayar probetas de hormigón con diferentes relaciones de agua/cemento hasta alcanzar la máxima resistencia que brinda estos diseños.
- Proponer un porcentaje máximo de finos permitidos en los agregados premezclados.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] A. Camardiel, M. Vásquez y G. Ramírez, «Una propuesta para la construcción de un índice sintético de pobreza,» *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, vol. VI, nº 1, pp. 122-127, 2017.
- [2] J. L. Chan Yam, R. Solís Carcaño y É. I. Moreno, «Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto,» *Ingeniería*, vol. VII, nº 2, pp. 39-40, 2003.
- [3] R. G. Solís Carcaño y M. Á. Alcocer Fraga, «“Durabilidad del concreto con agregados,» *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol. XX, nº 4, pp. 2-3, 2019.
- [4] J. C. Restrepo Gutierrez , O. J. Restrepo Baena y J. I. Tobon , «Efectos de la adición de metacaolín en el cemento pórtland,» *Dyna*, vol. 73, nº 150, pp. 131-141, 2006.
- [5] O. Palacio Leon , Á. Chávez Porras y Y. Velásquez Castiblanco, «EL CONCRETO Y OTROS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN,» *Tecnura*, vol. 21, nº 53, pp. 96-106, 2003.
- [6] L. J. Aroche y S. R. Girón, «Estudios de calidad de agregados para concreto (en Guatemala), aplicando las normas ASTM C-33, C-131, C-295 y C-289,» *Boletín Geológico y Minero*, vol. IV, nº 117, pp. 688-689, 2006.
- [7] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, «NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 872,» Quito, 2011.
- [8] M. Suárez Pereira y F. D. Peña Fabiani, «Determinación de la distribución de probabilidades de los componentes de mezclas de concreto,» *Gaceta Técnica*, vol. 22, nº 1, pp. 3-30, 2020.
- [9] J. Garcia Pérez, «Diseño de hormigones dirigido a la aplicación,» Universidad Politecnica de Cataluña, Cataluña, 2004.
- [10] M. Aníbal, . S. Ronald y . M. Nelson, «Desarrollo de un modelo computacional para predecir la composición de la pasta de cemento durante el proceso de fraguado,» *Ingeniería y Desarrollo*, nº 22, pp. 54-67, 2007.
- [11] R. Solís Carcaño y E. Moreno, «Influencia del curado húmedo en la resistencia a compresión del concreto en clima cálido subhúmedo,» *Ingeniería*, vol. 9, nº 3, pp. 6-7, 2005.
- [12] I. N. Vidaud Quintana, Z. P. Frómeta Salas y E. d. J. Vidaud Quintana, «CONTROL DE CALIDAD EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN EN ZONAS DE ELEVADO PELIGRO SÍSMICO,» *Ciencia en su PC*, vol. 1, nº 4, pp. 75-76, 2019.
- [13] N. Hernández, «Efecto del curado sobre un concreto de resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>,» *INGENIERÍA UC*, vol. 17, nº 3, pp. 92-96, 2010.

## 6. ANEXOS

### 6.1. ANEXO 1: FICHA TECNICA DEL CEMENTO HOLCIM

# CEMENTO Holcim Fuerte



### Descripción

El cemento **Holcim Fuerte, Tipo GU**, es un cemento hidráulico desarrollado con la más alta tecnología, innovación y reducción del 30% de emisiones de CO<sub>2</sub>, cuenta con el sello de calidad **INEN** certificando un proceso de producción con altos estándares y calidad en estricto cumplimiento de la normativa vigente **NTE INEN 2380:2011**.

**Holcim Fuerte** está diseñado para concretos, morteros y todo tipo de obras de construcción general, asegurando mezclas más trabajables, más rendidoras y con menor tendencia a la fisuración.



## Usos

El cemento **Holcim Fuerte, Tipo GU**, es un cemento hidráulico desarrollado con la más alta tecnología, innovación y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, cuenta con el sello de calidad **INEN**

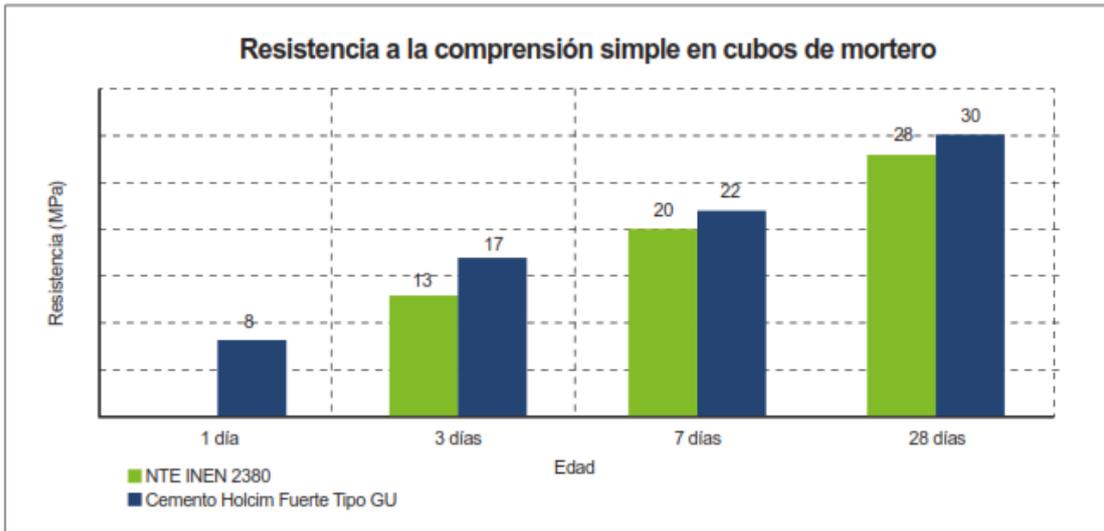
- Concretos estructurales como: losas, columnas, plintos, vigas, riostras, cadenas.
- Producción de elementos prefabricados.
- Vías y pavimentos.
- Mortero para nivelación de pisos.
- Elaboración de morteros para mampostería: enlucido y pegado de bloques.
- Fabricación de mortero para pegar piezas de porcelanato/cerámica.
- Trabajos de albañilería en general.

## Beneficios

- Mejora la trabajabilidad de las mezclas.
- Reduce la segregación y la exudación.
- Reduce el calor de hidratación y la tendencia a la fisuración.
- Buen desempeño de fraguado.
- Resistencia adecuada, desempeño uniforme.

## Datos técnicos

	<b>INEN 2380</b>	<b>Valor referencial HOLCIM</b>
Cambio de longitud por autoclave, % máximo	0.8	0
Tiempo de fraguado, método de Vicat		
Inicial, no menos de, minutos	45	45
Inicial, no más de, minutos	420	151
Contenido de aire mortero, en volumen, %	---	4
Resistencia a la compresión, mínimo MPa		
1 día	---	---
3 días	13	17
7 días	20	22
28 días	28	30
Expansión en barras de mortero 14 días, % máx.	0.02	0.001
Resistencia a sulfatos, 6 meses	---	---



\*Valores referenciales promedios de la producción

## Sostenibilidad



La Planta de producción de **cemento Guayaquil**, cuenta con la certificación internacional de abastecimiento responsable **Concrete Sustainability Council nivel Gold**, esto valida prácticas empresariales, de protección al ambiente y participación de la comunidad.

Válido en los sistemas internacionales para evaluar la sostenibilidad de edificios:

**LEED, BREEAM y DGNB.**

Más información: [csc.eco](http://csc.eco) 675-CSC21-2021

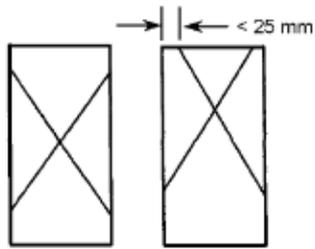


Las Plantas de producción de **cemento Guayaquil** y Latacunga cuentan con la certificación **Punto Verde "Empresa Ecoeficiente"**, otorgada por la autoridad ambiental gubernamental del Ecuador, valida prácticas de **Producción Más Limpia** y nuestro compromiso con el cuidado de recursos naturales.

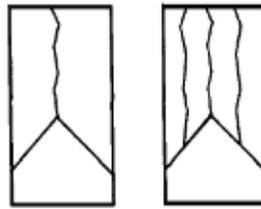


Al emplear nuestras soluciones ecoamigables como Holcim Fuerte, contribuimos juntos a la conservación del medio ambiente, la etiqueta verde de nuestro producto muestra el fuerte compromiso que tenemos para cuidar el planeta y a las personas. **Holcim Fuerte** ha sido desarrollado con un 30% de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

**6.2. ANEXO 2: ESQUEMA DE MODELOS TIPICOS DE FRACTURA NTE INEN 1573**



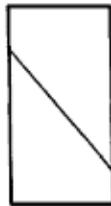
Tipo 1  
Conos en ambos extremos razonablemente bien formados, fisuras a través de la cabecera menor a 25 mm



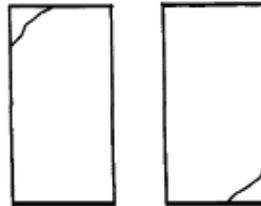
Tipo 2  
Cono bien formado en uno de los extremos, fisuras verticales que recorren a través de la cabecera, cono no muy definido en el otro extremo.



Tipo 3  
Fisura vertical columnar a través de ambos extremos, conos no muy definidos.



Tipo 4  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los bordes; golpear con un martillo para distinguir del Tipo 1



Tipo 5  
Fracturas a los lados, en el extremo superior o en el fondo (ocurren comúnmente cuando se ensaya con neoprenos)



Tipo 6  
Similar al Tipo 5, pero el extremo del cilindro está en punta

### 6.3. ANEXO 3: ENSAYO DE GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS



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



#### LABORATORIO DE HORMIGON

#### ENSAYO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO PREMEZCLADO

**PROYECTO:** DISEÑOS DE HORMIGONES CON MATERIALES PREMEZCLADOS Y ANALISIS CON EL METODO TRADICIONAL

**ESTUDIANTE:** JUAN CARLOS AYLLON RAMON

**TUTOR:** ING. CIV. PAUL CABRERA GORDILLO, Mgs

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

**ORIGEN:** Cantera "Tucu Leon"

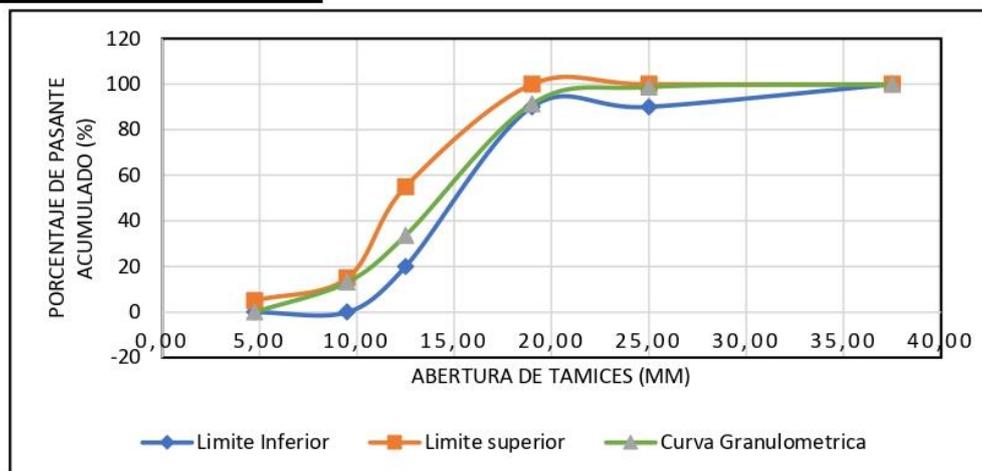
**FECHA:** 5/1/2023

#### AGREGADO PREMEZCLADO

Masa Total de la Muestra: 5000 g

Masa Parcial de la Muestra de Gruesos: 2464,16 g

N° Tamiz	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)	Limites Especificos	
					MIN	MAX
1 1/2"	0	0,00	0,00	100	100	100
1"	31,92	1,30	1,30	99	90	100
3/4"	181,98	7,39	8,68	91	90	100
1/2"	1422,63	57,73	66,41	34	20	55
3/8"	504,81	20,49	86,90	13	0	15
N° 4	322,82	13,10	100,00	0	0	5
BC	0	0,00	100,00	0	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>2464,16</b>			<b>100,00</b>		
<b>TMN</b>	<b>1"</b>					
<b>MF</b>	<b>3,63</b>					





**LABORATORIO DE HORMIGON**

**ENSAYO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO PREMEZCLADO**

**PROYECTO:** DISEÑOS DE HORMIGONES CON MATERIALES PREMEZCLADOS Y ANALISIS CON EL METODO TRADICIONAL

**ESTUDIANTE:** JUAN CARLOS AYLLON RAMON

**TUTOR:** ING. CIV. PAUL CABRERA GORDILLO, Mgs

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

**ORIGEN:** Cantera "Tuco Leon"

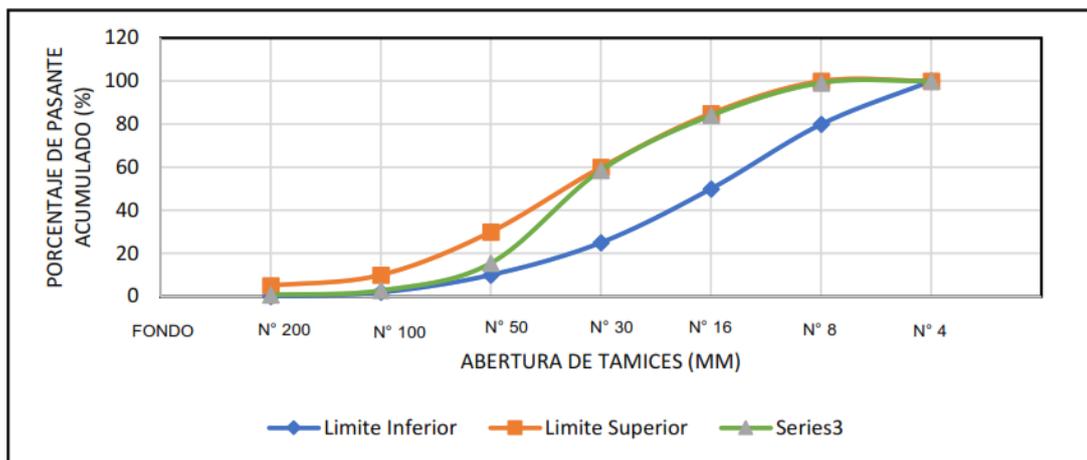
**FECHA:** 5/1/2023

**AGREGADO PREMEZCLADO**

**Masa Total de la Muestra:** 5000 g

**Masa Parcial de la Muestra de Finos** 2525,24 g

N° Tamiz	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)	Limites Especificos	
					MIN	MAX
N° 4	0	0	0,00	100	100	100
N° 8	20,21	0,80	0,80	99	80	100
N° 16	381,31	15,10	15,90	84	50	85
N° 30	642,36	25,44	41,34	59	25	60
N° 50	1090,29	43,18	84,51	15	10	30
N° 100	320,07	12,67	97,19	3	2	10
N° 200	52,09	2,06	99,25	1	0	5
BC	18,91	0,75	100,00	0	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>2525,24</b>			<b>100,00</b>		
<b>MF</b>	<b>3,39</b>					



#### 6.4. ANEXO 4: ENSAYO DE DENSIDAD Y ABSORCION DEL AGREGADO



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



#### LABORATORIO DE HORMIGON

#### ENSAYO DE DENSIDAD ESPECÍFICA Y PORCENTAJE DE ABSORCION DE LOS AGREGADO FINOS

**PROYECTO:** DISEÑOS DE HORMIGONES CON MATERIALES PREMEZCLADOS Y ANALISIS CON EL METODO TRADICIONAL

**ESTUDIANTE:** JUAN CARLOS AYLLON RAMON

**TUTOR:** ING. CIV. PAUL CABRERA GORDILLO, Mgs

**NORMA:** NTE INEN 857: (ASTM C-127)

**ORIGEN:** Cantera "Tuco Leon"

**FECHA:** 5/1/2023

**MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 4 Y ES RETENIDO EN EL TAMIZ N° 200**

DESCRIPCION	SIMBOLOGIA	VALOR	UNIDAD
Peso del Matraz	<b>A</b>	179,83	g
Peso del recipiente	<b>B</b>	798,35	g
Peso del Rec + agregado sss	<b>C</b>	1298,35	g
Peso del agregado sss	<b>D</b>	500,00	g
Peso del Rec + Peso del agregado seco	<b>E</b>	1261,07	g
Peso del agregado seco	<b>F</b>	462,72	g
Peso del Matraz + Agua	<b>G</b>	696,95	g
Peso del Matraz + Agua+agregado sss	<b>H</b>	992,83	g
Volumen de la Muestra	<b>I=(D+G)-H</b>	204,12	cm <sup>3</sup>
Densidad del agregado SSS	<b>D<sub>sss</sub> = D / I</b>	2,450	g/cm <sup>3</sup>
Densidad del agregado MASA	<b>D<sub>masa</sub> = F / I</b>	2,267	g/cm <sup>3</sup>
Densidad del agregado APARENTE	<b>D<sub>ap</sub> = F / ( I - ( D - F ) )</b>	2,773	g/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	<b>Abs % = (( D - F ) / F ) * 100</b>	8,057	%



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



**LABORATORIO DE HORMIGON**

**ENSAYO DE DENSIDAD ESPECÍFICA Y PORCENTAJE DE ABSORCION DE LOS  
AGREGADO GRUESOS**

**PROYECTO:** DISEÑOS DE HORMIGONES CON MATERIALES PREMEZCLADOS Y  
ANALISIS CON EL METODO TRADICIONAL

**ESTUDIANTE:** JUAN CARLOS AYLLON RAMON

**TUTOR:** ING. CIV. PAUL CABRERA GORDILLO, Mgs

**NORMA:** NTE INEN 857: (ASTM C-127)

**ORIGEN:** Cantera "Tuco Leon"

**FECHA:** 5/1/2023

**MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ 1/2" Y ES RETENIDO EN EL TAMIZ N4**

DESCRIPCION	SIMBOLOGIA	VALOR	UNIDAD
Peso del recipiente	<b>P1</b>	792,8	g
Rec + agregado sss	<b>P2</b>	2000,10	g
Rec + agregado seco	<b>P3</b>	1982,50	g
Peso de la canastilla sumergida	<b>P4</b>	1070,10	g
Peso de la canast.+agreg. sumergido	<b>P5</b>	1830,50	g
Peso del agregado sss	<b>A = P2 - P1</b>	1207,30	g
Peso del agregado sumergido	<b>B = P5 - P4</b>	760,40	g
Volumen del agregado	<b>C = A - B</b>	446,90	cm <sup>3</sup>
Peso del agregado seco	<b>D = P3 - P1</b>	1189,70	g
Densidad del agregado SSS	<b>D<sub>sss</sub> = A / C</b>	2,701	g/cm <sup>3</sup>
Densidad del agregado MASA	<b>D<sub>masa</sub> = D / C</b>	2,662	g/cm <sup>3</sup>
Densidad del agregado APARENTE	<b>D<sub>ap</sub> = D / ( D - B )</b>	2,771	g/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	<b>Abs % = (( A - D ) / D ) * 100</b>	1,479	%

**6.5. ANEXO 5: CALCULO DE DENSIDADES Y ABSORCION DEL PREMEZCLADO**



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



**LABORATORIO DE HORMIGON**

**CALCULO DE LA DENSIDAD ESPECÍFICA Y PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO PREMEZCLADO**

**PROYECTO:** DISEÑOS DE HORMIGONES CON MATERIALES PREMEZCLADOS Y ANALISIS CON EL METODO TRADICIONAL

**ESTUDIANTE:** JUAN CARLOS AYLLON RAMON

**TUTOR:** ING. CIV. PAUL CABRERA GORDILLO, Mgs

**ORIGEN:** Cantera "Tuco Leon"

**FECHA:** 5/1/2023

**MATERIAL PREMEZCLADO CON EL 50.61% DE ARENA Y 49.39% DE GRAVA**

DESCRIPCION	SIMBOLOGIA	VALOR	UNIDAD
Peso del amuestra	w	5000,00	g
Porcentaje de agregado fino	F	50,610	%
Porcentaje de agregado grueso	G	49,390	%
Peso del agregado fino	$F_p = F * w$	2530,50	g
Volumen del agregado fino	$F_v = F_p / DF_{masa}$	1116,23	cm <sup>3</sup>
Densidad del agregado fino sss	DF <sub>sss</sub>	2,450	g/cm <sup>3</sup>
Densidad del agregado fino MASA	DF <sub>masa</sub>	2,267	g/cm <sup>3</sup>
Densidad del agregado fino APARENTE	DF <sub>ap</sub>	2,773	g/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción del agregado fino	F <sub>abs</sub>	8,057	%
Peso del agregado grueso	$G_p = G * w$	2469,50	g
Volumen del agregado grueso	$G_v = G_p / DG_{masa}$	927,69	cm <sup>3</sup>
Densidad del agregado grueso sss	DG <sub>sss</sub>	2,701	g/cm <sup>3</sup>
Densidad del agregado grueso MASA	DG <sub>masa</sub>	2,662	g/cm <sup>3</sup>
Densidad del agregado grueso APARENTE	DG <sub>ap</sub>	2,771	g/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción del agregado grueso	G <sub>abs</sub>	1,479	%
Densidad del agregado premezclado sss	$D_{sss} = (F * DF_{sss} + G * DG_{sss}) / 100$	2,574	g/cm <sup>3</sup>
Densidad del agregado premezclado MASA	$D_{masa} = w / (F_v + G_v)$	2,446	g/cm <sup>3</sup>
Densidad del agregado premezclado APARENTE	$D_{ap} = (F * DF_{ap} + G * DG_{ap}) / 100$	2,772	g/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Abs. del agregado premezclado	$Abs \% = (F * DF_{abs} + G * DG_{abs}) / 100$	4,808	%

## 6.6. ANEXO 6: ENSAYO DE PESO VOLUMETRICO SUELTO Y VARILLADO



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



### LABORATORIO DE HORMIGON

#### PESO VOLUMETRICO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO PREMEZCLADO

**PROYECTO:** DISEÑOS DE HORMIGONES CON MATERIALES PREMEZCLADOS Y ANALISIS CON EL METODO TRADICIONAL

**ESTUDIANTE:** JUAN CARLOS AYLLON RAMON

**TUTOR:** ING. CIV. PAUL CABRERA GORDILLO, Mgs

**NORMA:** NTE INEN 858: (ASTM C-29)

**ORIGEN** Cantera "Tuco Leon"

**FECHA:** 5/1/2023

**MATERIAL PREMEZCLADO CON EL 50.61% DE ARENA Y 49.39% DE GRAVA**

Peso Recipiente: 8830 g  
Volumen Recipiente: 13872 cm<sup>3</sup>

#### PESO VOLUMETRICO SUELTO

Ensayo	Peso del Recipiente + Agregado		Peso del agregado		Peso volumetrico	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
1	30146,00	g	21316,00	g	1,5366	g/cm <sup>3</sup>
2	30138,00	g	21308,00	g	1,5360	g/cm <sup>3</sup>
3	30131,00	g	21301,00	g	1,5355	g/cm <sup>3</sup>
<b>Promedio</b>	30138,33	g	21308,33	g	1,5361	g/cm <sup>3</sup>

#### PESO VOLUMETRICO VARILLADO

Ensayo	Peso del Recipiente + Agregado		Peso del agregado		Peso volumetrico	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
1	33010,00	g	24180,00	g	1,7431	g/cm <sup>3</sup>
2	33008,00	g	24178,00	g	1,7429	g/cm <sup>3</sup>
3	33015,00	g	24185,00	g	1,7434	g/cm <sup>3</sup>
<b>Promedio</b>	33011,00	g	24181,00	g	1,7432	g/cm <sup>3</sup>

## 6.7. ANEXO 7: MEMORIA DE CALCULO DEL DISEÑO DE HORMIGON



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



### LABORATORIO DE HORMIGON

#### DISEÑO DE HORMIGON POR EL METODO DEL ACI

**PROYECTO:** DISEÑOS DE HORMIGONES CON MATERIALES PREMEZCLADOS Y ANALISIS CON EL METODO TRADICIONAL

**ESTUDIANTE:** JUAN CARLOS AYLLON RAMON

**TUTOR:** ING. CIV. PAUL CABRERA GORDILLO, Mgs

**FECHA:** 9/1/2023

#### DISEÑO PARA HORMIGON DE 210 KG/CM2

NECESIDADES TECNICAS		
$f_c$	210	kg/cm <sup>2</sup>
$f_{cr}$	388,89	kg/cm <sup>2</sup>
Revenimiento	30	mm
Tamaño max.	25	mm

AGREGADO PREMEZCLADO		
P.V.V.	1743,15	kg/m <sup>3</sup>
P.V.S.	1536,07	kg/m <sup>3</sup>
Dsss	2573,74	kg/m <sup>3</sup>
Abs	4,81	%

CANTIDAD DE AGUA POR m <sup>3</sup>		
Volumen de Agua	180,00	Litros para un m <sup>3</sup>
	180,00	kg

CANTIDAD DE CEMENTO		
A/C	0,45	
C	400,00	kg para un m <sup>3</sup>

CANTIDAD DE VOLUMENES PARA UN M3 DE HORMIGON		
CEMENTO	0,133	m <sup>3</sup>
AGUA	0,180	m <sup>3</sup>
AIRE	0,015	m <sup>3</sup>
PREMEZCLADO	0,672	m <sup>3</sup>

<b>PESO EN KG PARA 1M3 DE HORMIGON</b>		
CEMENTO	400,00	kg
AGUA	180,00	kg
PREMEZCLADO Dsss	1729,55	kg
<b>TOTAL</b>	<b>2309,55</b>	<b>kg</b>

<b>Cantidades de material para un saco de cemento (50kg)</b>		
<b>Coefficiente (Nro de sacos a utilizar)=C/50</b>		
8		
CEMENTO	50,00	kg
AGUA	22,50	kg
PREMEZCLADO Dsss	216,19	kg
<b>TOTAL</b>	<b>288,69</b>	<b>kg</b>

<b>VOLUMEN SUELTO (condicion: suelto)</b>		
	<b>P=&amp;(P.V.S.)</b>	
CEMENTO (parihuela 40x40x20 cm)	0,032	m3
PREMEZCLADO	0,141	m3
AGUA	22,500	kg = litros

<b>Calculo del agregado para parihuelas de (0.4 x 0.4 x 0.2)</b>		
	<b>N=P/(0.4x0.4x0.2)</b>	
Nro de parihuelas	4,40	

<b>Dosificacion en parihuelas para la preparacion de hormigon</b>		
f'c	210,00	kg/cm2
1 saco de cemento	50,00	kg
Agua	22,50	Litros
Premezclado	4,40	Parihuelas

<b>Volumen de probetas de 0.30m de altura y 0.15m de Diametro</b>			
Altura	0,3	Volumen:	0,0053014
Diametro	0,15	Volumen T:	0,0477129
#Probetas	9	Volumen T*1,20	0,0572555

<b>Cantidad de Materiales para un volumen de 0,0572555 m3</b>			
Peso para 1m3		Peso para 0,0572555 m3	
Cemento	400,00	22,90	kg
Agua	180,00	10,31	Litros
Premezclado	1729,55	99,03	kg

## 6.8. ANEXO 8: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS PROBETAS



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



### LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL

**PROYECTO:** DISEÑOS DE HORMIGONES CON MATERIALES PREMEZCLADOS Y ANALISIS CON EL METODO TRADICIONAL

**ESTUDIANTE:** JUAN CARLOS AYLLON RAMON

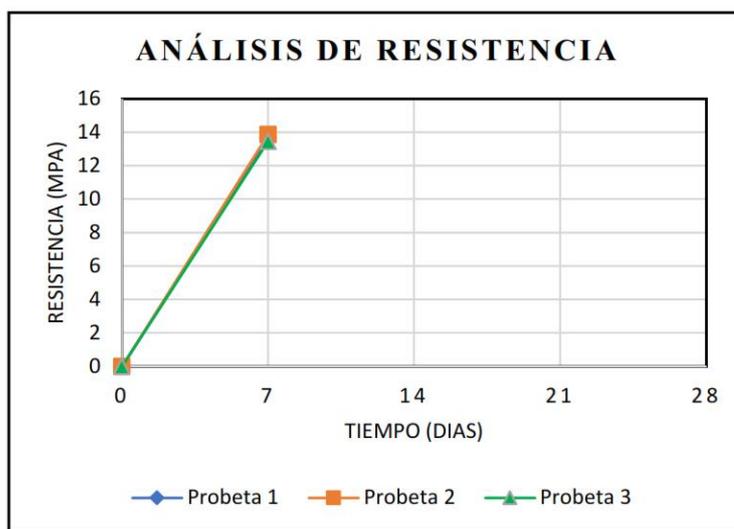
**TUTOR:** ING. CIV. PAUL CABRERA GORDILLO, Mgs

**NORMA:** NTE INEN 1573: 2010      **ORIGEN:** Cantera "Tuco Leon"

**FECHA:** 17/1/2023

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESION EN PROBETAS DE HORMIGON

N	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad	Diametro	Area	Carga	Resistencia a la Compresion	
			Dias	cm	cm <sup>2</sup>	kN	kg/cm <sup>2</sup>	MPa
1	10/1/2023	17/1/2023	7	15	176,71	241,4	139,30	14
2	10/1/2023	17/1/2023	7	15	176,71	245	141,38	14
3	10/1/2023	17/1/2023	7	15	176,71	237,8	137,22	13
<b>PROMEDIO</b>							139,30	14



TIPO: 3



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



**LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL**

**PROYECTO:** DISEÑOS DE HORMIGONES CON MATERIALES PREMEZCLADOS Y ANALISIS CON EL METODO TRADICIONAL

**ESTUDIANTE:** JUAN CARLOS AYLLON RAMON

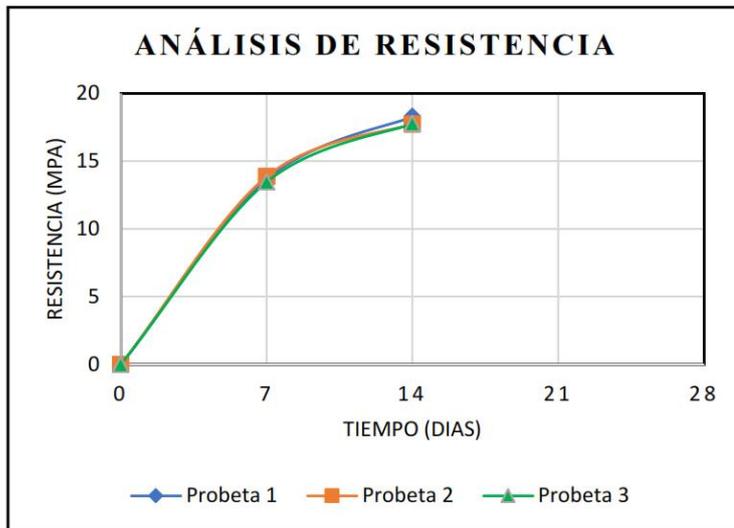
**TUTOR:** ING. CIV. PAUL CABRERA GORDILLO, Mgs

**NORMA:** NTE INEN 1573: 2010      **ORIGEN:** Cantera "Tuco Leon"

**FECHA:** 24/1/2023

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESION EN PROBETAS DE HORMIGON**

N	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad	Diametro	Area	Carga	Resistencia a la Compresion	
			Dias	cm	cm <sup>2</sup>	kN	kg/cm <sup>2</sup>	MPa
1	10/1/2023	24/1/2023	14	15	176,71	323,2	186,50	18
2	10/1/2023	24/1/2023	14	15	176,71	313,5	180,90	18
3	10/1/2023	24/1/2023	14	15	176,71	314,2	181,29	18
<b>PROMEDIO</b>							182,90	18





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



**LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL**

**PROYECTO:** DISEÑOS DE HORMIGONES CON MATERIALES PREMEZCLADOS Y ANALISIS CON EL METODO TRADICIONAL

**ESTUDIANTE:** JUAN CARLOS AYLLON RAMON

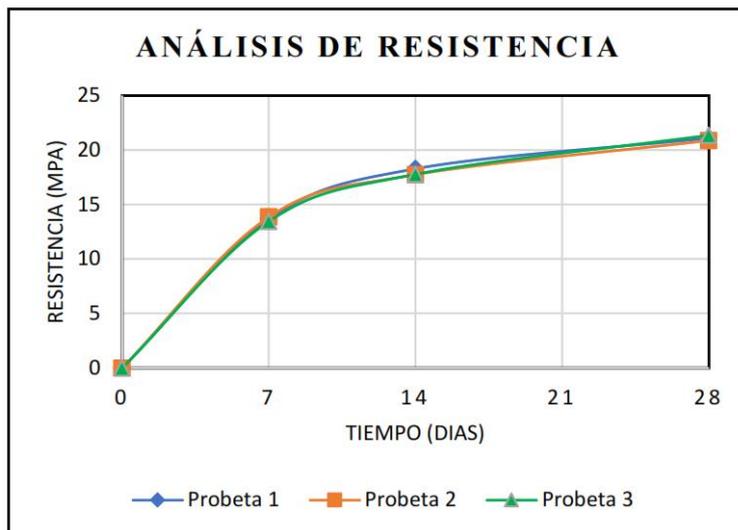
**TUTOR:** ING. CIV. PAUL CABRERA GORDILLO, Mgs

**NORMA:** NTE INEN 1573: 2010      **ORIGEN:** Cantera "Tuco Leon"

**FECHA:** 7/2/2023

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESION EN PROBETAS DE HORMIGON**

N	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad	Diametro	Area	Carga	Resistencia a la Compresion	
			Dias	cm	cm <sup>2</sup>	kN	kg/cm <sup>2</sup>	MPa
1	10/1/2023	7/2/2023	28	15	176,71	373,1	215,29	21
2	10/1/2023	7/2/2023	28	15	176,71	368,8	212,81	21
3	10/1/2023	7/2/2023	28	15	176,71	377,4	217,79	21
<b>PROMEDIO</b>							215,30	21



TIPO: 2

## 6.9. ANEXO 9: MEMORIA FOTOGRAFICA

### AGREGADOS Y CEMENTO



### ENSAYO DE GRANULOMERIA



### ENSAYO DE DENSIDAD Y ABSORCION DE LOS FINOS



ENSAYO DE DENSIDAD DE LOS GRUESOS



ENSAYO DE PESO VOLUMETRICO SUELTO Y VARILLADO



DOSIFICACION PARA PROBETAS



PREPARACION DE LA MEZCLA DE HORMIGON



DESMOLDADO DE PROBETAS



## CURADO DE PROBETAS



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

