

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Estudio comparativo de las variables en la dosificación del concreto  
usando el método ACI con agregados provenientes de distintas  
canteras Pasco 2022**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Bach. Luis Eraldo FERNANDEZ EVANGELISTA**

**Asesor:**

**Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**

**Cerro de Pasco – Perú – 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Estudio comparativo de las variables en la dosificación del concreto  
usando el método ACI con agregados provenientes de distintas  
canteras Pasco 2022**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCÍA**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Pedro YARASCA CORDOVA**  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides  
Carrión Facultad de Ingeniería  
Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 062-2024-UNDAC/UIFI**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS VARIABLES EN LA DOSIFICACIÓN DEL  
CONCRETO USANDO EL MÉTODO ACI CON AGREGADOS PROVENIENTES DE  
DISTINTAS CANTERAS PASCO 2022**

Apellidos y nombres de los tesisas:

**Bach. FERNÁNDEZ EVANGELISTA, Luis Eraldo**

Apellidos y nombres del Asesor:

**Dr. REQUIS CARBAJAL, Luis Villar**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Civil**

Índice de Similitud

**29%**

**APROBADO**

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 22 de febrero del 2024

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
**Luis Villar Requis Carabajal**  
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

## **DEDICATORIA**

Esta tesis la dedico con cariño para mis padres que siempre me dieron su apoyo y a mis hermanos que no dejaron de confiar en mí.

A mi esposa por ser de inspiración a seguir adelante y a mis hijas por ser lumbreras para mi camino.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, la cual nos permitió realizar nuestros ensayos y el proceso de titulación y así seguir llevando con orgullo el nombre de la UNDAC.

A Ing. Requis Carbajal, Luis Villar por su dedicación y esfuerzo compartiendo sus conocimientos y enseñanzas para el éxito del presente trabajo de investigación.

A mi familia por el gran esfuerzo y apoyo incondicional que me dieron.

## RESUMEN

Este proyecto final, titulado "Estudio comparativo de los parámetros de dosificación de concreto utilizando el método ACI utilizando diferentes agregados de tajo - Pasco 2022", también incluye informes de trabajo programados además de informes mensuales de laboratorio. Durante los primeros tres meses, se llevaron a cabo trabajos de campo y de laboratorio en las diferentes áreas disponibles en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, priorizando y enfocándonos en el área de concreto, donde fui designado como Técnico Operador. Es en esta área que desarrollé el proyecto de Tesis mencionado anteriormente, centrado específicamente en la dosificación del concreto mediante el método ACI. Para facilitar la comprensión de este trabajo, se dividió en dos partes: La primera parte consiste en un proyecto de tesis que proporciona un análisis comparativo de parámetros de proporciones del concreto según el método ACI utilizando áridos provenientes de diferentes tajos. Está dividido en varios capítulos:

El primer capítulo trata de la parte teórica.

El segundo capítulo contiene una parte práctica y se divide cronológicamente en seis informes. El primer informe trata de la selección y el muestreo de carreras. Los informes segundo y tercero se centran en las propiedades físicas de los agregados. El cuarto informe se refiere a la dosificación real utilizando el método ACI. El quinto informe incluye pruebas de compresión y control de calidad del concreto endurecido. El sexto informe contiene tablas y gráficos para comparar los resultados obtenidos.

El tercer capítulo contiene conclusiones, recomendaciones y referencias.

**Palabras clave:** concreto, agregados, canteras, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, resistencia a flexión.

## ABSTRACT

This final project, entitled "Comparative study of concrete batching parameters using the ACI method using different pit aggregates - Pasco 2022", also includes scheduled work reports as well as monthly laboratory reports. During the first three months, field and laboratory work was carried out in the different areas available at the Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, prioritizing and focusing on the concrete area, where I was appointed as Operating Technician. It is in this area that I developed the aforementioned Thesis project, specifically focused on concrete batching using the ACI method. To facilitate the understanding of this work, it was divided into two parts: The first part consists of a thesis project that provides a comparative analysis of concrete proportioning parameters according to the ACI method using aggregates from different pits. It is divided into several chapters:

The first chapter deals with the theoretical part.

The second chapter contains a practical part and is divided chronologically into six reports. The first report deals with the selection and sampling of runs. The second and third reports focus on the physical properties of aggregates. The fourth report deals with actual batching using the ACI method. The fifth report includes compression testing and quality control of hardened concrete. The sixth report contains tables and graphs to compare the results obtained.

The third chapter contains conclusions, recommendations and references.

**Keywords:** concrete, aggregates, quarries, compressive strength, tensile strength, flexural strength.

## INTRODUCCIÓN

La construcción de estructuras de concreto es una parte fundamental de la ingeniería civil, siendo el material de elección para una amplia gama de aplicaciones debido a su durabilidad, resistencia y versatilidad. La dosificación del concreto, es decir, la proporción adecuada de cemento, agregados y agua, es un aspecto crítico en el proceso de producción de concreto, ya que influye directamente en sus propiedades físicas y mecánicas.

El método de dosificación del concreto establecido por el American Concrete Institute (ACI) es ampliamente reconocido y utilizado en la industria de la construcción debido a su enfoque científico y práctico. Sin embargo, la calidad y características de los agregados utilizados en la dosificación del concreto pueden variar significativamente según su origen geográfico y las propiedades específicas de las canteras de donde se extraen.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo realizar un análisis comparativo de las variables involucradas en la dosificación del concreto utilizando el método ACI, considerando agregados provenientes de distintas canteras ubicadas en Pasco. Pasco, conocida por su riqueza geológica y diversidad de canteras, ofrece una oportunidad única para investigar cómo la procedencia de los agregados puede afectar las características y el desempeño del concreto resultante.

A través de este estudio, se pretende profundizar en la comprensión de cómo la variabilidad en los agregados puede influir en la dosificación del concreto según el método ACI, proporcionando información valiosa para mejorar la calidad y la eficiencia en la producción de concreto en la región de Pasco y más allá.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE CUADROS	
ÍNDICE DE GRÁFICOS	

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación. ....	1
1.3.	Formulación del problema.....	2
	1.3.1. Problema general.....	2
	1.3.2. Problemas Específicos.....	3
1.4.	Formulación de objetivos. ....	3
	1.4.1. Objetivo general.....	3
	1.4.2. Objetivos específicos. ....	3
1.5.	Justificación de la investigación. ....	3
	1.5.1. Justificación Social.....	3
	1.5.2. Justificación Económica.....	4
	1.5.3. Justificación Técnica.....	4
1.6.	Limitaciones de la investigación. ....	5

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1.	Antecedentes de estudio.....	6
2.1.1.	Antecedentes Internacionales.....	6
2.1.2.	Antecedentes Nacionales.....	7
2.2.	Bases teóricas – científicas.....	10
2.3.	Definición de términos básicos.....	26
2.3.1.	Mediciones Granulares.....	26
2.3.2.	Concreto.....	26
2.3.3.	Cemento Portland.....	27
2.3.4.	Falla de Muestra.....	27
2.3.5.	ASTM.....	27
2.4.	Formulación de hipótesis.....	27
2.4.1.	Hipótesis general.....	27
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	27
2.5.	Identificación de las variables.....	27
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	28

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de investigación.....	29
3.2.	Nivel de investigación.....	29
3.3.	Métodos de investigación.....	30
3.4.	Diseño de investigación.....	30
3.5.	Población y muestra.....	31
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	32
3.8.	Tratamiento estadístico.....	32
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	32

**CAPITULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Descripción del trabajo de campo .....	33
4.1.1.	Descripción del Proyecto .....	33
4.1.2.	Recolección de datos del Proyecto.....	33
4.1.3.	Resumen: .....	34
4.1.4.	Descripción:.....	34
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	35
4.2.1.	Caracterización física de los agregados .....	35
4.3.	Prueba de Hipótesis .....	36
4.3.1.	Verificación de la calibración de los equipos, instrumentos y obtención de muestras. ....	36
4.4.	Discusión de resultados .....	36
4.4.1.	Descripción.....	36
4.4.2.	Verificación de la calibración de equipos .....	37
4.4.3.	Caracterización física de los agregados.....	43
4.4.4.	La dosificación indicada a continuación corresponde a materiales en estado saturado con superficie seca.....	85
4.4.5.	Rotura de probetas y control de calidad del concreto endurecido .....	98
4.4.6.	Reporte fotográfico .....	114
4.4.7.	Cuadros y gráficos.....	116

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1</b> Cuadro de comparación del agregado grueso .....	116
<b>Cuadro 2</b> Cuadro de comparación del agregado fino .....	117
<b>Cuadro 3</b> Cuadro de comparación de la dosificación por peso ( P/m <sup>3</sup> C <sup>0</sup> ) .....	117
<b>Cuadro 4</b> Cuadro de comparación de la dosificación por bolsa de cemento.....	118
<b>Cuadro 5</b> Cuadro de comparación de la dosificación por volumen ( P/ cajón de dimensiones 35:35 cm y altura 0,29cm) .....	119
<b>Cuadro 6</b> Cuadro de comparación del concreto fresco.....	120
<b>Cuadro 7</b> Cuadro de comparación del concreto endurecido a diferentes edades ....	121

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> .....	118
<b>Gráfico 2</b> .....	119
<b>Gráfico 3</b> .....	120
<b>Gráfico 4</b> .....	121
<b>Gráfico 5</b> .....	122
<b>Gráfico 6</b> .....	122
<b>Gráfico 7</b> .....	122
<b>Gráfico 8</b> .....	123
<b>Gráfico 9</b> .....	123
<b>Gráfico 10</b> .....	123
<b>Gráfico 11</b> .....	124
<b>Gráfico 12</b> .....	124
<b>Gráfico 13</b> .....	124
<b>Gráfico 14</b> .....	125
<b>Gráfico 15</b> .....	125

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema.**

En la región de Pasco, año 2022, ¿cómo afectan las variables relacionadas con la dosificación del concreto utilizando el método ACI cuando se emplean agregados provenientes de distintas canteras en la calidad y resistencia del concreto resultante?

Este problema de Tesis plantea la cuestión central que se investigará en el proyecto, que es el estudio comparativo de cómo las diferentes variables involucradas en la dosificación del concreto, aplicando el método ACI, pueden influir en las propiedades y calidad del concreto cuando se utilizan agregados de distintas canteras en la región de Pasco en el año 2022. El objetivo es entender cómo la procedencia de los agregados afecta la resistencia y características del concreto, lo que puede tener implicaciones importantes para la selección adecuada de materiales y la mejora de las prácticas de construcción en la región y en otros lugares con características similares.

#### **1.2. Delimitación de la investigación.**

La delimitación de una investigación como el "Estudio comparativo de las variables en la dosificación del concreto usando el método ACI con agregados provenientes de distintas canteras Pasco 2022" define los límites y alcances

específicos dentro de los cuales se desarrollará el estudio. Para este caso en particular, la delimitación podría abarcar varios aspectos, como:

- **Temporal:** El estudio se centra en el año 2022, lo que significa que los datos recopilados y analizados corresponden a este periodo.
- **Geográfica:** Se limita a agregados provenientes de distintas canteras en la región de Pasco, por lo que no se considerarán agregados de otras regiones o países.
- **Metodológica:** Se utiliza el método ACI (Instituto Americano del Concreto) para la dosificación del concreto, excluyendo otros métodos de dosificación que podrían ser empleados en la industria.
- **Objeto de estudio:** La investigación se enfoca en comparar variables específicas en la dosificación del concreto, como pueden ser la trabajabilidad, resistencia, durabilidad, etc., limitándose a aquellos aspectos que se ven directamente influenciados por el origen de los agregados.
- **Tipo de agregados:** Aunque el estudio podría mencionar diversos tipos de agregados (gruesos, finos, reciclados, etc.), la delimitación puede especificar si se centra en un tipo particular o si incluye varios, siempre y cuando provengan de las canteras de Pasco.

Esta delimitación ayuda a establecer claras expectativas sobre el alcance del estudio, permitiendo a los investigadores concentrar sus esfuerzos en áreas específicas y a los lectores entender rápidamente el contexto y los límites dentro de los cuales se generaron los hallazgos.

### 1.3. **Formulación del problema.**

#### 1.3.1. **Problema general.**

¿Cuáles son las diferencias en las propiedades del concreto dosificado mediante el método ACI cuando se utilizan agregados de diferentes canteras en la región de Pasco?

### **1.3.2. Problemas Específicos.**

- ¿Cómo afecta la variabilidad de las características físicas y químicas de los agregados de distintas canteras de Pasco en la resistencia a la compresión del concreto?
- ¿Qué diferencias se observan en la trabajabilidad del concreto cuando se usan agregados de diferentes canteras de Pasco en la dosificación siguiendo el método ACI?

## **1.4. Formulación de objetivos.**

### **1.4.1. Objetivo general.**

Comparar las propiedades del concreto dosificado mediante el método ACI utilizando agregados provenientes de distintas canteras en Pasco.

### **1.4.2. Objetivos específicos.**

Evaluar la influencia de las características físicas y químicas de los agregados de distintas canteras en la resistencia a la compresión del concreto.

Analizar las diferencias en la trabajabilidad del concreto utilizando agregados de diferentes canteras de Pasco según el método ACI.

## **1.5. Justificación de la investigación.**

### **1.5.1. Justificación Social**

El proyecto de "Estudio comparativo de las variables en la dosificación del concreto usando el método ACI con agregados provenientes de distintas canteras Pasco 2022" tiene una relevancia social significativa. La calidad del concreto utilizado en la construcción de infraestructuras y edificaciones impacta directamente en la seguridad, durabilidad y vida útil de las estructuras. Al realizar este estudio comparativo, se podrá obtener información valiosa sobre cómo la procedencia de los agregados afecta la resistencia y calidad del concreto, lo que permitirá tomar decisiones más informadas en la selección de materiales y en la ejecución de obras de construcción. Mejorar la calidad y durabilidad del concreto utilizado en proyectos de ingeniería y construcción beneficiará a la sociedad al

reducir el riesgo de fallas estructurales, minimizar el mantenimiento y prolongar la vida útil de las edificaciones, brindando mayor seguridad y confianza a los ciudadanos.

### **1.5.2. Justificación Económica**

Desde el punto de vista económico, realizar un estudio comparativo de las variables en la dosificación del concreto y analizar cómo la procedencia de los agregados afecta las propiedades del material puede traer beneficios significativos. El concreto es uno de los materiales de construcción más ampliamente utilizado, y su costo representa una parte significativa de los proyectos de infraestructura y edificación. Al identificar y comprender cómo diferentes agregados influyen en las dosificaciones y en las propiedades del concreto, los profesionales de la construcción y los responsables de proyectos podrán optimizar las mezclas y ajustar las proporciones de materiales, lo que puede conducir a una reducción de costos en la adquisición de materiales y en el proceso constructivo. Además, al mejorar la calidad y durabilidad del concreto, se reducirán los costos de mantenimiento a lo largo del tiempo y se maximizará el retorno de inversión en las obras de infraestructura y construcción.

### **1.5.3. Justificación Técnica.**

En el ámbito técnico, este proyecto tiene una relevancia importante para la ingeniería y la construcción. La dosificación del concreto es un proceso crítico que requiere la consideración cuidadosa de diversas variables para garantizar que el material tenga las propiedades mecánicas y durabilidad adecuadas para cumplir con los requisitos de diseño. Al enfocarse en los agregados provenientes de distintas canteras, se podrá entender cómo estas materias primas afectan el comportamiento del concreto en diferentes condiciones y entornos específicos de la región de Pasco. Los resultados de esta investigación pueden enriquecer los conocimientos técnicos sobre la dosificación de concreto, permitiendo a los ingenieros y profesionales de la construcción tomar decisiones más

fundamentadas y optimizar el diseño y la construcción de proyectos, asegurando la calidad y durabilidad de las estructuras en la región y posiblemente en otras áreas con características similares.

#### 1.6. Limitaciones de la investigación.

- **Disponibilidad de datos:** Las limitaciones en la disponibilidad de datos sobre las características específicas de los agregados provenientes de distintas canteras en la región de Pasco podrían afectar la cantidad y calidad de información recopilada para el estudio.
- **Variabilidad de los agregados:** La naturaleza natural de los agregados puede llevar a cierta variabilidad en sus propiedades físicas y mecánicas, incluso dentro de una misma cantera. La variabilidad puede afectar los resultados y requerir medidas adicionales para controlar las condiciones de prueba.
- **Restricciones de tiempo y recursos:** El tiempo y los recursos disponibles para llevar a cabo el estudio pueden ser limitados, lo que podría influir en la cantidad de muestras que se pueden recolectar y en la duración del seguimiento de las propiedades del concreto en el tiempo.
- **Condiciones climáticas:** Las condiciones climáticas durante el período de estudio pueden tener un impacto en la resistencia y durabilidad del concreto, lo que podría dificultar la atribución de ciertos resultados exclusivamente a las diferencias en los agregados.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio.**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales.**

- **Espinoza y Valdiviezo (2019)**, Presentando una tesis de licenciatura en la profesión de ingeniería civil, el objetivo de este estudio es determinar el efecto del refuerzo y la proporción de aditivos reciclados sobre la permeabilidad del concreto de alta resistencia. Se concluyó que el uso de aditivos reciclados como palmiste africano, cáscara de arroz y polvo cerámico reemplazados en proporciones de cemento para producir concreto de alta resistencia aumenta la resistencia a la compresión y a la tracción en aproximadamente un 5-5%. %, Además, el uso de estos aditivos reduce la permeabilidad del concreto. Utilizando un volumen de inyección con la especificación  $f'c = 50$  MPa con la mezcla y los químicos superplastificantes y considerando la tasa de adición óptima en el peor de los casos, se puede ver que la altura máxima de penetración de agua para la muestra africana es de 23 mm. Para la semilla de palma sin tratar, la penetración máxima de agua es de 5 mm, para muestras bien tratadas con los aditivos anteriores

añadidos.

- **Mora (2014)**, Les presento mi tesis de maestría en ingeniería civil. El objetivo del estudio es analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado utilizando residuos cerámicos (galletas o arcilla refractaria) de la industria cerámica conquense como árido grueso. Brindamos soporte técnico para garantizar un uso seguro en las obras de construcción en comparación con el concreto existente de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyó que al contar con bancas de concreto, esta es una necesidad oculta a la hora de buscar opciones para reemplazar los componentes naturales del concreto por alternativas ecológicas menos agresivas.

Los materiales naturales como la piedra son infinitos. Este estudio demostró que los agregados cerámicos no producen concreto de alta calidad porque sus propiedades mecánicas son muy bajas en comparación con el concreto natural. El concreto cerámico elaborado a partir de la cantidad total de material obtenido triturando arcilla refractaria alcanza una resistencia a la compresión de 63 kg/cm<sup>2</sup> después de 28 días, que es el 30% de la resistencia del concreto estándar, y el concreto cerámico elaborado a partir de cerámica sin partículas finas de trituración, la resistencia a la compresión se midió en 88 kg/cm<sup>2</sup>, o 58%. En pocas palabras, es importante seleccionar sus materiales con anticipación y asegurarse de que las penalizaciones no se acumulen.

#### **2.1.2. Antecedentes Nacionales.**

**Berrospi Almeida, Roger, Campos Avilés, James Gardner (2019)** desarrollaron la Tesis titulada: ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO

DE F'C=210 KG/CM2 - HUÁNUCO 2019, planteó como objetivo Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de las canteras Chullqui y Andabamba, a fin de diseñar una mezcla de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

La publicación de una tesis de pregrado para la profesión de ingeniería civil tiene como objetivo determinar las propiedades del concreto reciclado para cimentaciones optimizadas en el área de La Molina y determinar la mezcla del concreto con agregado grueso reciclado utilizando cemento Portland tipo HS. En la prueba de resistencia a la compresión se utilizó 25% A.G.R. Se concluyó que hubo un aumento del 1% en la resistencia respecto al diseño original. y 50% A.G.R. Impedancia 5% del diseño existente, A.G.R. 75 % de impedancia reducida en un 11 % con respecto al diseño existente, resistencia A.G.R 100 % reducida en un 16 % con respecto al diseño existente. Todos son reducidos en comparación con el diseño estándar. La relación a/c es 0,53. Durante la prueba de resistencia a la tracción, el A.G.R. y 50% A.G.R. Impedancia 10% para diseño existente, AGR 75% Para diseño existente 10%, AGR La resistencia del diseño original se reduce en un 16%, todo con una relación a/c de 0,53 en comparación con el diseño estándar. En el ensayo de resistencia a la flexión se utilizó 25% A.G.R. En comparación con el diseño existente, la resistencia se reduce en un 12%, A.G.R. en un 50% Impedancia del diseño existente en un 9%, A.G.R. en un 50%. Se logró una reducción de resistencia del 11% con respecto al diseño existente del 75%. y 50% A.G.R. La resistencia del diseño es del 16 % y la relación a/c para todos los diseños estándar es de 0,53.

- **BAZALAR Y CADENILLAS (2019)**, publican una Tesis de pregrado para optar el título profesional de ingeniero civil, el objetivo de la investigación es analizar el comportamiento del concreto con agregado grueso reciclado de las construcciones de concreto y el impacto ambiental que este genera con el fin de realizar comparaciones frente a concretos convencionales. La mezcla de concreto al 40% ASR tuvo un desempeño 2.91% mejor que

el concreto Estándar, mostrando mejores resultados de resistencia a la compresión que el concreto estándar. Por otro lado, el módulo de rotura relacionado con el ensayo de flexión de la viga fue muy similar al del concreto estándar, alcanzando el 90% de este último. En términos de resistencia a la tracción, la mezcla con 40% de reemplazo de AN por ACR logró resultados cercanos al concreto estándar, pero alcanzó un 64,14%, lo cual es inferior al concreto estándar debido a que el concreto no es el elemento principal de operación. Trabaja en tensión, pero en compresión.

- **Erazo (2022)**, publica una Tesis de pregrado para optar el título profesional de ingeniero civil, el objetivo de la investigación es evaluar el diseño de concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , utilizando agregados reciclados y agregados naturales para su aplicación en elementos no estructurales. Al combinar 35% de agregado fino reciclado y 65% de agregado fino natural, el rango de tamaño de grano del agregado fino combinado está dentro de los límites mostrados en la Tabla #1: Análisis de Tamaño de Grano de Agregado Fino NTP 400.037 y el módulo de finura es 2.72. Al combinar el agregado fino reciclado y el agregado fino natural en las proporciones anteriores en los valores de 2.3 y 3.1 recomendados en la NTP 400.037, se puede concluir que esta nueva unidad combinada presenta una adecuada distribución de partículas. Artículos de las normas técnicas peruanas.
- **García (2017)**, publica una Tesis de pregrado para optar el título profesional de ingeniero civil, el objetivo de la investigación es evaluar la resistencia a la compresión del concreto normal  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  con incorporación de fibras de vidrio y costo de producción. En comparación con el concreto ordinario, cuando se trató fibra de vidrio al 0,025%, 0,075% y 0,125%, la resistencia a la compresión fue mayor y los costos de producción se redujeron en todos los grupos de control.  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$  La adición de 0.025%, 0.075% y 0.125% de fibra de vidrio al concreto simple aumenta la

resistencia a la compresión en 6.65%, 2.26% y 1.26% respectivamente, por lo que se acepta la hipótesis general propuesta. Agregar un 0,025% de fibra de vidrio a 210 kg/cm<sup>2</sup> de concreto normal reduce los costes de producción en un 2,94%.

## **2.2. Bases teóricas – científicas.**

### **Concreto**

Podemos definirlo en sentido más amplio como un conjunto de materiales inertes en forma granular o fibrosa, que han sido unidos entre sí por un aglomerante (cemento), adicionalmente puede contener otros materiales en pequeñas cantidades con el fin de mejorar o cambiar una determinada propiedad. Este conjunto presenta una estructura pétreo, caracterizada en sentido general por tener una alta resistencia a la compresión y una baja resistencia a la tracción.

### **Concreto Hidráulico**

El Concreto hidráulico es un material de construcción heterogéneo que está constituido principalmente por los agregados y la pasta de cemento , los cuales se mezclan en cantidades adecuadas (dosificación) para constituir una masa plástica y trabajable ( estado fresco) ; en esta etapa el Concreto puede ser fácilmente transportado, colocado y moldeado a la forma que se desee, recibiendo a continuación un tratamiento adecuado de consolidación o compactación que le confiere su máxima densidad; y que, en estado endurecido tiene la propiedad de resistir esfuerzos mecánicos. Contiene así mismo alguna cantidad de aire atrapado además puede tener aire incluido intencionalmente mediante el uso de un aditivo. Con frecuencia los aditivos se usan también con otros propósitos, como ser: acelerar, incrementar la resistencia o mejorar otras propiedades del Concreto. La capacidad de resistir tensiones de compresión (en estado endurecido) es una propiedad importante, si no la única, en el diseño y construcción de estructuras y puede aproximarse para fines prácticos a partir de las propiedades y proporciones de los materiales constituyentes. Se

considera que el concreto ha alcanzado su resistencia de trabajo a los 28 días (cemento Portland ordinario), por lo que los requisitos de resistencia suelen establecerse y probarse a esta edad. De hecho, la resistencia del concreto continúa aumentando con el tiempo. Factor de conversión de resistencia a la compresión para muestras del mismo tipo a diferentes edades.

**Tabla 1. Clase de Concreto**

Clase de Concreto	Edad, en días				
	3	7	28	90	360
Concretos de endurecimiento normal	0,40	0,65	1,00	1,20	1,35
Concreto de endurecimiento rápido	0,55	0,75	1,00	1,15	1,20
Fuente: RNE					

### **Pasta Cemento**

Es la matriz que une los elementos del esqueleto granular entre sí. Está constituido por: agua, cemento y algunas veces de aire incluido, es el componente activo del Concreto y tiene dos funciones principales:

Rellena los huecos entre las partículas de relleno y añade fluidez y lubricación a la nueva masa, mejorando la trabajabilidad.

Esto asegura la impermeabilización del producto endurecido y mantiene unidos todos los componentes del concreto. Es el principal responsable de la resistencia, el cambio de volumen y la durabilidad del concreto. La calidad de la pasta depende de la relación agua/ cemento utilizado y del tiempo de fraguado. Las pastas varían según sus propiedades adhesivas o la reacción química entre

el cemento y el agua.

La cantidad de agua utilizada para mezclar el concreto es mayor que la cantidad necesaria para una hidratación completa. El concreto debe ser plástico y trabajable. Sin embargo, a medida que el agua sube, la calidad disminuye. Disminuye la resiliencia y disminuye la resistencia al cambio climático. La proporción adecuada de agua/cemento es esencial para obtener resultados satisfactorios.

### **Mortero**

Es una mezcla de arena, cemento y agua. Puedes agregar más mezcla si es necesario. A diferencia de lo que ocurre con el concreto, los morteros (morteros, pastas, revoques) no suelen tener exigencias de resistencia, salvo casos especiales como piedras armadas o semiarmadas. Normalmente, los requisitos son adherencia, plasticidad, impermeabilidad y durabilidad.

### **Agregados**

Cuando las cargas se introducen en la mezcla, forman una estructura granular formada por áridos gruesos y finos, en la que se tiene en cuenta la presencia de huecos (se aspira aire durante la mezcla y, en ocasiones, se absorbe intencionadamente). Forma una estructura duradera (compresión) de concreto y las partículas entre los poros se rellenan con pasta. Reduce los cambios de volumen al reducir el volumen que es propenso a encogerse. El dispositivo realiza las siguientes funciones:

Puede soportar altas fuerzas de compresión con la pasta endurecida.

Previene el agrietamiento durante el procesamiento.

Esto forma un material de relleno que puede reducir el costo de la mezcla.

### **Ventajas del Concreto**

El concreto tiene las siguientes ventajas sobre otros materiales de construcción:

En estado plástico se puede procesar sobre cualquier superficie y se funde a temperatura ambiente. No se requiere regulación térmica especial (excepto temperaturas máximas extremas). Se vuelve más duro, más duradero y más resistente con el tiempo. Resistente al fuego hasta al menos 400°C.

Puede soportar una variedad de condiciones ambientales y es muy duradero.

Los materiales utilizados en la producción están disponibles en todo el mundo y son fáciles de obtener.

Eficiencia económica. Más del 60% del volumen total está ocupado por conjuntos rocosos locales.

Por su compatibilidad con el acero, puede combinarse con este material para obtener acero y concreto pretensado, eliminando el inconveniente de la baja resistencia a la tracción del concreto.

### **Clasificación del Concreto**

El concreto se puede clasificar de varias formas, las más comunes son:

Basado en la resistencia a la presión. -Se determinan diferentes tipos de concreto en base a la resistencia a 28 días medida en muestras cilíndricas. Algunas normas los clasifican según su resistencia a la flexión y a la tracción. Dependiendo del peso de la unidad: concreto ligero o concreto pesado. - El peso unitario del agregado denso creado por la descomposición de las rocas ígneas varía de

200 a 2800 kg/m<sup>3</sup>. Concreto ligero o ligero. Puede ser concreto aislante o concreto estructural. El peso unitario del agregado poroso es de 300 a 1800 kg/m<sup>3</sup>.

Concreto pesado. - La masa unitaria varía entre 3000 y 4500 kg/m<sup>3</sup> de árido triturado. Concreto muy duro. - Áridos pesados, magnetita, barita, chatarra con un peso unitario superior a 4500 kg/m<sup>3</sup>.

## **Propiedades del Concreto**

Dependiendo de la estructura, el concreto debe ser colocado para cumplir con las condiciones de resistencia de acuerdo a los esfuerzos admisibles aplicados en compresión o flexión, de acuerdo a los cálculos y requisitos de tolerancia para soportar los efectos de factores externos. Otra condición, que no es tan fundamental como antes, es la economía a considerar. Además, surge otro problema porque durante la fundición se requiere una trabajabilidad específica. Cuando se utilizan materiales adecuados, las propiedades del concreto endurecido, como la resistencia a los cambios de fraguado, la estanqueidad, la resistencia al desgaste y la resistencia mecánica, dependen de la elección de una pasta adecuada, es decir, una relación agua/cemento suficientemente baja y una cantidad de árido adecuada. aire. Estas propiedades y las resultantes cualidades deseadas del concreto sólo pueden lograrse plenamente mediante una colocación, un acabado y un curado adecuados.

## **Concreto en Estado Fresco**

A esto lo llamamos "concreto nuevo". Porque tiene propiedades plásticas y se le puede dar forma. El concreto fresco funciona desde que sale de la hormigonera o hormigonera hasta que el cemento comienza a endurecerse. Esta vida depende del tipo de cemento utilizado, la cantidad de agua, la temperatura, el uso de aditivos, etc. Depende de En esta etapa, el concreto acepta desplazamientos y deformaciones con sólo un pequeño aporte de energía externa, lo que requiere que el concreto supere principalmente dos reacciones internas del concreto:

**Consistencia:** Medida por contracción. Esto significa que cuanto mayor es la contracción, más húmeda se vuelve la mezcla, lo que afecta la facilidad con la que el concreto fluye durante el vertido.

**Cooperación:** resistencia frente a la distorsión. Si el concreto cura bien, no ocurrirá segregación ni filtración. La combinación de las dos propiedades

determina la trabajabilidad (flexibilidad) del concreto, que a su vez depende de su facilidad de instalación (incluidas propiedades de acabado satisfactorias). La pasta de cemento es el ingrediente activo del concreto y, por tanto, tiene las mismas propiedades. Por lo tanto, también puede representar una etapa temprana en la que la condición es plástica.

### **Consistencia**

Esta es una medida del contenido de humedad de la mezcla de concreto, generalmente evaluada en términos de contracción, que afecta la facilidad con la que el concreto fluye durante el vertido. Está relacionado con el concepto de empleabilidad, pero no es sinónimo de él. El concreto no sólo debe tener la consistencia adecuada, sino que también debe compactarse de manera que llene completamente todos los huecos del encofrado, se adapte a la armadura y se conecte bien. Además, se deben eliminar y sellar los huecos en el interior de la masa, a excepción de los poros que quedan por la pérdida de más agua de la necesaria para la hidratación del cemento, que debe alcanzar una baja energía. Quizás sea adecuado o factible para concreto. El contenido de humedad es un factor importante que afecta el costo, por lo que es importante señalar que para ciertos materiales (variables) existe una relación proporcional entre la contracción y el contenido de humedad. Los requisitos de agua de mezclado para un área determinada generalmente se reducen si:

Se aumenta el tamaño máximo de agregados bien clasificados.

En el dispositivo se reducen los ángulos y las estructuras rugosas.

Aumenta la cantidad de aire en la mezcla de concreto.

El uso de ciertos aditivos puede reducir significativamente la necesidad de mezclar agua. Teniendo en cuenta tanto la calidad como la economía del concreto, es aconsejable utilizar un asentamiento mínimo adecuado al método de colado adecuado.

La consistencia de la masa depende de los factores anteriores, pero la

sensibilidad a los cambios en el contenido de humedad es tan grande que se puede suponer que la consistencia de una composición específica del concreto es función del agua. La medición del contenido de humedad de la masa o, una vez determinado, del relleno y de la consistencia resultante se utiliza, entre otras cosas, para controlar los cambios de humedad en la masa y dar una idea de cualquier falta de homogeneidad. lo contrario.

**Tabla 2. Requisitos granulométricos para el agregado fino**

<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento, en cm</b>	<b>Tolerancia, en cm</b>
Seca	0-2	0
Plástica	3-5	±1
Blanda	6-9	±1
Fluida	10 -15	±2
Fuente: RNE		

### **Cohesión**

Es una medida de la compresibilidad y trabajabilidad del concreto, generalmente evaluada mediante evaluación visual de su resistencia a la rotura y a los efectos adversos sobre el cono formado durante una prueba de asentamiento. Si se considera que la mezcla de prueba tiene poca cohesión, normalmente se puede mejorar mediante una o más de las siguientes medidas:

Aumentar la proporción arena/grava.

Reemplazo parcial de arena gruesa por arena fina

Para una relación agua/cemento determinado, aumente la relación pasta/agregado.

## **Trabajabilidad**

Considera las propiedades del concreto que determinan su capacidad para colocarse, fijarse y terminarse adecuadamente sin segregación dañina. El término incluye conceptos como formación, integración y compactación. Estas propiedades se modifican según la composición del árido, la forma de las partículas y la proporción de los áridos, la cantidad de cemento, la presencia de aire, la concentración de la mezcla y la mezcla. Los procedimientos descritos permiten tener en cuenta estos factores para lograr una facilidad de instalación satisfactoria a bajo coste. Sin embargo, la construcción debe estar definida por las propiedades físicas del concreto. La trabajabilidad se define mejor como la cantidad de trabajo interno útil necesario para lograr una compresión total. Por otro lado, la resistencia de los elementos prefabricados de concreto colocados con una forma determinada y fijados con las herramientas disponibles depende del grado de compresión. Y esto es proporcional a la capacidad del concreto colocado en el mismo molde y con el mismo medio de sellado, es decir a su trabajabilidad.

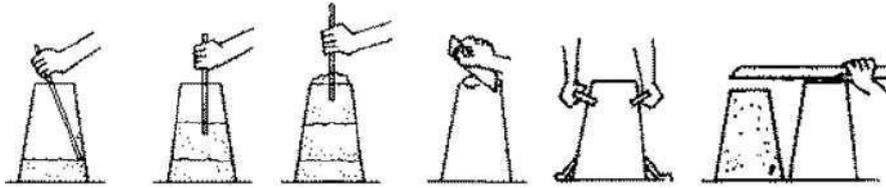
La trabajabilidad depende, entre otras cosas, de: La cantidad de agua mezclada. Cuanto más grande, más eficaz. En la determinación del tamaño de partícula de los áridos. Es más fácil trabajar con tipos de concreto más finos (mayor contenido de arena). Sin embargo, cantidades mayores de arena requieren más agua para mezclar, lo que reduce la resistencia. Los áridos redondos son más trabajables que los áridos triturados o rotos.

La trabajabilidad aumenta dependiendo de la composición y finura del cemento. El uso de plastificantes mejora la trabajabilidad del concreto manteniendo otras propiedades.

La tecnología de uso (amasado, transporte, colocación, procesamiento), la forma y tamaño del molde, la cantidad y tipo de barra de refuerzo, etc. Por lo tanto, el concreto con consistencia plástica puede ser ideal para su uso como

concreto en masa en pavimentos, pero puede ser completamente inadecuado para su uso en vigas en T fuertemente reforzadas. En el primer caso la trabajabilidad del concreto es buena, en el segundo es mala. Además, el mismo concreto puede funcionar muy bien cuando se aplica a una base y se compacta mediante vibración, pero funciona muy mal cuando se fija (perfora) con varillas de metal. En general, las secciones pequeñas y muy reforzadas requieren concreto con buena trabajabilidad, mientras que las estructuras de gran tamaño con grandes secciones y mezclas menos trabajables se pueden colocar sin refuerzo, pero siempre se debe mantener la máxima trabajabilidad utilizando los métodos de colocación disponibles. El concreto, difícil de trabajar, es propenso a separarse, proporciona menos resistencia mecánica de lo esperado y crea una superficie antiestética (rugosa) cuando se retira. Sin duda, las propiedades de consistencia y trabajabilidad no son completamente independientes, sino que son interdependientes, por lo que la consistencia puede entenderse como un indicador de trabajabilidad porque la consistencia es más fácil de lograr. Dado que ambos están asociados con cargas específicas, se puede decir que la mayoría de las propiedades del concreto están relacionadas con la consistencia, incluyendo cohesión, compacidad, densidad, resistencia mecánica, resistencia al agua y acabado superficial. Debido a su importancia, la consistencia del concreto en proyectos, laboratorios y fábricas (fabricantes de concreto) debe considerarse como una cualidad importante como resistencia. Por tanto, a la hora de aplicar el concreto, en cualquier caso, es necesario especificar su resistencia y, en consecuencia, su consistencia y la cantidad máxima de árido.

A continuación, se muestra una ilustración de la prueba del Cono de Abrams para determinar la trabajabilidad en términos de asentamiento.



## **Homogeneidad**

El concreto es una mezcla de una amplia variedad de componentes sólidos y líquidos, por lo que debe ser un material inherentemente heterogéneo. Sin embargo, cuando decimos que el concreto debe ser homogéneo, significa que los componentes de cada parte de la masa deben estar perfectamente mezclados en las proporciones especificadas durante el diseño de la mezcla.

La correcta mezcla de los componentes del concreto y la homogeneidad de la masa se consigue en una fábrica de concreto, pero esta mezcla también se puede distribuir durante el transporte, colocarse en el encofrado, pasar por las armaduras y compactarse para crear el conjunto. Los componentes tienden a separarse y apoyarse entre sí debido a su tamaño y densidad. Este fenómeno se llama segregación y es desagradable porque no sólo da como resultado un concreto con grietas o, por el contrario, demasiado mortero y una superficie mal tratada, sino que también tiene un gran efecto negativo en su resistencia y resistencia mecánica.

Cuanto menor sea la cohesión del concreto, mayor será la pérdida de homogeneidad. Es decir, la proporción de arena a grava es baja, la cantidad máxima de agregado es alta, el contenido de humedad es alto, etc. El concreto debe ser trabajable sin segregaciones. En otras palabras, debe haber unidad.

## **Segregación**

El uso de agregados sueltos y de baja humedad da como resultado un concreto muy seco, mientras que los agregados gruesos y pesados se separan fácilmente y se hunden hasta el fondo o cuesta abajo. Adjunto. Para

mejorar la cohesión del concreto y evitar la separación, es necesario aumentar la cantidad de agua o añadir más finos a la mezcla. Sin embargo, hay que tener cuidado porque si se aumenta excesivamente la cantidad de agua el mortero puede separarse de la mezcla y el árido se puede volver a separar. Entonces podemos ver que incluso en una misma mezcla, existen dos tipos diferentes de separación dependiendo de la cantidad de agua utilizada durante la mezcla. Las mezclas propensas a la segregación son aquellas que son demasiado flexibles o rugosas, demasiado líquidas o demasiado secas, o aquellas que contienen una gran cantidad de arena, causando problemas de procesamiento. Sin embargo, incluso el concreto de alto rendimiento puede provocar segregación si se utiliza o se trata de forma inadecuada. Para evitar la segregación del concreto y mejorar su homogeneidad, es necesario un estudio cuidadoso de la composición de los áridos y un adecuado procesamiento del concreto.

Si el concreto se vierte directamente en los moldes desde una altura baja, en lugar de transportarlo a largas distancias, existe poco riesgo de segregación. Incluso se puede evitar que las mezclas de compresión bien diseñadas se separen agregando aditivos inclusores de aire.

Es importante evitar vibraciones excesivamente largas durante el proceso de fundición. Esto se debe a que las vibraciones pueden hacer que el concreto se separe, formando una capa pegajosa en la superficie superior, lo que puede provocar grietas por contracción plástica. El uso de agregados gruesos y finos de diferentes densidades, como en el concreto pesado, puede promover la segregación, y las mezclas que combinan agregados ligeros y gruesos también pueden promover la segregación, lo que tiende a aumentar el agregado menos denso y el agregado más fino. puede ocurrir una separación. La amortiguación provoca una separación negativa.

### **Exudación**

Este es un tipo de separación donde el árido no es arrastrado durante la

compactación y el agua tiende a subir a la superficie del concreto. El agua que llega a la superficie generalmente se evapora lentamente, pero si la evaporación es más rápida que la velocidad a la que se mueve desde el interior a la superficie, las inundaciones provocarán grietas de sedimentación plástica. Si el concreto cura bien, no ocurrirá segregación ni filtración.

### **Concreto Endurecido**

Las características físicas de un concreto endurecido dependen no solo de su composición, sino también de su edad y las condiciones de humedad y temperatura a las que ha sido sometido.

La propiedad física o mecánica más comúnmente evaluada en el concreto es la resistencia a compresión debido a su facilidad de determinación y a que muchas de sus otras propiedades están relacionadas con ella. La resistencia a compresión nos proporciona un indicador de cómo el concreto se comporta frente a diversas cargas. Dado que el concreto generalmente trabaja a compresión en las estructuras, conocer su resistencia a esta sollicitación es de gran interés.

En casos donde el concreto trabaja bajo flexión, como en pavimentos, la resistencia a la flexo-tracción se convierte en la característica fundamental. Tanto es así que, en carreteras, aeropuertos y naves industriales, los concretos se definen en función de esta resistencia.

Las pruebas de concreto endurecido para determinar las propiedades mecánicas no siguen reglas universales. Dicho esto, cada país tiene sus propias normas en este ámbito. Por tanto, los valores obtenidos para un mismo concreto pueden diferir significativamente. Sin embargo, esto no es un tema crítico porque la resistencia proporcionada por la muestra de prueba no siempre corresponde a la resistencia real del concreto colocado en el miembro estructural. Esto se debe en parte a diferencias de tamaño y forma entre la muestra de prueba y los miembros estructurales. Hay dos tipos de ensayos de

concreto duro: ensayos destructivos y ensayos no destructivos. Si en el primer caso la integridad de la muestra se destruye durante la prueba, en el segundo es posible controlar el cambio en las propiedades mecánicas del concreto a lo largo del tiempo sin cambiar su estado.

### **Densidad**

La densidad o masa específica del concreto endurecido depende de varios factores, principalmente la naturaleza del agregado, el tamaño de las partículas y el método de compactación utilizado. Cuanto mayor sea la cantidad de árido utilizado y mayor la cantidad de árido grueso, mayor será la densidad. El cambio en la densidad del concreto es pequeño y se puede calcular como 2300 kg/m<sup>3</sup> para concreto simple y 2500 kg/m<sup>3</sup> para concreto armado.

### **Compacidad**

La estabilidad dimensional del concreto se puede considerar en términos de contracción y expansión debido a cambios libres en la humedad interna o cambios de gel. La fluencia se produce debido a la fatiga continúa ejercida sobre el concreto, de manera que algunos elementos estructurales, especialmente los elementos pretensados, sufren deformaciones que pueden tener grandes efectos mecánicos, desviaciones dimensionales, efectos de cambios de temperatura, etc.

En su estado endurecido, el concreto adquiere el aspecto y las propiedades de una roca "artificial" utilizada en la construcción.

### **Resistencia a la Compresión**

La resistencia es una característica importante del Concreto; Además de la resistencia, otras propiedades como la durabilidad, permeabilidad y resistencia al desgaste son igualmente importantes, e incluso en algunos casos pueden ser más significativas que la resistencia misma. Estas características pueden estar relacionadas en cierta medida con la resistencia, pero también están influenciadas por factores que no guardan una correlación significativa

con la resistencia.

La resistencia del concreto para un conjunto específico de materiales y condiciones se determina por la cantidad neta de agua utilizada en proporción a la cantidad de cemento. Es importante mencionar que el contenido neto de agua no considera el agua absorbida por los agregados.

Existen diversas razones que pueden generar diferencias en la resistencia para una relación agua/cemento determinado. Algunos de estos factores incluyen cambios en el tamaño máximo del agregado, la composición de los agregados, la textura de la superficie, la forma, resistencia y rigidez de las partículas del agregado, así como diferencias en los tipos de cemento y sus fuentes de suministro. Además, el contenido de aire y el uso de aditivos también pueden afectar el proceso de hidratación del cemento o desarrollar propiedades cementantes. Siempre que sea posible, se deben tener en cuenta estos efectos predecibles al diseñar mezclas de concreto.

Dada la cantidad y complejidad de estos factores, es evidente que las predicciones precisas de resistencia deben basarse en pruebas de mezclas específicas o en experiencias previas con los materiales que se utilizarán en la obra. En consecuencia, es importante realizar pruebas y obtener experiencia práctica con los materiales para asegurar la calidad y desempeño adecuado del concreto en cada situación específica.

### **Resistencia a la Tracción**

El concreto es un material cuya resistencia a la tracción es hasta 1/10 de su resistencia a la compresión. Este debilitamiento de la resistencia a la tracción es una causa común de agrietamiento. Determinar la resistencia a la tracción del concreto es importante en determinadas situaciones, especialmente cuando se requiere comportamiento a la fractura. Las grietas en el concreto se producen debido a una disminución de la resistencia a la tracción cuando se somete a esfuerzos de flexión o corte debido a esfuerzos mecánicos, o esfuerzos debidos

a contracción hidráulica o térmica. Generalmente es muy difícil determinar la resistencia neta a la tracción del concreto debido a las tensiones secundarias que ocurren durante el ensayo.

Por otro lado, los miembros de concreto con bandas de alto límite elástico pueden tener tensiones más altas, lo que puede crear fuerzas de tracción en el concreto y contribuir a la corrosión del acero. Además, al diseñar concreto donde la estanqueidad es una característica clave, como piscinas, tanques, canales, protección contra la radiación, etc., es útil conocer la resistencia a la tracción del concreto.

### **Durabilidad**

Las estructuras de concreto deben diseñarse para resistir los esfuerzos mecánicos esperados antes del estado final de cocción, así como las influencias ambientales físicas y químicas que pueden acortar su vida útil o requerir altos costos de mantenimiento. Reparar.

La resistencia del concreto de cemento Portland significa su capacidad para resistir influencias ambientales, ataques químicos, físicos, biológicos o cualquier proceso que deteriore su calidad. El concreto pretensado conserva su forma y resistencia a lo largo del tiempo cuando se somete a estas cargas. El concreto sano y compactado es generalmente muy resistente a las condiciones ambientales y abrasivas típicas y, cuando está reforzado, también proporciona protección contra la corrosión del acero. La durabilidad del concreto depende de la porosidad abierta, la distribución capilar y el volumen. La permeabilidad del concreto no es un indicador de resistencia, pero está estrechamente relacionada con el mecanismo de penetración de sustancias agresivas en su interior. El uso de una baja relación agua/cemento puede prolongar la vida útil del concreto al reducir la penetración de fluidos agresivos.

En condiciones ambientales y climáticas adversas, como bajas temperaturas, heladas, agua limpia y ácida, la durabilidad del concreto se

reduce significativamente, y esto depende de la calidad del concreto y de las medidas de protección adoptadas. En muchos casos, este concreto requiere costosas reparaciones y demoliciones. Aquí hay algunos pasos para reducir estos efectos devastadores:

- El comportamiento del ciclo hielo-deshielo se puede reducir utilizando concreto compactado con baja relación agua/cemento y añadiendo aditivos.
- El uso de concreto de alta calidad y cemento adecuado puede reducir los efectos de los sulfatos. Las protecciones y revestimientos también juegan un papel importante en la vida de este concreto.

En conclusión, la resistencia del concreto es esencial para asegurar la vida útil y el correcto desempeño de la estructura y se logra mediante el uso de aditivos bien diseñados, selección adecuada de materiales y protección adecuada de acuerdo a las condiciones ambientales y de servicio.

El uso de concreto de alta calidad y agregados duros y resistentes al desgaste puede reducir los puntos de desgaste en pavimentos industriales y aplicaciones hidráulicas. El desconchado del concreto armado debido a la corrosión del refuerzo se puede minimizar utilizando revestimientos resistentes, concreto de baja permeabilidad y materiales altamente alcalinos. La descomposición debida a la reacción álcali-agregado se puede evitar eligiendo cemento con bajo contenido de álcali, ácido puzolánico o utilizando agregados no reactivos.

### **Peso Unitario o Volumétrico**

Esta también es una propiedad importante del concreto y, a veces, es muy importante para la estabilidad de la estructura. Entre ellos se incluyen presas de gravedad, masas de anclaje, contrapesos para puentes levadizos y estructuras para aislamiento acústico o radiológico.

La densidad real del concreto depende en gran medida del tipo de agregado, el tamaño de partícula y el volumen que constituye la composición

óptima del agregado (un tamaño de partícula bien estudiado) que da como resultado una compactación máxima. En menor escala, la relación agua/cemento afecta la densidad. En el caso del concreto, cuanto mayor es el tamaño, más poroso se vuelve el concreto. Los aditivos de espuma también añaden burbujas de aire a la masa de concreto, lo que afecta negativamente a su densidad.

El grado de compresión también afecta la densidad. Es decir, cuanto mayor es la densidad, más energía se utiliza para comprimirla. Para el concreto que contiene agregados con ciertas propiedades, la alta densidad es un indicador de buena resistencia mecánica y durabilidad.

Para la uniformidad de los componentes y sus propiedades, cuanto mayor sea la densidad, mayor será la densidad. Es decir, cuantos menos poros tenga el concreto, mayor será la concentración. La máxima compresibilidad se puede lograr mediante la dosificación, colocación y curado adecuados del concreto.

## **2.3. Definición de términos básicos**

### **2.3.1. Mediciones Granulares**

En el suelo se distinguen tres fases constituyentes: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida está formada por partículas minerales del suelo (incluida la capa sólida adsorbida). Es un líquido en el agua (especialmente el vidrio), pero el suelo también puede contener otros líquidos menos importantes. La fase gaseosa se compone principalmente de aire, pero también pueden estar presentes otros gases (vapor de azufre, dióxido de carbono, etc.).

### **2.3.2. Concreto**

El concreto es una mezcla de cemento Portland fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones precisas para lograr ciertas propiedades predeterminadas, especialmente durabilidad. Concreto = aire agua con cemento Portland.

### **2.3.3. Cemento Portland**

Es un cemento comercial fácilmente disponible compuesto de clinker (piedra caliza trabajada), yeso y puzolana (piedra volcánica).

### **2.3.4. Falla de Muestra**

Esta es una prueba para verificar la resistencia del concreto aplicando fuerza de compresión a la muestra de concreto usando una prensa hidráulica.

### **2.3.5. ASTM**

Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales. Es un organismo de normalización internacional que desarrolla y publica acuerdos voluntarios sobre normas técnicas para materiales, productos, sistemas y servicios.

## **2.4. Formulación de hipótesis.**

### **2.4.1. Hipótesis general.**

La utilización de agregados provenientes de diferentes canteras en Pasco influye significativamente en las propiedades del concreto dosificado mediante el método ACI.

### **2.4.2. Hipótesis específicas.**

- Los agregados de diferentes canteras en Pasco presentan variaciones en sus características físicas y químicas que afectan significativamente la resistencia a la compresión del concreto.
- La trabajabilidad del concreto dosificado según el método ACI varía considerablemente al utilizar agregados de diferentes canteras en Pasco.

## **2.5. Identificación de las variables**

### **Variables independientes.**

- **Procedencia de los Agregados:** Esta variable representa la fuente o cantera de donde provienen los agregados utilizados en la dosificación del concreto. Se considerarán los agregados provenientes de distintas canteras

en la región de Pasco.

### VARIABLES DEPENDIENTES.

- **Resistencia del Concreto:** La resistencia mecánica del concreto será una variable dependiente importante que se medirá mediante ensayos de resistencia a la compresión. Se evaluará la fuerza que el concreto puede soportar antes de sufrir una falla bajo carga.
- **Durabilidad del Concreto:** La durabilidad del concreto es otra variable dependiente relevante. Se considerarán aspectos como la resistencia a la abrasión, la resistencia a la penetración de agua y la resistencia a los ciclos de congelamiento y deshielo, entre otros. Además, es posible que el proyecto también considere otras variables que puedan influir en la dosificación y propiedades del concreto, como la relación agua-cemento, el tipo de cemento utilizado, el contenido de aditivos, las proporciones de agregados gruesos y finos, el tiempo de mezclado, entre otras. Estas variables adicionales pueden considerarse como variables de control o covariables en el análisis para tener en cuenta su posible efecto en los resultados.

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

**Tabla 3. Operacionalización de variables independiente y dependiente.**

Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentación	Herramientas
Variable independiente Propiedades físicas y mecánicas de los agregados	Propiedades físicas	Granulometría	Ensayos de laboratorio estándar.	NTP 400.012
		Peso específico		NTP 400.22
	Propiedades mecánicas	Absorción	Ensayo de abrasión o ensayo de los ángeles	NTP 339185
		Contenido de humedad		NTP 339.046
		Peso unitario suelto y compactado		NTP 400.018
Proporción de la mezcla	Resistencia a la degradación	Metodología del ACI	NTP 400.019	
Variable dependiente Diseño de mezcla	Resistencia a la compresión	Cemento Agregado (hormigón) agua	Ensayo de concreto en estado endurecido	Método del comité 211 del ACI
		Resistencia mayores a 210 kg/cm <sup>2</sup>		NTP 339.034

Fuente: tesisistas

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación.**

El tipo de investigación realizado se clasifica como correlacional, debido a que se buscó establecer el grado de relación existente entre las variables de estudio. En este caso, se analizó la relación entre el concreto y los agregados provenientes de la cantera Sacrafamilia y la cantera de Cochamarca.

Además, el estudio también se considera explicativo, ya que se describieron detalladamente los resultados de las propiedades físicas y mecánicas mediante ensayos realizados tanto a los agregados como al concreto de ambas canteras. Al proporcionar explicaciones claras y detalladas sobre los resultados obtenidos, se busca entender y comprender mejor la relación entre las variables y las razones detrás de los diferentes comportamientos observados en los materiales de ambas canteras.

#### **3.2. Nivel de investigación.**

El nivel de investigación es explicativo, porque se caracteriza por la búsqueda de la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en la investigación científica para resolver problemas y necesidades específicas en situaciones específicas. El propósito de este caso es evaluar el desempeño y propiedades mecánicas del concreto con agregados de diferentes

canteras.

### **3.3. Métodos de investigación.**

En cuanto a la orientación del estudio, se empleó un enfoque aplicado, ya que se utilizaron teorías ya existentes, como las Normas Técnicas Peruanas y el ASTM, para determinar las propiedades físicas del agregado y del concreto. Asimismo, se utilizó la metodología ACI para el diseño de mezcla del concreto.

El enfoque adoptado fue cuantitativo, ya que se llevaron a cabo mediciones objetivas de los indicadores utilizando valores numéricos. Se compararon dos canteras para el concreto, realizando un análisis de la cantera Chullqui y otro análisis de la cantera Andabamba. De esta manera, se pudieron comparar las propiedades físicas y mecánicas del agregado (concreto) de ambas canteras.

En cuanto a la fuente de obtención de datos, se utilizó un enfoque retrolectivo. Se recopilaron datos mediante formatos, fichas y encuestas que se utilizaron para registrar todos los ensayos realizados a los agregados y al concreto endurecido. Estos formatos seguían las directrices establecidas por las normas ASTM y NTP.

### **3.4. Diseño de investigación.**

Este es un proyecto de investigación experimental ya que se manipularon variables independientes y se realizaron cambios y mediciones continuas a través de diversas pruebas de laboratorio para comparar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de las dos canteras.

Por el lado direccional, actualmente se está midiendo y analizando la disponibilidad de áridos de concreto en dos canteras, lo cual es prometedor ya que permitirá determinar el impacto de su uso y mejoras futuras. Puede ser una causa y puede convertirse en realidad. Al ser transversal, al ser los datos recolectados y medidos una sola vez para las variables a medida que se desarrolla el fenómeno estudiado, se procede inmediatamente a una descripción

y análisis de los datos obtenidos de cada prueba.

### 3.5. Población y muestra.

La población está compuesta por 18 muestras de concreto divididas en 9 muestras de concreto de la cantera Sacrafamilia y 9 muestras de concreto de la cantera Cochamarca utilizando cemento Portland tipo I.

Las muestras son 100% seguras y arrojan 18 muestras de prueba, distribuidas de la siguiente manera:

Muestra de probetas

Días de rotura	Probeta con la cantera Chullqui	Probeta con la cantera Andabamba	Total
7 días	3	3	18
14 días	3	3	probetas
28 días	3	3	

Fuente: propia

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Fuente primaria: Formato estandarizado para pruebas de laboratorio según especificaciones.

Regulaciones Nacionales (NTP)

Fuentes adicionales: libros, revistas, materiales educativos, artículos, recursos electrónicos.

Norma técnica para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales de aportación.

Ensayo	Norma
Extracción de la muestra	NTP 400.010
Granulometría	NTP 400.012
Peso específico y absorción	NTP 400.021
Contenido de humedad	NTP 339.185
Terrones de arcilla y partícula desmenuzables	NTP 400.015
Porcentaje de finos que pasa la malla N°200	NTP 400.018
Partículas livianas, carbón y lignito	NTP 400.023
Contenido de cloruros y sulfatos	NTP 400.014
Ensayo de abrasión	NTP 400.019

Ensayo	Norma
Tiempo de fraguado	NTP 334.006
Temperatura de mezcla del concreto	NTP 339.184
Densidad, rendimiento y contenido de aire	NTP 339.046
Asentamiento del concreto	NTP 339.035
Elaboración y curado de especímenes	NTP 339.033
Resistencia a la compresión	NTP 339.034

Normas técnicas para determinar las propiedades del concreto

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.**

El procesamiento de los datos se realizó en Excel y los resultados se verificaron mediante el cálculo del coeficiente de variación, desviación estándar, factores humanos y coeficiente de determinación.

Tablas estadísticas, gráficos, histogramas, etc. Para interpretar mejor los resultados de las pruebas.

### **3.8. Tratamiento estadístico.**

Se utilizará el programa IBM SPSS Statistics para analizar dosis óptimas que mejoren significativamente las características específicas buscadas en el estudio.

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica.**

Esta tesis se centra exclusivamente en los áridos de las canteras de Cochamarca y Sacra Familia con el fin de obtener el título profesional. Los ensayos para determinar las propiedades físico-mecánicas de estos agregados se realizaron en el laboratorio de la Escuela Profesional de la Construcción de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, ubicado en el domicilio local SL01.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1. Descripción del Proyecto**

Esta sección presenta el “Método ACI para el análisis comparativo de parámetros de tamaño del concreto utilizando diferentes agregados de cantera” con un informe presentado en respuesta a una solicitud de trabajo sobre pruebas de concreto en áreas específicas, el área dirigida por el tesista.

Para organizar y comprender mejor este proyecto final, el informe que se presenta a continuación tendrá el siguiente formato: resumen, descripción de pruebas realizadas, informe técnico, reportaje fotográfico y observaciones.

##### **4.1.2. Recolección de datos del Proyecto.**

###### **Antecedentes:**

El laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil ubicada en los predios de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión presta servicios a los alumnos en las áreas de: suelos, concreto, materiales y asfaltos, con un encargado becario en cada área. De manera al cual fui como Técnico operador en el área de concreto, empezando con las labores a partir del 5 de junio del presente año. Laboratorio donde realicé mi Tesis con título Análisis comparativo de las

variables en la dosificación del concreto método ACI al emplear agregados de diferentes canteras.

#### **4.1.3. Resumen:**

Para obtener datos óptimos y precisos de una prueba, es necesaria y recomendada la calibración del equipo y los instrumentos utilizados. Por lo tanto, este informe confirma la calibración del equipo (prensa hidráulica, báscula) y una visión general de su estado. instrumento.

El equipo del laboratorio está calibrado y se adjuntan certificados. Cuando se utilizan áridos de diferentes canteras, se realiza un análisis comparativo de indicadores variables de dosificación de concreto según el método ACI. Hemos seleccionado las empresas constructoras más solicitadas en Pasco. Para ello se seleccionaron tres canteras diferentes: Cantera Sacra Familia, Cantera Cochamarca y Cantera Vicco, proveedoras de áridos triturados: grava de 1", 3/4", 3/8" y no. 4 arena.

Para su posterior caracterización en el laboratorio de construcción, se tomaron muestras de las respectivas canteras mediante operaciones de pulverización manual y luego se realizó el diseño de la mezcla de concreto mediante el método ACI utilizando agregados de las canteras antes mencionadas. La variante identifica la variante que se produce.

#### **4.1.4. Descripción:**

Primero, se analizaron las propiedades físicas probando la distribución del tamaño de las partículas, la gravedad específica, la compresibilidad, el contenido de agua, la gravedad específica y la tasa de absorción del agregado natural.

- Verificar la calibración del equipo.
- Verificar el estado del equipo.
- Descripción de la carrera seleccionada.

- Las muestras se toman manualmente dividiéndolas en cuartos.

## **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

### **4.2.1. Caracterización física de los agregados**

Garantizar la continuidad de la elaboración del informe de trabajo de diplomatura titulado “Método ACI para el análisis comparativo de parámetros de dosificación de concreto cuando se utilizan materiales de relleno de diferentes canteras” aprobado mediante resolución MG/TD/N° 011/2022. Proporciona informes relacionados.

En este informe se llevaron a cabo todas las pruebas sobre las propiedades físicas de los agregados empaquetados en láminas. El encabezado de cada página contiene información que la identifica.

Los ensayos a realizar y las normas que se aplicaran son las siguientes:

- ASTM C – 136 Análisis del tamaño de partículas de agregados gruesos y finos
- ASTM C – 127, ASTM C -128 Gravedad específica y absorción de agua de agregados gruesos y finos.
- Peso unitario del agregado grueso y fino ASTM C – 129.
- Porosidad del agregado grueso ASTM C – 129.
- Resistencia a la abrasión ASTM C – 131.
- Composición del material más fina que un tamiz no. 200 en agregado ASTM C – 117.
- Aditivos orgánicos en arena de concreto ASTM C – 40.
- Gravedad específica del cemento.

Las plantillas están ordenadas por cantera de acuerdo al siguiente orden; cantera Sacrafamilia, Cantera Cochamarca y Cantera Vicco.

### **4.3. Prueba de Hipótesis**

#### **4.3.1. Verificación de la calibración de los equipos, instrumentos y obtención de muestras.**

El laboratorio de Ingeniería Civil UNDAC ubicada en los predios de la Facultad de Ingeniería presta servicios al público en las áreas de: suelos, concretos, materiales y asfaltos, con un encargado en cada área.

Para obtener datos óptimos, certeros de los ensayos, es necesario y recomendable de que los equipos e instrumentos que se utilicen estén calibrados, es por ello que en este informe se realiza la verificación de las calibraciones de los equipos (prensa hidráulica, balanzas) y una revisión general de estado de los instrumentos.

Para realizar un análisis comparativo de las variables de la dosificación del CONCRETO por el método ACI al emplear agregados de diferentes canteras. Se seleccionó a aquellas que tienen mayor demanda de las empresas constructoras dedicadas a obras civiles en la ciudad de Pasco y alrededores. Para ello se seleccionó tres canteras diferentes: cantera Cochamarca, cantera Sacrafamilia, cantera Vicco, proveedores de agregados chancados de: gravas de 1", 3/4", 3/8" y arena N°4.

Las muestras fueron obtenidas de las mismas canteras mediante cuarteos manuales, para su posterior caracterización en el laboratorio donde posteriormente se realizará el diseño de mezclas de CONCRETO por el método ACI empleando agregados de las canteras anteriormente mencionadas, con el fin de determinar las variaciones que se presentan.

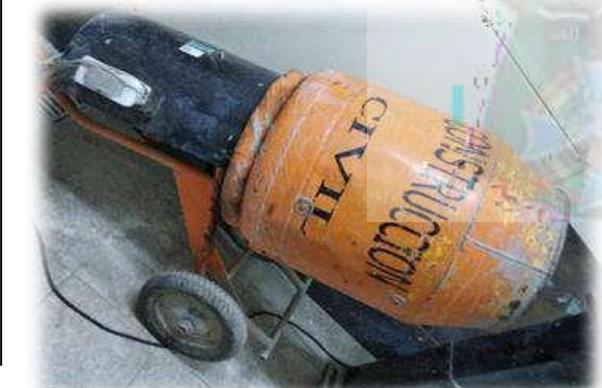
### **4.4. Discusión de resultados**

#### **4.4.1. Descripción**

Verificación de la calibración de equipos Verificación del estado de los instrumentos Descripción de las canteras elegidas.

#### 4.4.2. Verificación de la calibración de equipos

##### Verificación del buen estado de los instrumentos a emplear

<b>Prensa de compresión</b>	<b>Olla del capink</b>
	
<b>Horno Industrial</b>	<b>Máquina de desgaste de los Ángeles</b>
	
<b>Hormigonera</b>	<b>Tamizador mecánico</b>
	
Fuente: elaboración propia	

<b>Cono de Abrams</b>	<b>Moldes troncocónicos</b>
 A metal Abrams cone, a funnel-shaped mold used for casting concrete, standing on a tiled floor.	 Several metal truncated cone molds of different sizes, some resting on a blue metal stand.
<b>Canastillo</b>	<b>Matraz</b>
 A large, cylindrical, woven basket-like structure, likely used for casting or drying concrete samples.	 A glass flask (matraz) sitting on a green mat on a tiled floor, with a power cord visible in the background.
<b>Frasco de Lechatelier</b>	<b>Moldes</b>
 A Lechatelier flask, a specialized glass flask used for testing concrete, sitting on a white cloth on a tiled floor.	 A collection of various concrete molds of different shapes and sizes, arranged on a green metal shelf.

Fuente: elaboración propia

**Balanza de 2100g de capacidad**



**Balanza de 30 Kg de capacidad**



**Serie de tamices**



**Balanza de 6000g de capacidad**



**Recipientes para pesos unitarios**



**Refrentador**



Fuente: elaboración propia

**Descripción de las canteras.**

FICHA DE LA CANTERA	
DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
<p>CANTERA: Sacrafamilia                      MATERIAL: Gravas y Arenas                      DEPARTAMENTO: Pasco                      PROVINCIA: Pasco                      LOCALIDAD: Sacrafamilia                      COORDENADAS: 16°39'50,0" S                      68°02'11,8" W</p>	
OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍAS
<p>La cantera es proveedora de                      aridos chancados: gravas de 1"                      ,3/4", 3/8" y arena N°4.</p>	 
<p>Fuente: Elaboración propia</p>	

FICHA DE LA CANTERA	
DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
CANTERA: Cochamarca	
MATERIAL: Gravas y Arenas	
DEPARTAMENTO: Pasco	
PROVINCIA: Pasco	
LOCALIDAD: Cochamarca	
COORDENADAS: 16°25'57,6" S 68°20'02,8" W	
OBSERVACIONES	FOTOGRAFIAS
<p>La cantera es proveedora de aridos chancados: gravas de 1" ,3/4", 3/8" y arena N°4.</p>	 
Fuente: Elaboración propia	

FICHA DE LA CANTERA	
DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
CANTERA: Vicco	
MATERIAL: Gravas y Arenas	
DEPARTAMENTO: Pasco	
PROVINCIA: Pasco	
LOCALIDAD: Vicco	
COORDENADAS: 16°19'31,9" S 68°25'03,6" W	
OBSERVACIONES	FOTOGRAFIAS
<p>La cantera es proveedora de aridos chancados: gravas de 1" ,3/4" , 3/8" y arena N°4.</p>	
	
Fuente: Elaboración propia	

#### **4.4.3. Caracterización física de los agregados**

##### **Descripción de los ensayos:**

Análisis granulométrico del agregado grueso y fino ASTM C -136

Peso específico y absorción del agregado grueso y fino ASTM C -127, ASTM C-128 respectivamente.

Pesos unitarios del agregado grueso y fino ASTM C -129  
Porcentaje de huecos del agregado grueso ASTM C -129 Resistencia al desgaste ASTM C -131.

Contenido de material más fino que el tamiz N° 200 en los agregados ASTM C – 117 Impurezas orgánicas en arenas para fabricar Concretos ASTM C - 40

Peso específico del cemento

##### **Informe técnico**

Las planillas están ordenadas por cantera de acuerdo al siguiente orden:

**Cantera:** Sacrafamilia, Cochamarca y Vicco

##### **Reporte fotográfico**

En el reporte fotográfico se tiene el procedimiento de los ensayos, explicados mediante una serie de imágenes.

## Caracterización de los agregados.

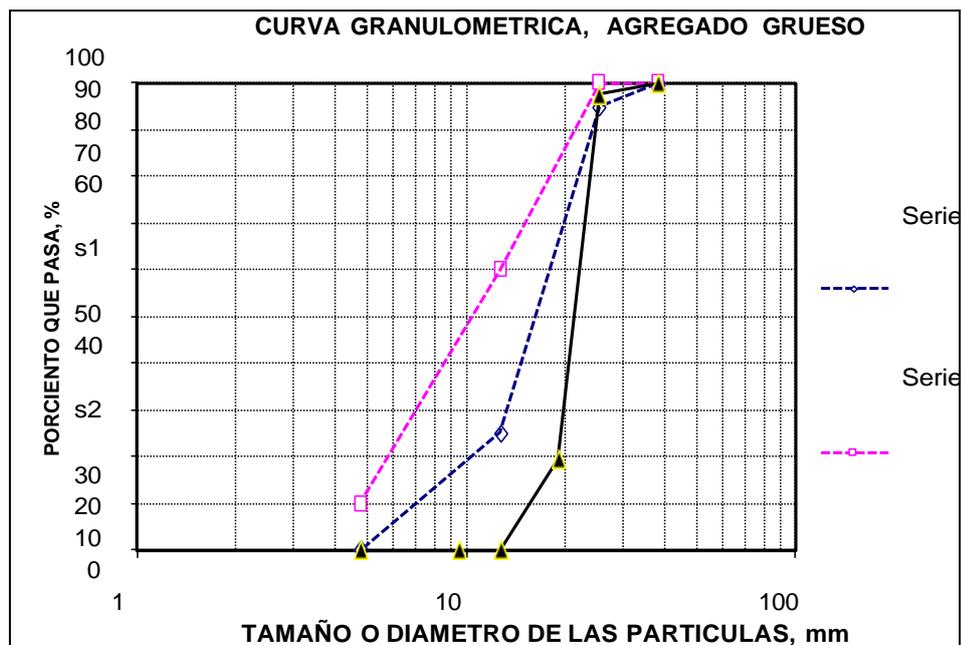
CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS								
PROYECTO: Tesis								
OPERADOR: Luis Fernandez E.								
PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Sacrafamilia								
LABORATORIO: UNDAC								

GRANULOMETRIA DE LA GRAVA								
---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Peso muestra total seca (gr) = 10101,5								
tamiz U.S. Standart	abertura en mm	peso ret. gramos	% ret. indiv.	% ret. acum.	% pasa	Solo Agr. Grueso		Lím. Espec. A.S.T.M. % Pasa
						Menos % Pasa T N° 4	% Pasa	
2 1/2"	64,000	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0	
2"	50,800	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0	
1 1/2"	38,100	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0	100,0
1"	25,400	235,50	2,3	2,3	97,7	0,0	100,0	95 -- 100
3/4"	19,000	7898,00	78,2	80,5	19,5	0,0	100,0	--
1/2"	12,700	1967,50	19,5	100,0	0,0	0,0	100,0	25 -- 60
3/8"	9,510	0,00	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	--
N° 4	4,760	0,00	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0 -- 10
N° 8	2,380	0,00	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	
N° 16	1,190	0,00	0,0	100,0	0,0			
N° 30	0,595	0,00	0,0	100,0	0,0			
N° 50	0,297	0,00	0,0	100,0	0,0			
N° 100	0,149	0,00	0,0	100,0	0,0			
Charola		0,00	0,0	100,0	0,0			
Totales:		10101,0	100,0	780,5				

% de Agregado Grueso:	<b>100,0</b>
% de Agregado Fino:	<b>0,0</b>

Módulo de fineza de la Grava:	<b>7,81</b>
Tamaño Máximo del Agregado:	<b>1"</b>



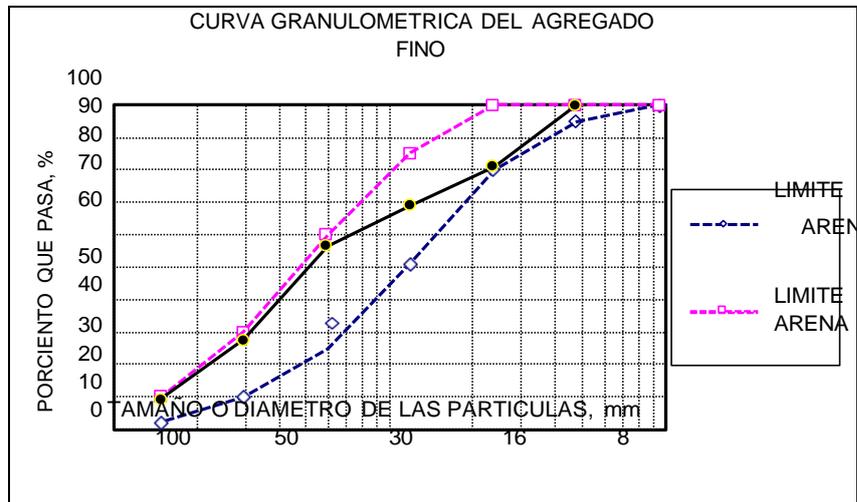
fuente: Planillas de Laboratorio

**CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS**

**PROYECTO:** Tesis  
**OPERADOR:** Luis Fernandez E  
**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Sacrafamilia

**GRANULOMETRIA DE LA ARENA**

Peso muestra total seca (gr) = <b>1006,9</b>							
tamiz U.S. Standart	abertura en mm	peso ret. gramos	% ret. indiv.	% ret. acum.	% pasa	% pasa sobre muestra total	Lím. Espec. A.S.T.M. % Pasa
2 1/2"	64,000	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	
2"	50,800	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	
1 1/2"	38,100	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	
1"	25,400	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	
1/2"	12,700	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	
3/8"	9,510	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100
Nº 4	4,760	18,5	1,8	1,8	98,2	98,2	
TOTAL :		18,5		1,8			
ANALISIS DE TAMICES DEL AGREGADO FINO				PESO MUESTRA TOTAL SECA = 987,6			
Nº 4	4,760		0,0	0,0	100,0	98,2	95 -- 100
Nº 8	2,380	187,7	19,0	19,0	81,0	79,5	80 -- 100
Nº 16	1,190	118,6	12,0	31,0	69,0	67,7	50 -- 85
Nº 30	0,595	121,6	12,3	43,3	56,7	55,6	25 -- 60
Nº 50	0,297	286,9	29,1	72,4	27,6	27,1	10 -- 30
Nº 100	0,149	181,1	18,3	90,7	9,3	9,1	2 -- 10
Charola	0,074	91,7	9,3	100,0	0,0	0,0	
Totales:		<b>987,6</b>	100,0	256,4			
% de Agregado Grosso: <b>1,8</b>				Módulo de fineza de la Arena: <b>2,63</b>			
% de Agregado Fino: <b>98,2</b>				Mód. de fineza del Agregado Fino: <b>2,56</b>			



fuente: Planillas de Laboratorio

<b>CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS</b>			
<b>PROYECTO:</b> Tesis			
<b>OPERADOR:</b> Luis Fernandez E.			
<b>PROCEDENCIA DEL AGREGADO:</b> Sacrafamilia			
<b>LABORATORIO:</b> UNDAC			
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO: ASTM C-127</b>			
	MUESTRA N°	1	2
Peso muestra saturada superficialmente seca		10296,0	11000,0
Peso muestra + canastillo (sumergidos)		8072,0	8570,0
Peso canastillo sumergido		1652,0	1654,0
Peso muestra sumergida		6420,0	6916,0
Peso igual volúmen de agua		3876,0	4084,0
Peso Específico		2,656	2,693
<b>PESO ESPECIFICO PROMEDIO</b>	<b>Gsss</b>	<b>2,675</b>	
Peso Especifico Seco		2,641	2,679
<b>PESO ESPECIFICO SECO PROMEDIO</b>	<b>Gs</b>	<b>2,660</b>	
<b>ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO: ASTM C-127</b>			
Peso muestra secada al horno		10237,0	10942,0
Peso agua absorbida		59,0	58,0
Absorción en porcentaje		0,576	0,530
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO EN %</b>		<b>0,553</b>	
<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO: ASTM C-29</b>			
	MUESTRA N°	1	2
Peso del recipiente (tara)		4732,0	4732,0
Volúmen del recipiente		9445,5	9445,5
Peso del recipiente + muestra suelta		18794,0	18911,0
Peso muestra suelta		14062,0	14179,0
Peso Unitario suelto		1,489	1,501
<b>PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO</b>	<b>(Kg/m3)</b>	<b>1495</b>	
Peso recipiente + muestra compactada		20124,0	20194,0
Peso muestra compactada		15392,0	15462,0
Peso unitario compactado		1,630	1,637
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO</b>	<b>(Kg/m3)</b>	<b>1633</b>	
<b>PORCENTAJE DE HUECOS DEL AGREGADO GRUESO: ASTM C-29</b>			
		<b>suelto</b>	<b>compacto</b>
Peso específico promedio		2,660	2,660
Peso unitario del agua		1000,000	1000,000
Gs*PUw=		2660,180	2660,180
Peso unitario promedio		1494,945	1633,265
<b>PORCENTAJE DE HUECOS</b>	<b>(Gs*PUw-PU)*100/(Gs*PUw)=</b>	<b>43,803</b>	<b>38,603</b>
fuente: Planillas de Laboratorio			

CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS			
<b>PROYECTO:</b> Tesis			
<b>OPERADOR:</b> Luis Fernández E. <b>PROCEDENCIA</b>			
<b>DEL AGREGADO:</b> Sacrafamilia <b>LABORATORIO:</b>			
<b>UNDAC</b>			
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO: ASTM C-128			
	MUESTRA N°	1	2
Peso frasco volumétrico		271,4	271,4
Peso frasco lleno de agua		770,5	770,2
Peso muestra saturada superficialmente seca		500,8	505,2
Peso frasco + agua + muestra		1074,8	1077,5
Peso agua añadida		302,6	300,9
Capacidad del Frasco		499,1	498,8
Peso del agua desplazada		196,5	197,9
Peso Específico		2,549	2,553
<b>PESO ESPECIFICO PROMEDIO</b>	<b>Gsss</b>	<b>2,551</b>	
Peso Específico Seco		2,431	2,450
<b>PESO ESPECIFICO SECO PROMEDIO</b>	<b>Gs</b>	<b>2,440</b>	
ABSORCION DEL AGREGADO FINO: ASTM C-128			
Peso muestra secada al horno		477,7	484,8
Peso agua absorbida		23,1	20,4
Absorción en porcentaje		4,836	4,208
<b>ABSORCION PROMEDIO EN %</b>		<b>4,522</b>	
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO: ASTM C-29			
	MUESTRA N°	1	2
Peso del recipiente (tara)		4467,0	4467,0
Volúmen del recipiente		2850,0	2850,0
Peso del recipiente + muestra suelta		8944,0	9078,0
Peso muestra suelta		4477,0	4611,0
Peso Unitario suelto		1,571	1,618
<b>PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO</b>	<b>(Kg/m3)</b>	<b>1594</b>	
Peso recipiente + muestra compactada		9495,0	9559,0
Peso muestra compactada		5028,0	5092,0
Peso unitario compactado		1,764	1,787
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO</b>	<b>(Kg/m3)</b>	<b>1775</b>	
PORCENTAJE DE HUECOS DEL AGREGADO GRUESO: ASTM C-29			
		<b>suelto</b>	<b>compacto</b>
Peso específico promedio		2,440	2,440
Peso unitario del agua		1000,000	1000,000
Gs*PUw=		2440,383	2440,383
Peso unitario promedio		1594,386	1775,439
<b>PORCENTAJE DE HUECOS</b>	<b>(Gs*PUw-PU)*100/(Gs*PUw)=</b>	<b>34,667</b>	<b>27,248</b>
fuente: Planillas de Laboratorio			

**ENSAYO: IMPUREZAS ORGÁNICAS (AGREGADO FINO) ASTM C-40****PROYECTO: Tesis****OPERADOR: Luis Fernández E.****PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Cantera Sacrafamilia****LABORATORIO: UNDAC**

La presente práctica cubre dos procedimientos para una determinación aproximada de la presencia de impurezas orgánicas perjudiciales en agregados finos que serán utilizados en cemento hidráulico o Concreto. Un procedimiento utiliza una solución de color de referencia y otro utiliza un estándar de color de vidrio.

<b>CODIGO</b>	<b>PESO MUESTRA SECA (gr)</b>	<b>PORCENTAJE DE SOLUCION</b>	<b>RESULTADO DE ESCALA DE COLORES</b>
1	210,0	3%	Nº 1
2	221,5	3%	Nº 1

**Nota:** La placa orgánica viene con 5 vidrios de diferentes coloraciones que están numerados del 1 al 5 y están basados en la escala de colores estándar Gardner de acuerdo con lo descrito en la tabla.

<b>No. de color en placa</b>	<b>Número de color estándar Gardner</b>
1	5
2	8
3 (estandar)	11
4	14
5	16

**OBSERVACIONES**

El ensayo se realizó bajo la norma ASTM C - 40.

Los resultados de este ensayo determinarán de que el agregado es apto para el diseño de mezclas de CONCRETO.

Para la veracidad de los datos se realizaron dos veces el ensayo.

fuentes: Planillas de Laboratorio

**ENSAYO DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO****CON LA MÁQUINA DE LOS ANGELES****PROYECTO:** Tesis**OPERADOR:** Luis Fernández E **PROCEDENCIA:** CanteraSacrafamilia **LABORATORIO:** UNDAC**DESCRIPCION DEL MÉTODO A UTILIZAR**

	Número de Esferas a colocar/ 500 revoluciones			
GRADACION	A	B	C	D
CARGA ABRASIVA	12	11	8	6

**PORCIENTO DE LA MUESTRA**

Nº	PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	CANTIDAD grs.	OBSERVACIONES
1	1,1/2	1"	1252	
2	1"	3/4"	1252	
3	3/4"	1/2"	1250	
4	1/2"	3/8"	1247	
Peso inicial (Muestra Y -1)			5001	
Retenido tamiz de corte No 12 (gr)			4178	
Diferencia en (gr)			823	
<b>% DESGASTE</b>			<b>16</b>	

**OBSERVACIONES**

Ensayo efectuado de acuerdo ala Norms ASTM C-131

El Metodo utilizado fue; (Metodo - A), peso de esferas = 4997,5 gr. La muestra fue obtenida por el laboratorio desde la cantera.

fuente: Planillas de Laboratorio

**ENSAYO: CONTENIDO DE MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N 200 (ASTM C-117)**

**PROYECTO:** Tesis  
**OPERADOR:** Luis Fernández E.  
**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Cantera Sacrafamilia  
**LABORATORIO:** UNDAC

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	1	2
PESO DEL RECIPIENTE	(gr)	127,6	128,00
PESO DE LA MUESTRA SECA	(gr)	500,5	502,50
PESO DEL RECIPIENTE MAS MUESTRA SECA	(gr)	613,2	618,00
PESO SECO LAVADO (gr)	(gr)	485,6	487,00
PMMF N° 200	(%)	3,1	3,2
PMMF N° 200 PROMEDIO	(%)	3,13	

**OBSERVACIONES**

Para el cuarteado se utilizó muestra húmeda con el fin de la conservación de finos en el agregado.

El ensayo se realizó bajo la norma ASTM C - 117

Para tener mayor certeza en los datos el ensayo se realizó dos veces

Fuente: planillas Laboratorio

**CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS PROYECTO: Tesis**

**OPERADOR:** Luis Fernández E.  
**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Cochamarca  
**LABORATORIO:** UNDAC

**GRANULOMETRIA DE LA GRAVA**

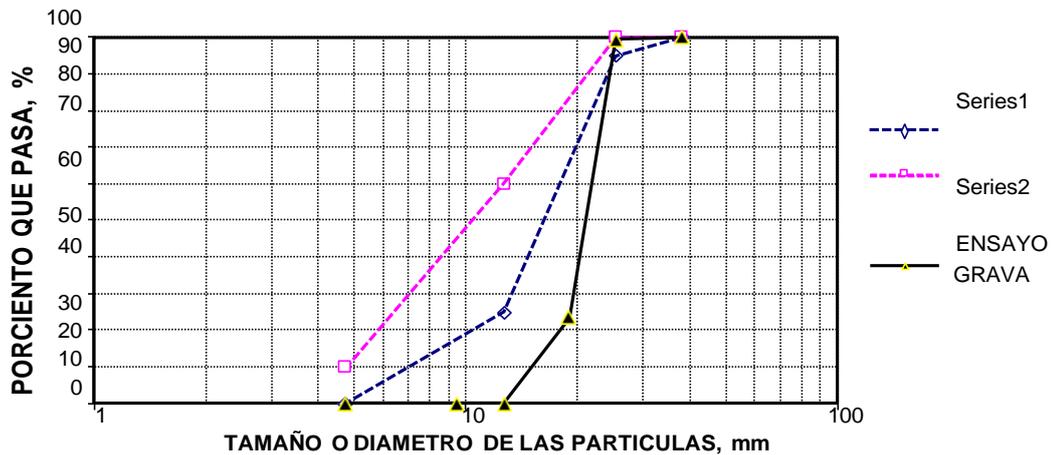
Peso muestra total seca (gr) = 10001,5

tamiz U.S. Standart	abertura en mm	peso ret. gramos	% ret. indiv.	% ret. acum.	% pasa	Solo Agregado Grueso		Lím. Espec. A.S.T.M. % Pasa
						Menos % Pasa T N° 4	% Pasa	
2 1/2"	64,000	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0	
2"	50,800	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0	
1 1/2"	38,100	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0	100,0
1"	25,400	58,00	0,6	0,6	99,4	0,0	100,0	95 -- 100
3/4"	19,000	7584,50	75,9	76,5	23,5	0,0	100,0	--
1/2"	12,700	2349,00	23,5	100,0	0,0	0,0	100,0	25 -- 60
3/8"	9,510	0,00	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	--
N° 4	4,760	0,00	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0 -- 10
N° 8	2,380	0,00	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	
N° 16	1,190	0,00	0,0	100,0	0,0			
N° 30	0,595	0,00	0,0	100,0	0,0			
N° 50	0,297	0,00	0,0	100,0	0,0			
N° 100	0,149	0,00	0,0	100,0	0,0			
Charola		0,00	0,0	100,0	0,0			
Totales:		9991,5	100,0	776,5				

% de Agregado Grueso:	<b>100,0</b>
% de Agregado Fino:	<b>0,0</b>

Módulo de fineza de la Grava:	<b>7,76</b>
Tamaño Máximo del Agregado:	<b>1"</b>

**CURVA GRANULOMETRICA, AGREGADO GRUESO**



fuente: Planillas de Laboratorio

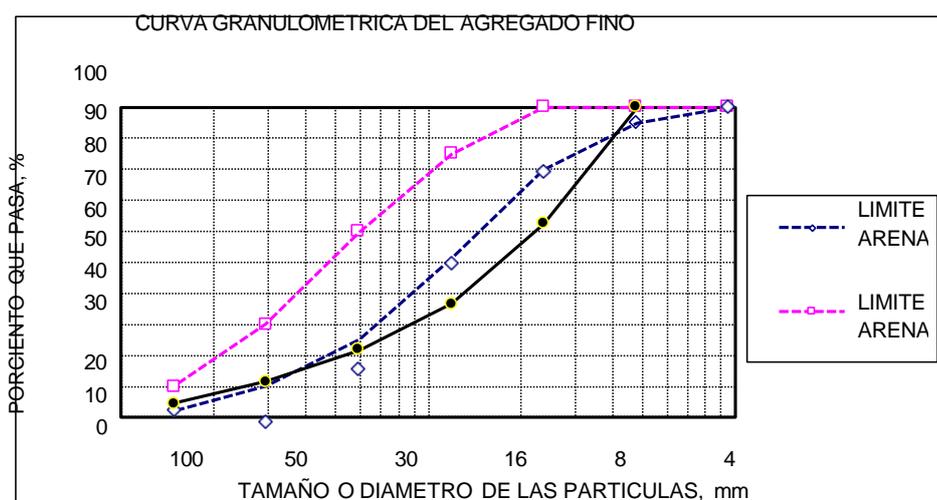
**CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS**

**PROYECTO:** Tesis  
**OPERADOR:** Luis Fernández E.  
**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Cochamarca  
**LABORATORIO:** UNDAC

**GRANULOMETRIA DE LA ARENA**

**Peso muestra total seca (gr) = 1000**

tamiz U.S. Standart	apertura en mm	peso ret. gramos	% ret. indiv.	% ret. acum.	% pasa	% pasa sobre muestra total	Lim. Espec. A.S.T.M. % Pasa	
2 1/2"	64,000	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0		
2"	50,800	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0		
1 1/2"	38,100	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0		
1"	25,400	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0		
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0		
1/2"	12,700	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0		
3/8"	9,510	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100	
N° 4	4,760	5,2	0,5	0,5	99,5	99,5		
TOTAL :		5,2		0,5				
ANALISIS DE TAMICES DEL AGREGADO FINO		PM TOTAL SECA =					994,1	
N° 4	4,760		0,0	0,0	100,0	99,5	95 -- 100	
N° 8	2,380	373,1	37,5	37,5	62,5	62,1	80 -- 100	
N° 16	1,190	257,0	25,9	63,4	36,6	36,4	50 -- 85	
N° 30	0,595	148,1	14,9	78,3	21,7	21,6	25 -- 60	
N° 50	0,297	102,5	10,3	88,6	11,4	11,3	10 -- 30	
N° 100	0,149	70,3	7,1	95,7	4,3	4,3	2 -- 10	
Charola	0,074	43,1	4,3	100,0	0,0	0,0		
Totales:		<b>994,1</b>	100,0	363,5				
% de Agregado G grueso:				<b>0,5</b>	MDF de la Arena:		<b>3,65</b>	
% de Agregado Fino:				<b>99,5</b>	MDF del Agregado Fino:		<b>3,63</b>	



fuente: Planillas de Laboratorio

<b>CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS</b>			
<b>PROYECTO:</b> Tesis			
<b>OPERADOR:</b> Luis Fernández E. <b>PROCEDENCIA</b>			
<b>DEL AGREGADO:</b> Cochamarca <b>LABORATORIO:</b>			
<b>UNDAC</b>			
<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO: ASTM C-127</b>			
MUESTRA N°	1	2	
Peso muestra saturada superficialmente seca	9706,0	10345,0	
Peso muestra + canastillo (sumergidos)	7715,0	8121,0	
Peso canastillo sumergido	1652,0	1653,0	
Peso muestra sumergida	6063,0	6468,0	
Peso igual volúmen de agua	3643,0	3877,0	
Peso Específico	2,664	2,668	
<b>PESO ESPECIFICO PROMEDIO (gr/cc)</b>	<b>2,666</b>		
Peso Específico Seco	2,622	2,629	
<b>PESO ESPECIFICO SECO PROMEDIO (gr/cc)</b>	<b>2,625</b>		
<b>ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO: ASTM C-127</b>			
Peso muestra secada al horno	9551,0	10191,0	
Peso agua absorbida	155,0	154,0	
Absorcion en porcentaje	1,623	1,511	
<b>ABSORCION PROMEDIO EN %</b>	<b>1,567</b>		
<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO: ASTM C-29</b>			
MUESTRA N°	1	2	
Peso del recipiente (tara)	4731,0	4731,0	
Volúmen del recipiente	9445,5	9445,5	
Peso del recipiente + muestra suelta	18097,0	18000,0	
Peso muestra suelta	13366,0	13269,0	
Peso Unitario suelto	1,415	1,405	
<b>PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO (Kg/m3)</b>	<b>1410</b>		
Peso recipiente + muestra compactada	19502,0	19642,0	
Peso muestra compactada	14771,0	14911,0	
Peso unitario compactado	1,564	1,579	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO (Kg/m3)</b>	<b>1571</b>		
<b>PORCENTAJE DE HUECOS DEL AGREGADO GRUESO: ASTM C-29</b>			
	<b>suelto</b>	<b>compacto</b>	
Peso específico promedio	2,625	2,625	
Peso unitario del agua	1000,000	1000,000	
Gs*PUw=	2625,160	2625,160	
Peso unitario promedio	1409,931	1571,224	
<b>PORCENTAJE DE HUECOS (Gs*PUw-PU)*100/(Gs*PUw)=</b>	<b>46,292</b>	<b>40,147</b>	
fuente: Planillas de Laboratorio			

CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS			
<b>PROYECTO:</b> Tesis <b>OPERADOR:</b> Luis Fernández E. <b>PROCEDENCIA</b> <b>DEL AGREGADO:</b> Cochamarca <b>LABORATORIO:</b> <b>UNDAC</b>			
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO: ASTM C-128			
	MUESTRA N°	1	2
Peso frasco volumétrico		271,4	271,4
Peso frasco lleno de agua		770,0	770,2
Peso muestra saturada superficialmente seca		500,2	503,1
Peso frasco + agua + muestra		1073,7	1074,2
Peso agua añadida		302,1	299,7
Capacidad del Frasco		498,6	498,8
Peso del agua desplazada		196,5	199,1
Peso Específico		2,546	2,527
<b>PESO ESPECIFICO PROMEDIO</b>	<b>(gr/cc)</b>	<b>2,536</b>	
Peso Específico Seco		2,424	2,409
<b>PESO ESPECIFICO SECO PROMEDIO</b>	<b>(gr/cc)</b>	<b>2,417</b>	
ABSORCION DEL AGREGADO FINO: ASTM C-128			
Peso muestra secada al horno		476,4	479,6
Peso agua absorbida		23,8	23,5
Absorcion en porcentaje		4,996	4,900
<b>ABSORCION PROMEDIO EN %</b>		<b>4,948</b>	
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO: ASTM C-29			
	MUESTRA N°	1	2
Peso del recipiente (tara)		4467,0	4467,0
Volúmen del recipiente		2850,0	2850,0
Peso del recipiente + muestra suelta		8644,5	8600,2
Peso muestra suelta		4177,5	4133,2
Peso Unitario suelto		1,466	1,450
<b>PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO</b>	<b>(Kg/m3)</b>	<b>1458</b>	
Peso recipiente + muestra compactada		8962,5	8970,2
Peso muestra compactada		4495,5	4503,2
Peso unitario compactado		1,577	1,580
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO</b>	<b>(Kg/m3)</b>	<b>1579</b>	
PORCENTAJE DE HUECOS DEL AGREGADO GRUESO: ASTM C-29			
		<b>suelto</b>	<b>compacto</b>
Peso específico promedio		2,417	2,417
Peso unitario del agua		1000,000	1000,000
	$G_s \cdot P_{Uw} =$	2416,634	2416,634
Peso unitario promedio		1458,018	1578,719
<b>PORCENTAJE DE HUECOS</b>	<b><math>(G_s \cdot P_{Uw} - P_U) \cdot 100 / (G_s \cdot P_{Uw}) =</math></b>	<b>39,667</b>	<b>34,673</b>
fuente: Planillas de Laboratorio			

## 1. ENSAYO: IMPUREZAS ORGÁNICAS (AGREGADO FINO) ASTM C-40

**PROYECTO:** Tesis

**OPERADOR:** Luis Fernández E.

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Cantera Cochamarca

**LABORATORIO:** UNDAC

La presente práctica cubre dos procedimientos para una determinación aproximada de la presencia de impurezas orgánicas perjudiciales en agregados finos que serán utilizados en cemento hidráulico o Concreto. Un procedimiento utiliza una solución de color de referencia y otro utiliza un estándar de color de vidrio.

<b>CODIGO</b>	<b>PESO MUESTRA</b>	<b>PORCENTAJE DE SOLUCION</b>	<b>RESULTADO DE ESCALA DE</b>
1	188,4	3%	N° 1
2	189,2	3%	N° 1

**Nota:** La placa orgánica viene con 5 vidrios de diferentes coloraciones que están numerados del 1 al 5 y están basados en la escala de colores estándar Gardner de acuerdo con lo descrito en la tabla.

<b>No. de color en placa orgánica</b>	<b>Número de color estándar Gardner</b>
1	5
2	8
3 (estandar)	11
4	14
5	16

### **OBSERVACIONES**

El ensayo se realizó bajo la norma ASTM C - 40.

Los resultados de este ensayo determinarán de que el agregado es apto para el diseño de mezclas de CONCRETO.

Para la veracidad de los datos se realizaron dos veces el ensayo.

fuelle: Planillas de Laboratorio

**ENSAYO DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO  
CON LA MÁQUINA DE LOS ANGELES**

**PROYECTO:** Tesis

**OPERADOR:** Luis Fernández E. **PROCEDENCIA:**

Cantera Cochamarca **LABORATORIO:** UNDAC

**DESCRIPCION DEL MÉTODO A UTILIZAR**

	Número de Esferas a colocar/ 500 revoluciones			
GRADACION	A	B	C	D
CARGA ABRASIVA	12	11	8	6

**PORCIENTO DE LA MUESTRA**

Nº	PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	CANTIDAD grs.	OBSERVACIONES
1	1,1/2	1"	1249	
2	1"	3/4"	1251	
3	3/4"	1/2"	1251	
4	1/2"	3/8"	1250	
Peso inicial (Muestra Y-1)			5001	
Retenido tamiz de corte No 12 (gr)			4248	
Diferencia en (gr)			753	
<b>% DESGASTE</b>			<b>15</b>	

**OBSERVACIONES:**

Ensayo efectuado de acuerdo a la Norma ASTM C-131  
El Método utilizado fue; (Método - A), peso de esferas = 5002 gr. La muestra fue obtenida por el laboratorio desde la cantera.

fuente: Planillas de Laboratorio

**CONTENIDO DE MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N 200 (ASTM C-117)****PROYECTO:** Tesis**OPERADOR:** Luis Fernández E.**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Cantera Cochamarca**LABORATORIO:** UNDAC

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Peso del recipiente</b>	<b>(gr)</b>	<b>74,6</b>	<b>74,70</b>
<b>Peso de la muestra seca</b>	<b>(gr)</b>	<b>502,3</b>	<b>502,50</b>
<b>Peso del recipiente mas muestra seca</b>	<b>(gr)</b>	<b>569,5</b>	<b>570,00</b>
<b>Peso seco lavado (gr)</b>	<b>(gr)</b>	<b>494,9</b>	<b>495,60</b>
<b>PMMF N° 200</b>	<b>(%)</b>	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>
<b>PMMF N° 200 Promedio</b>	<b>(%)</b>	<b>1,44</b>	

**OBSERVACIONES**

Para el cuarteado se utilizó muestra húmeda con el fin de la conservación de finos en el agregado.

El ensayo se realizó bajo la norma ASTM C - 117

Para tener mayor certeza en los datos el ensayo se realizó dos veces

fuente: Planillas de Laboratorio

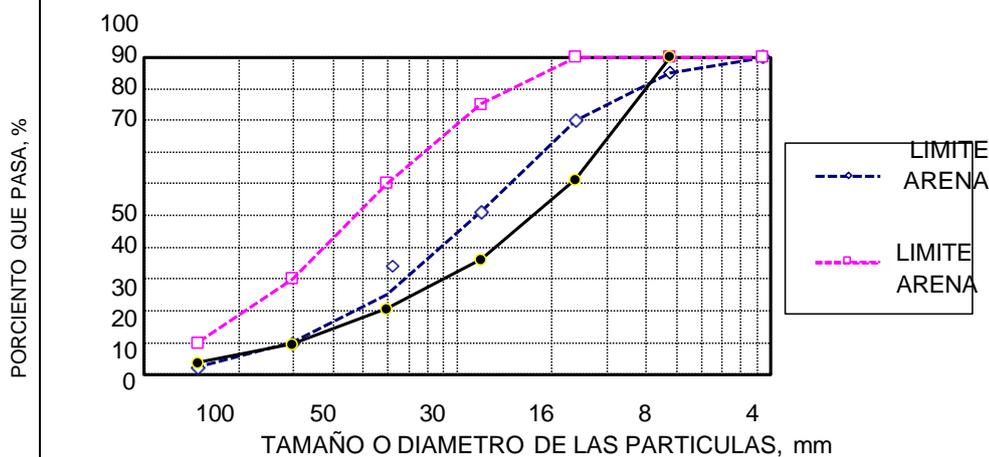
### CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

**PROYECTO:** Tesis  
**OPERADOR:** Luis Fernández E. PROCEDENCIA  
**DEL AGREGADO:** Vicco LABORATORIO:  
**UNDAC**

#### GRANULOMETRÍA DE LA ARENA

Peso muestra total seca (gr) =							1000,3
tamiz U.S. Standart	apertura EN mm	peso ret. gramos	% ret. indiv.	% ret. acum.	% pasa	% pasa sobre muestra total	Lím. Espec. A.S.T.M. % Pasa
2 1/2"	64,000	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	
2"	50,800	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	
1 1/2"	38,100	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	
1"	25,400	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	
1/2"	12,700	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	
3/8"	9,510	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100
N° 4	4,760	81,1	8,1	8,1	91,9	91,9	
TOTAL :		81,1		8,1			
ANÁLISIS DE TAMICES DEL AGREGADO FINO				PESO MUESTRA TOTAL S 918,7			
N° 4	4,760		0,0	0,0	100,0	91,9	95 -- 100
N° 8	2,380	354,4	38,6	38,6	61,4	56,4	80 -- 100
N° 16	1,190	232,3	25,3	63,9	36,1	33,2	50 -- 85
N° 30	0,595	144,2	15,7	79,6	20,4	18,8	25 -- 60
N° 50	0,297	102,2	11,1	90,7	9,3	8,6	10 -- 30
N° 100	0,149	52,1	5,7	96,4	3,6	3,4	2 -- 10
Charola	0,074	33,5	3,6	100,0	0,0	0,0	
Totales:		<b>918,7</b>	100,0	369,0			
% de Agregado Grueso:				<b>8,1</b>	MDF de la Arena:		<b>3,88</b>
% de Agregado Fino:				<b>91,9</b>	MDF del Agregado Fino:		<b>3,69</b>

CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO



fuente: Planillas de Laboratorio

CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS			
<b>PROYECTO:</b> Tesis <b>OPERADOR:</b> Luis Fernandez E. <b>PROCEDENCIA DEL AGREGADO:</b> Vicco <b>LABORATORIO:</b> UNDAC			
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO: ASTM C-127			
MUESTRA N°	1	2	
Peso muestra saturada superficialmente seca	9325,0	10402,0	
Peso muestra + canastillo (sumergidos)	7475,0	8192,0	
Peso canastillo sumergido	1654,0	1653,0	
Peso muestra sumergida	5821,0	6539,0	
Peso igual volumen de agua	3504,0	3863,0	
Peso Específico	2,661	2,693	
<b>PESO ESPECIFICO PROMEDIO (gr/cc)</b>			<b>2,677</b>
Peso Específico Seco	2,624	2,659	
<b>PESO ESPECIFICO SECO PROMEDIO (gr/cc)</b>			<b>2,642</b>
ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO: ASTM C-127			
Peso muestra secada al horno	9195,0	10272,5	
Peso agua absorbida	130,0	129,5	
Absorcion en porcentaje	1,414	1,261	
<b>ABSORCION PROMEDIO EN %</b>			<b>1,337</b>
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO: ASTM C-29			
MUESTRA N°	1	2	
Peso del recipiente (tara)	4732,0	4731,0	
Volúmen del recipiente	9445,5	9445,5	
Peso del recipiente + muestra suelta	17748,0	17800,0	
Peso muestra suelta	13016,0	13069,0	
Peso Unitario suelto	1,378	1,384	
<b>PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO (Kg/m3)</b>			<b>1381</b>
Peso recipiente + muestra compactada	18855,5	19045,0	
Peso muestra compactada	14123,5	14314,0	
Peso unitario compactado	1,495	1,515	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO (Kg/m3)</b>			<b>1505</b>
PORCENTAJE DE HUECOS DEL AGREGADO GRUESO: ASTM C-29			
		<b>suelto</b>	<b>compacto</b>
Peso específico promedio		2,642	2,642
Peso unitario del agua		1000,000	1000,000
	Gs*PUw=	2641,673	2641,673
Peso unitario promedio		1380,816	1505,346
<b>PORCENTAJE DE HUECOS (Gs*PUw-PU)*100/(Gs*PUw)</b>		<b>47,729</b>	<b>43,015</b>
fuente: Planillas de Laboratorio			

CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS			
<b>PROYECTO:</b> Tesis <b>OPERADOR:</b> Luis Fernandez E. <b>PROCEDENCIA</b> <b>DEL AGREGADO:</b> Vicco <b>LABORATORIO:</b> UNDAC			
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO: ASTM C-128			
	MUESTRA N°	1	2
Peso frasco volumétrico		271,4	271,4
Peso frasco lleno de agua		770,5	770,2
Peso muestra saturada superficialmente seca		500,3	500,6
Peso frasco + agua + muestra		1077,6	1077,4
Peso agua añadida		305,9	305,4
Capacidad del Frasco		499,1	498,8
Peso del agua desplazada		193,2	193,4
Peso Específico		2,590	2,588
<b>PESO ESPECIFICO PROMEDIO</b>	<b>(gr/cc)</b>	<b>2,589</b>	
Peso Específico Seco		2,496	2,486
<b>PESO ESPECIFICO SECO PROMEDIO</b>	<b>(gr/cc)</b>	<b>2,491</b>	
ABSORCION DEL AGREGADO FINO: ASTM C-128			
Peso muestra secada al horno		482,3	480,8
Peso agua absorbida		18,0	19,8
Absorcion en porcentaje		3,732	4,118
<b>ABSORCION PROMEDIO EN %</b>		<b>3,925</b>	
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO: ASTM C-29			
	MUESTRA N°	1	2
Peso del recipiente (tara)		4467,0	4467,0
Volúmen del recipiente		2850,0	2850,0
Peso del recipiente + muestra suelta		8998,5	8980,6
Peso muestra suelta		4531,5	4513,6
Peso Unitario suelto		1,590	1,584
<b>PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO</b>	<b>(Kg/m3)</b>	<b>1587</b>	
Peso recipiente + muestra compactada		9460,0	9458,0
Peso muestra compactada		4993,0	4991,0
Peso unitario compactado		1,752	1,751
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO</b>	<b>(Kg/m3)</b>	<b>1752</b>	
PORCENTAJE DE HUECOS DEL AGREGADO GRUESO: ASTM C-29			
		<b>suelto</b>	<b>compacto</b>
Peso específico promedio		2,491	2,491
Peso unitario del agua		1000,000	1000,000
	$G_s \cdot P_{Uw} =$	2491,208	2491,208
Peso unitario promedio		1586,860	1751,579
<b>PORCENTAJE DE HUECOS</b>	<b><math>(G_s \cdot P_{Uw} - P_U) \cdot 100 / (G_s \cdot P_{Uw}) =</math></b>	<b>36,302</b>	<b>29,690</b>
fuente: Planillas de Laboratorio			

**ENSAYO: IMPUREZAS ORGÁNICAS (AGREGADO FINO) ASTM C-40**

**PROYECTO:**Tesis  
**OPERADOR:** Luis Fernández E. **PROCEDENCIA DEL**  
**AGREGADO:** Vicco **LABORATORIO:** UNDAC

La presente práctica cubre dos procedimientos para una determinación aproximada de la presencia de impurezas orgánicas perjudiciales en agregados finos que serán utilizados en cemento hidráulico o Concreto. Un procedimiento utiliza una solución decolor de referencia y otro utiliza un estándar de color de vidrio.

<b>Código</b>	<b>Peso de la muestra (gr)</b>	<b>Porcentaje de solución</b>	<b>Resultado de escala de colores</b>
1	119,3	3%	Nº 1
2	120,2	3%	Nº 1

**Nota:** La placa orgánica viene con 5 vidrios de diferentes coloraciones que están numerados del 1 al 5 y están basados en la escala de colores estándar Gardner de acuerdo con lo descrito en la tabla.

<b>No. de color en placa orgánica</b>	<b>Número de color estándar Gardner</b>
1	5
2	8
3 (estándar)	11
4	14
5	16

**OBSERVACIONES**

El ensayo se realizó bajo la norma ASTM C - 40.  
Los resultados de este ensayo determinarán de que el agregado es apto para el diseño de mezclas de CONCRETO.  
Para la veracidad de los datos se realizaron dos veces el ensayo.

fuentes: Planillas de Laboratorio

**ENSAYO DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO  
CON LA MÁQUINA DE LOS ANGELES**

**PROYECTO:** Tesis  
**OPERADOR:** Luis Fernandez E. **PROCEDENCIA:**  
 Cantera Vicco **LABORATORIO:** UNDAC

**DESCRIPCION DEL MÉTODO A UTILIZAR**

	Número de Esferas a colocar/ 500 revoluciones			
GRADACION	A	B	C	D
CARGA ABRASIVA	12	11	8	6

**PORCIENTO DE LA MUESTRA**

Nº	PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	CANTIDAD grs.	OBSERVACIONES
1	1,1/2	1"	1251	
2	1"	3/4"	1250	
3	3/4"	1/2"	1250	
4	1/2"	3/8"	1250	
Peso inicial (Muestra Y -1)			5001	
Retenido tamiz de corte No 12 (gr)			4363	
Diferencia en (gr)			638	
<b>% DESGASTE</b>			<b>13</b>	

**OBSERVACIONES:**

Ensayo efectuado de acuerdo a la Norms ASTM C-131  
 El Metodo utilizado fue; (Metodo - A), peso de esferas = 5002 gr. La muestra fue obtenida por el laboratorio desde la cantera.

fuente: Planillas de Laboratorio

**CONTENIDO DE MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N 200 (ASTM C-117)**

**PROYECTO:**Tesis  
**OPERADOR:** Luis Fernández E.  
**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Vicco  
**LABORATORIO:** UNDAC

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Peso del recipiente	(gr)	60,3	60,40
Peso de la muestra seca	(gr)	501,8	502,90
Peso del recipiente mas muestra seca	(gr)	547,7	548,00
Peso seco lavado (gr)	(gr)	487,4	488,10
PMMF N° 200	(%)	3,0	3,0
PMMF N° 200 Promedio	(%)	2,99	

**OBSERVACIONES**

Para el cuarteado se utilizó muestra húmeda con el fin de la conservación de finos en el agregado.

Para tener mayor certeza en los datos el ensayo se realizó dos veces

El ensayo se realizó bajo la norma ASTM C - 117

fuelle: Planillas de Laboratorio

Peso específico del cemento.

**ENSAYO: PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASTM C - 188**

**PROYECTO:** Tesis  
**OPERADOR:** Luis Fernández E. **PROCEDENCIA DEL CEMENTO:** Andino **LABORATORIO:** UNDAC

El presente ensayo determina el peso específico del cemento del cemento hidráulico, este dato nos sirve para el diseño de mezclas de morteros u hormigones .

<b>MUESTRA N°</b>	<b>FÓRMULAS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Peso de la muestra inicial</b>	Po	64,00	64,00
<b>volumen inicial</b>	Vo	0,60	0,00
<b>volumen final</b>	Vf	23,30	22,70
<b>Peso específico</b>	Pe	2,82	2,82
<b>Peso específico promedio (gr/cc)</b>			<b>2,82</b>

**OBSERVACIONES**

El cemento utilizado para este ensayo es el cemento Portland T1  
El ensayo fue realizado en el laboratorio de construcciones civiles  
El ensayo se realizó para fines de diseño de hormigones bajo la norma ASTM C- 188

fuelle: planillas Laboratorio

## Reporte fotográfico.

### Análisis granulométrico de agregados gruesos ASTM C-136

Este método de ensayo tiene por objeto determinar la distribución de los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada progresivamente decreciente. Este ensayo nos sirve para hallar el tamaño máximo nominal y el módulo de finura.

<b>1.-Cuarteo mecánico o por defecto manual.</b>	<b>2.-Pesado de la muestra según al tamaño máximo del agregado.</b>
	
<b>3.-vertido de la muestra a la serie de tamices de la serie gruesa.</b>	<b>4.-Tamizado manual</b>
	
<b>5.- Muestras retenidas en la serie de tamices</b>	<b>5.- Pesos retenidos en la serie de los tamices.</b>
	

Fuente: elaboración propia

## Análisis granulométrico de agregados finos ASTM C-136

Este método de ensayo tiene por objeto determinar la distribución de los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada progresivamente decreciente. En los laboratorios se aplica usando mallas de abertura redonda, y no se emplea para agregados de mezclas asfálticas. Este ensayo nos sirve para hallar el tamaño máximo nominal y el módulo de finura. **Procedimiento:**

1.-Cuarteo mecánico o por defecto manual.	2.-Pesado de la muestra.
	
3.-Vertido de la muestra a la serie de tamices de la serie fina.	4.-Tamizado manual o mecánico
	
5. Pesos retenidos en la serie de los tamices empleados.	6.- Pesado de los pesos retenidos en la serie de los tamices empleados.
	

Fuente: elaboración propia

## Peso específico y absorción de agregados gruesos ASTM C-127

Gravedad específica en condición saturada y superficialmente seca (sss) Es la relación entre el peso en el aire en condición saturada y superficialmente seca, incluyendo el peso del agua que ocupa los vacíos de las partículas luego inmersión durante 15 horas (pero sin incluir los vacíos entre partículas) y el peso en el aire de un volumen igual de agua destilada, libre de gas, a la misma temperatura. **Procedimiento:**

1.-Muestra saturada durante 24 horas.	2.-Peso de la muestra superficialmente seca
	
3.- Peso de la muestra mas canastillo	4.- Peso del canastillo sumergido sin la muestra.
	
5.-Peso de la muestra sumergida	6.- Retiro del canastillo más la muestra
	

Fuente: elaboración propia

**Absorción:**

Es la masa del agua que llena los poros permeables de las partículas de agregado sin incluir el agua adherida a la superficie de las mismas, expresada como porcentaje de la masa seca del agregado, después de secado a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ .

**Procedimiento:**

<b>1.-Muestra</b>	<b>2.-Saturación de la muestra</b>
	
<b>3.-Muestra saturada</b>	<b>4.-Secado de la muestra en el horno</b>
	
<b>5.- Peso de la muestra seca.</b>	<b>6.- Registro del valor</b>
	
Fuente: elaboración propia	

## Peso específico y absorción del agregado fino

### Procedimiento:

<b>1.- Muestra saturada</b>	<b>2.- Muestra en condiciones sss</b>
	
<b>3.-Peso del frasco volumétrico</b>	<b>4.-Peso del frasco lleno de agua</b>
	
<b>5.-Peso de la muestra saturada superficialmente seca</b>	<b>6.- Peso del frasco más agua más muestra</b>
	
Fuente: elaboración propia	

## Absorción del agregado fino

### Procedimiento:

1.-Muestra saturada	2.-Vertido de la muestra en el recipiente
	
3.-Registro del código del recipiente	4.-Muestra en el horno
	
5.-Peso de la muestra seca	6.- Registro del valor obtenido
	

Fuente: elaboración propia

## Peso unitario de los agregados gruesos ASTM C-29.

### Peso unitario suelto

El peso unitario o peso volumétrico, es el peso de un volumen unitario de agregados y se expresa en  $\text{kg/m}^3$ . La condición normalizada que se usa para generar datos, como información general, y para compactación de agregados mediante pesos unitarios es con agregados secos y compactos.

### Procedimiento:

<b>1.-Muestra a ser ensayada</b>	<b>2.-Cuarteado manual</b>
	
<b>3.- Volúmen del recipiente</b>	<b>4.-Vertido de la muestra</b>
	
<b>5.- Enrasado de la muestra</b>	<b>6.- Registro del valor obtenido</b>
	

Fuente: elaboración propia

## Peso unitario compacto

### Procedimiento:

<b>1.-Muestra a ser ensayada</b>	<b>2.-Cuarteo mecánico</b>
	
<b>3.- Vertido de muestra de la primera capa</b>	<b>4.- Apisonado</b>
	
<b>5.- Enrasado</b>	<b>6.- Registro del valor obtenido</b>
	

Fuente: elaboración propia

**Peso unitario de los agregados finos ASTM C-29. (Peso unitario suelto)**

El peso unitario o peso volumétrico, es el peso de un volumen unitario de agregados y se expresa en kg/m<sup>3</sup>. La condición normalizada que se usa para generar datos, como información general, y para compactación de agregados mediante pesos unitarios es con agregados secos y compactos.

**Procedimiento:**

<b>1.-Muestra a ser ensayada</b>	<b>2.-Cuarteo mecánico</b>
	
<b>3.-Vertido de la muestra</b>	<b>4.-Enrasado</b>
	
<b>5.- Peso de la muestra suelta.</b>	<b>6.- Registro del valor obtenido</b>
	
Fuente: elaboración propia	

## Peso unitario compacto

### Procedimiento:

<b>1.-Cuarteado mecánico</b>	<b>2.- Peso del recipiente</b>
	
<b>3.- Vertido de la muestra</b>	<b>4.- Apisonado de la muestra</b>
	
<b>5.- Peso de la muestra compacta.</b>	<b>6.- Registro del valor obtenido</b>
	

Fuente: elaboración propia

## Ensayo de desgaste de los ángeles ASTM C-128 y AASHTO T-96

Este ensayo ha sido ampliamente usado como un indicador de la calidad relativa o la competencia de diferentes fuentes de agregados. Los resultados no brindan automáticamente comparaciones válidas entre fuentes marcadamente diferentes en origen, composición o estructura.

### Procedimiento:

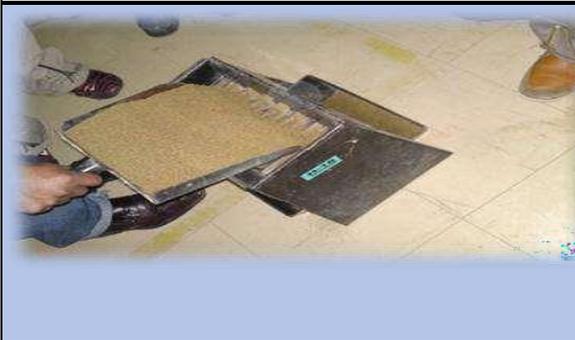
<b>1.- Preparación de la muestra según las especificaciones del método a emplear (A,B,C)</b>	<b>2.-Vertido de la muestras a la máquina del desgaste de los ángeles</b>
	
<b>3.- Vertido de la cantidad de esferas requeridas</b>	<b>4.- Muestra en etapa de desgaste por abrasión durante 15 min</b>
	
<b>5.-Tamizado por el tamiz N° 12</b>	<b>6.- Peso de la muestra retenida en el tamiz N°12</b>
	

Fuente: elaboración propia

## Contenido de material más fino que el tamiz N° 200 en los agregados ASTM C – 117

La importancia del presente ensayo es la determinación total del lavado más fino que el tamiz N° 200 que posee un agregado. Las partículas de arcilla y otras partículas de agregado que son dispersados por el agua del lavado así como los materiales solubles al agua se quitaran del agregado durante la prueba.

### Procedimiento:

1.- Cuarteado de la muestra	2.- Peso de la muestra seca
	
3.-Vertido del agua en la muestra	4.- Lavado de la muestra
	
5.- Muestra retenida en los tamices N° 16 y 200	6.- Secado al horno
	
Fuente: elaboracion propia	

## Impurezas orgánicas en arenas para fabricar Concretos ASTM C – 40

Este ensayo determina la presencia de componentes orgánicos perjudiciales en los agregados finos que serán usados en morteros de cemento u hormigones.

### Procedimiento:

<b>1- Tamizado de la arena por el tamiz N° 4</b>	<b>2.-Frasco para el ensayo de colorimetria</b>
	
<b>3.-Frasco mas arena</b>	<b>4.- Pesado del hidróxido de sodio</b>
	
<b>5.-Vertido del hidróxido de sodio</b>	<b>6.- Lectura de la colorimetria</b>
	
Fuente: elaboración propia	

## **Dosificación por el método ACI**

En esta parte se realizó la dosificación del CONCRETO por el método ACI, empleando agregados de las canteras: Sacrafamilia, Cochamarca, y Vicco, que son proveedores de agregados chancados de tamaño máximo de: 1", 3/4", 3/8" y arena N° 4.

Al elegir las canteras para la obtención de los agregados se tomó en cuenta la modalidad de su producción, es decir que las canteras elegidas tengan un proceso de producción similar (en este caso se trabajó con agregados chancados), que tengan una demanda considerable y sea proveedor de las empresas dedicadas a la construcción de obras civiles en ciudad de Pasco y alrededores.

Para realizar la dosificación del CONCRETO por el método ACI se trabajó con un CONCRETO tipo y se realizó en el Laboratorio de Ingeniería Civil UNDAC con las siguientes características:

La dosificación se realizó por peso.

Resistencia característica  $f_{ck}$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>, Condiciones de dosificación muy buenas. CONCRETO sin aire incluido. Agregados chancados.

Tamaño máximo del agregado de 1plg. Asentamiento en el cono de Abrams de 5±1cm. Cemento Andino TIPO I.

Agua potable, para el mezclado y curado.

Descripción de ensayos:

Dosificación por el método ACI

CONCRETO fresco:

Peso unitario del CONCRETO Ensayo de asentamiento del CONCRETO Confección y curado del CONCRETO.

## **Dosificación de la cantera Sacrafamilia.**

Para fines de comparación de las resistencias del CONCRETO

endurecido al emplear agregados de diferentes canteras se realizó la dosificación para un CONCRETO de Resistencia Característica a los 28 días de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, empleando el método del Instituto Americano del CONCRETO (ACI 211.1).

**Materiales:**

Arena; Chancadora Sacrafamilia Grava; Chancadora Sacrafamilia Cemento Andino, TIPO I

Agua potable

Trabajo de laboratorio

De los agregados se determinaron las características físicas según las normas ASTM, para posteriormente con esta información realizar la respectiva dosificación por el método ACI 211.

**Dosificación del CONCRETO fck : 210 kg/cm<sup>2</sup>**

La dosificación indicada a continuación corresponde a materiales en estado saturado con superficie seca.

MATERIALES (s.s.s.)	P/m <sup>3</sup> h (s.s.s.)	1 BOLSA 42.5Kg	EN VOLÚMEN m <sup>3</sup>	P/cajón de dimensiones: lados 0,35: 0,35 m y altura 0,29m
Cemento Portland T1	359,162	42,500	1 bolsa	1 bolsa
Grava	1135,641	158,096	0,106	3,0
Arena	647,252	90,106	0,057	1,6
Agua (lt)	180,654	25,149	25,149	25,1
fuente: elaboracion propia				

**Datos obtenidos de laboratorio:**

	CONCRETO Normal
Asentamiento Cono de Abrams, cms	5
Peso Unitario del CONCRETO Fresco, Kg/m <sup>3</sup>	2367,2
fuente: elaboración propia	

**Observaciones y recomendaciones.**

Una vez hallada las cantidades de materiales para un metro cubico de CONCRETO y dependiendo de la humedad de los agregados en obra, la cantidad de agua requerida deberá variar hasta obtener un CONCRETO de consistencia Plástica y controlar el asentamiento mediante el Ensayo del Cono de Abrams

Para la dosificación de las mezclas de CONCRETO, los agregados fueron utilizados en su estado natural, y los mismos son de procedencia: Grava chancada Sacrafamilia, arena de Sacrafamilia y se utilizará el cemento Andino, TIPO I; cualquier cambio en los materiales requerirá una verificación de la misma.

CANTERA: Sacrafamilia	CARACTERISTICAS		
	Fck de diseño ( Kgf/cm2)	210	
	Fcm ( Kgf/cm2)	262	
	fck obtenido a los 28 dias (Kgf/cm2)	245,96	
	R=A/C	0,54	
	asentamiento (cm)	5±1	
	Agua requerida L/bolsa de cemento 42.5Kg	25,5	
	% absorcion:		
	Grava	0,553	
	Arena	4,522	
	Fuente: Elaboracion propia		

Se recomienda corregir los agregados por humedad.

A continuación, se adjunta las planillas correspondientes de dosificación para cada una de las canteras.

**PROYECTO:**Tesis

**OPERADOR:** Luis Fernández E.

**DOSIFICACION MÉTODO ACI**

**DATOS DEL Concreto**

Resistencia fck Kg/cm <sup>2</sup>	210
Concreto	SIN AIRE
Asentamiento requerido (cm)	5
Condiciones	MUY BUENAS

**DATOS DE LOS AGREGADOS**

DESCRIPCION	GRAVA	ARENA
Peso Especifico en condicion S.S.S.	2,675	2,551
Peso Unitario Suelto Kg/m <sup>3</sup>	1495	1594
Peso Unitario Compactado Kg/m <sup>3</sup>	1633	1775
% de Absorcion	0,55	4,522
% de Gruesos	100	1,8
% de Finos	0	98,2
% de Humedad	1,2	4,7
Tamaño Maximo del Agregado (")	1	
Modulo de fineza	7,81	2,56
Tipo de cemento	IP -30	
Peso Especifico del cemento Kg/m <sup>3</sup>	2820	
Peso especifico del Agua Kg/m <sup>3</sup>	1000	

**CÁLCULO PARA VOLUMEN REQUERIDO**

Nº PROBETAS :

5 DIMENSIONES:

$$D = 6 \text{ " } = 15 \text{ cm}$$

$$H = 12 \text{ " } = 30$$

cm FACTOR DE MAYORACION =

1,2

**RESULTADOS FINALES**

<b>Cemento</b>	<b>C = 359,162 Kg</b>
<b>Grava</b>	<b>AG= 1135,641 Kg</b>
<b>Arena</b>	<b>AF = 647,252 Kg</b>
<b>Agua</b>	<b>Ag = 180,654 lt</b>

**RESULTADOS**

**PROBETAS**

<b>Cemento</b>	<b>C = 11,482 Kg</b>
<b>Grava</b>	<b>AG= 36,306 Kg</b>
<b>Arena</b>	<b>AF = 20,693 Kg</b>
<b>Agua</b>	<b>Ag = 5,776 lt</b>

fuelle: Planillas de Laboratorio

1 Determinacion del fcm :	$fcm = 1.20 * fck + 10$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	fcm= 262 kg/cm <sup>2</sup>
2 Relacion A/C :	$R = A / C$	R = 0,5457
3 Determinacion de la cantidad de agua y % de aire:	(Tablas)	Cant. de agua= 196,00 lt % aire = 1,50 %
4 Determinacion de la cantidad de Cemento:	$C = A/R$	C = 359,16 Kg
5 Determinacion del Agregado Grueso AG:	$AG = PUC * factor$ (factor mediante tablas)	factor = 0,7 AG = 1133,302 Kg
6 Determinacion de Volumenes:	<p>Cantidad de Cemento</p> $\text{Vol. Cemento} = \frac{\text{Cantidad de Cemento}}{\gamma_{\text{cemento}}}$ <p>Cantidad de Agregado Grueso</p> $\text{Vol. Grava Grueso} = \frac{\text{Cantidad de Agregado Grueso}}{\gamma_{\text{agregado grueso}}}$ <p>Cantidad de Agua</p> $\text{Vol. Agua} = \frac{\text{Cantidad de Agua}}{\gamma_{\text{agua}}}$ <p>Cantidad de Arena</p> $\text{Vol. arena} = \text{Vol.tot} - \text{Vol.agregado grueso} - \text{Vol.agua} - \text{Vol.cemento} - \% \text{ aire}$	<p>Vol. C. = 0,127 m<sup>3</sup></p> <p>Vol. AG = 0,424 m<sup>3</sup></p> <p>Vol. Ag = 0,196 m<sup>3</sup></p> <p>Vol. AF = 0,238 m<sup>3</sup></p>
7 Determinacion de la cantidad de Arena (en peso):	$\text{Vol. Arena} = \frac{\text{Cantidad de Arena}}{\left( \frac{\gamma_{\text{arena}}}{\gamma_{\text{agua}}} \right)}$	AF = 607,070 Kg
8 CANTIDADES PARA 1 m <sup>3</sup> C <sup>o</sup> SSS	$= \left[ \begin{array}{l} \text{Cemento } C = 359,162 \text{ Kg} \\ \text{Grav } a = 1133,302 \text{ Kg} \\ \text{Arena } \text{Kg } Ag = 196,000 \\ \text{Agua } \text{lt} \end{array} \right.$	
9 Correccion Granulometrica	$AG + AF = 100\%$	AG= 1122,174 Kg AF = 618,197 Kg
10 Correccion por humedad	$AG = WT \cdot 1 + \% h_{AG}$	

	$AG = 100$	$AG = 1135,641 \text{ Kg}$
	$\% h_{AF}$	
	$AF = WT \cdot 1 +$	$AF = 647,252 \text{ Kg}$
$A \quad W_A$	$\left[ \begin{aligned} & \left( \frac{\% h_{arena} - \% Abs_{arena}}{100} \right) * W_{arena} \\ & \left( \frac{\% h_{grava} - \% Abs_{grava}}{100} \right) * W_{grava} \end{aligned} \right]$	$Ag = 187,466 \text{ LT}$
	+	

**11 CANTIDADES FINALES (1 M3)**

**Cemento C = 359,162 Kg**

**Grava AG= 1135,641 Kg**

**Arena AF = 647,252 Kg**

**Agua Ag = 180,654 lt**

### **Dosificación de la cantera Cochamarca.**

Para fines de comparación de las resistencias del CONCRETO endurecido al emplear agregados de diferentes canteras se realizó la dosificación para un CONCRETO de Resistencia Característica a los 28 días de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, empleando el método del Instituto Americano del CONCRETO (ACI 211.1).

#### **Materiales:**

Arena; Chancadora Cochamarca Grava; Chancadora Cochamarca

Cemento Andino, TIPO I

Agua potable

#### **Trabajo de laboratorio**

De los agregados se determinaron las características físicas según las normas ASTM, para posteriormente con esta información realizar la respectiva dosificación por el método ACI 211.

#### **Dosificación del CONCRETO fck : 210 kg/cm<sup>2</sup>**

#### **4.4.4. La dosificación indicada a continuación corresponde a materiales en estado saturado con superficie seca.**

MATERIALES (s.s.s.)	P/m <sup>3</sup> <sup>oh</sup> (s.s.s.)	1 BOLSA 42.5Kg	EN VOLÚMEN m <sup>3</sup>	P/cajón de dimensiones: lados 0,35: 0,35 m y altura 0,29m
Cemento Portland T1	359,162	42,500	1 bolsa	1 bolsa
Grava	930,273	129,506	0,092	2,6
Arena	851,240	118,504	0,081	2,3
Agua (lt)	173,050	24,091	24,091	24,1

fuente: Elaboración propia

### Datos obtenidos de laboratorio:

	CONCRETO Normal
Asentamiento Cono de Abrams, cms	5
Peso Unitario del CONCRETO Fresco, Kg/m <sup>3</sup>	2352,1
fuente: elaboración propia	

### Observaciones y recomendaciones.

Una vez hallada las cantidades de materiales para un metro cubico de CONCRETO y dependiendo de la humedad de los agregados en obra, la cantidad de agua requerida deberá variar hasta obtener un CONCRETO de consistencia Plástica y controlar el asentamiento medianteel Ensayo del Cono de Abrams.

Para la dosificación de las mezclas de CONCRETO, los agregados fueron utilizados en su estado natural, y los mismos son de procedencia: Grava chancada Cochamarca, arena de Cochamarca y se utilizará el cemento Andino, TIPO I; cualquier cambio en los materiales requerirá una verificación de la misma. Se recomienda corregir los agregados por humedad.

CANTERA: Cochamarca	CARACTERISTICAS	
	Fck de diseño ( Kgf/cm2)	210
	Fcm ( Kgf/cm2)	262
	fck obtenido a los 28 dias (Kgf/cm2)	239,45
	R=A/C	0,54
	asentamiento (cm)	5±1
	Agua requerida L/bolsa de cemento 42.5Kg	24,09
	% absorcion:	
	Grava	1,567
	Arena	4,948
	Fuente: Elaboracion propia	

A continuación, se adjunta las planillas correspondientes de dosificación; como también del ensayo a compresión de cilindros de CONCRETO a diferentes edades.

**PROYECTO:** Tesis  
**OPERADOR:** Luis Fernández E.  
**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Cantera  
**Cochamarca LABORATORIO:** UNDAC

**DOSIFICACIÓN POR EL MÉTODO ACI**

**DATOS DE LOS AGREGADOS**

DESCRIPCION	GRAVA	ARENA
Peso Especifico en condicion S.S.S. g/cm3	2,666	2,536
Peso Unitario Suelto Kg/m3	1410	1458
Peso Unitario Compactado Kg/m3	1571	1579
% de Absorcion	1,567	4,948
% de Gruesos	100	0,5
% de Finos	0	99,5
% de Humedad	1,32	5,78
Tamaño Maximo del Agregado (")	1	
Modulo de fineza	7,76	3,63
Tipo de cemento	IP -30	
Peso Especifico del cemento Kg/m3	2820	
Peso especifico del Agua Kg/m3	1000	

**CÁLCULO PARA VOLUMEN REQUERIDO**

N° PROBETAS :  
 5 DIMENSIONES:  
     D = 6 " = 15,24 cm  
     H = 12 " = 30,48 cm  
 FACTOR DE = 1,2  
 MAYORACION VOLUMEN  
 PROBETA: V = 5560,00 cm3  
     V 0,00556 m3 (1 probeta)  
     = 0,0278 m3 (N° probeta)  
**V TOT = 0,0334 m3**  
 =

**RESULTADOS FINALES PARA  
1 M3 DE CONCRETO**

Cemento	C =	359,162	Kg
Grava	AG=	930,273	Kg
Arena	AF =	851,240	Kg
Agua	Ag =	173,050	lt

**RESULTADOS FINALES  
PARA N PROBETAS**

Cemento	C =	11,982	Kg
Grava	AG=	31,034	Kg
Arena	AF =	28,397	Kg
Agua	Ag =	5,773	lt

fuente: planillas Laboratorio

1 Determinacion del fcm :	$fcm = 1.20 * fck + 10$ [Kg/cm2]	fcm= 262 kg/cm2
2 Relacion A/C :	$R = A / C$	R = 0,5457
3 Determinacion de la cantidad de agua y % de aire:	(Tablas)	Cant. de agua= 196,00 lt % aire = 1,50 %
4 Determinacion de la cantidad de Cemento:	$C = A/R$	C = 359,16 Kg
5 Determinacion del Agregado Grueso AG:	$AG = PUC * factor$ (factor mediante tablas)	factor = 0,6 AG = 922,177 Kg
6 Determinacion de Volumenes:	$Vol. Cemento = \frac{Cantidad\ de\ Cemento}{Cemento\ y\ cemento}$ $Vol. Grava = \frac{Cantidad\ de\ Agregado\ Grueso}{Agregado\ grueso}$ $Vol. Agua = \frac{Cantidad\ de\ Agua\ y\ agua}{Agua\ y\ agua}$ $Vol. AF = Vol.tot - Vol.agregado grueso - Vol.agua - Vol.cemento - \%aire$	Vol. C. = 0,127 m3 Vol. AG = 0,346 m3 Vol. Ag = 0,196 m3 Vol. AF = 0,316 m3
7 Determinacion de la cantidad de Arena (en peso):	$Vol. Arena = \frac{Cantidad\ de\ Arena\ y\ arena}{Arena\ y\ arena}$	AF = 800,703 Kg
8 CANTIDADES PARA 1 m3 C° SSS	Cemento C = 359,162 Kg Grava AG = 922,177 Kg Arena AF = 800,703 Kg Agua Ag = 196,000 lt	
9 Correccion Granulometrica	AG + AF = 100%	AG= 918,153 Kg AF = 804,727 Kg
10 Correccion por humedad	$AG = WT \cdot \frac{1 + \% h_{AG}}{100}$ $AF = WT \cdot \frac{1 + \% h_{AF}}{100}$	AG= 930,273 Kg AF = 851,240 Kg

$$Ag = 191,215 \text{ LT}$$

$$A \quad W_A \quad \left[ \begin{array}{l} \left( \frac{\%h \text{ arena} - \%Abs \text{ arena}}{100} \right) * W_{arena} \\ + \left( \frac{\%h \text{ grava} - \%Abs \text{ grava}}{100} \right) * W_{grava} \end{array} \right]$$

### **11 CANTIDADES FINALES (1 M3)**

**Cemento C = 359,162 Kg**

**Grava AG= 930,273 Kg**

**Arena AF = 851,240 Kg**

**Agua Ag = 173,050 lt**

### **Dosificación cantera Vicco**

Para fines de comparación de las resistencias del CONCRETO endurecido al emplear agregados de diferentes canteras se realizó la dosificación para un CONCRETO de Resistencia Característica a los 28 días de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, empleando el método del Instituto Americano del CONCRETO (ACI 211.1).

#### **Materiales:**

Arena;

Chancadora

Vicco Grava;

Chancadora

Vicco

Cemento

Andino, TIPO

I Agua

potable

#### **Trabajo de laboratorio**

De los agregados se determinaron las características físicas según las normas ASTM, para posteriormente con esta información realizar la respectiva dosificación por el método ACI 211.

## Dosificación del CONCRETO fck : 210 kg/cm<sup>2</sup>

La dosificación indicada a continuación corresponde a materiales en estado saturado con superficie seca.

MATERIALES (s.s.s.)	P/m <sup>3</sup> %h (s.s.s.)	1 BOLSA 42.5Kg	EN VOLÚMEN m <sup>3</sup>	P/cajón de dimensiones: lados 0,35: 0,35 m y altura 0,29m
Cemento Andino I	359,162	42,500	1 bolsa	1 bolsa
Grava	807,536	112,419	0,081	2,3
Arena	976,795	135,983	0,086	2,4
Agua (lt)	173,471	24,149	24,149	24,1
fuente. Elaboración propia				

### Datos obtenidos de laboratorio:

	CONCRETO Normal
Asentamiento Cono de Abrams, cms	5
Peso Unitario del CONCRETO Fresco, Kg/m <sup>3</sup>	2353,4
fuente: elaboración propia	

### Observaciones y recomendaciones.

Una vez hallada las cantidades de materiales para un metro cubico de CONCRETO y dependiendo de la humedad de los agregados en obra, la cantidad de agua requerida deberá variar hasta obtener un CONCRETO de consistencia Plástica y controlar el asentamiento mediante el Ensayo del Cono de Abrams.

Para la dosificación de las mezclas de CONCRETO, los agregados fueron utilizados en su estado natural, y los mismos son de procedencia: Grava chancada Vicco, arena de Vicco y se utilizará el cemento Andino, TIPO I; cualquier cambio en los materiales requerirá una verificación de la misma. Se recomienda corregir los agregados por humedad.

CANTERA: Vicco	CARACTERISTICAS	
	Fck de diseño ( Kgf/cm2)	210
	Fcm ( Kgf/cm2)	262
	fck obtenido a los 28 dias (Kgf/cm2)	221,52
	R=A/C	0,54
	asentamiento (cm)	5±1
	Agua requerida L/bolsa de cemento 42.5Kg	24,15
	% absorcion:	
	Grava	1,337
	Arena	3,925
	Fuente: Elaboracion propia	

A continuación, se adjunta las planillas correspondientes de dosificación; como también del ensayo a compresión de cilindros de CONCRETO a diferentes edades.

**PROYECTO:**Tesis

**OPERADOR:** Luis Fernández

**DOSIFICACIÓN POR EL MÉTODO ACI**

Resistencia fck Kg/cm <sup>2</sup>	210
Concreto	SIN AIRE
Asentamiento requerido (cm)	5
Condiciones	MUY BUENAS

**DATOS DE LOS AGREGADOS**

DESCRIPCION	GRAV	AREN
Peso Especifico en condicion S.S.S.	2,677	2,589
Peso Unitario Suelto Kg/m <sup>3</sup>	1381	1587
Peso Unitario Compactado Kg/m <sup>3</sup>	1505	1752
% de Absorción	1,337	3,925
% de Gruesos	100	8,1
% de Finos	0	91,9
% de Humedad	1,2	3,5
Tamaño Maximo del Agregado (")	1	
Modulo de fineza	7,7	3,69
Tipo de cemento	IP -30	
Peso Especifico del cemento Kg/m <sup>3</sup>	2820	
Peso especifico del Agua Kg/m <sup>3</sup>	1000	

**CALCULO PARA VOLUMEN REQUERIDO**

Nº PROBETAS : 5

DIMENSIONES

: D 6 " = 15 cm

= 12 " = 30 cm

FACTOR 1,2

DE MAYORACION =

=

**RESULTADOS FINALES PARA**

Cemento C =	359,162	Kg
Grava AG =	807,536	Kg
Arena AF =	976,795	Kg
Agua Ag =	173,471	lt

**RESULTADOS**

**PROBETAS**

Cemento C =	11,982	Kg
Grava AG =	26,939	Kg
Arena AF =	32,586	Kg
Agua Ag =	5,787	lt

fuelle: Planillas de Laboratorio



## Reporte fotográfico.

### Peso unitario del CONCRETO

#### Procedimiento:

El peso unitario del CONCRETO fresco se determina mediante el uso de un molde metálico normalizado en la que se vierte el CONCRETO fresco compactando en tres capas cada una con 25 apisonados para luego enrasarla y proceder al pesado la muestra más molde.

<b>1.-CONCRETO en estado fresco</b>	<b>2.- Peso del molde</b>
	
<b>3.- Molde con CONCRETO fresco</b>	<b>4.- Apisonado del CONCRETO</b>
	
<b>5.-Peso del molde mas el CONCRETO fresco</b>	<b>6.- Registro del valor obtenido</b>
	

Fuente: elaboración propia

## Ensayo de asentamiento del CONCRETO

Consiste básicamente en rellenar un molde metálico troncocónico de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes de varilla – pisón y, luego de retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa de CONCRETO colocada en su interior. Procedimiento:

<b>1.-Muestra del CONCRETO fresco</b>	<b>2.- Cono de abrams</b>
	
<b>3.- Vertido del CONCRETO fresco</b>	<b>4.- Apisonado</b>
 <b>5.-Enrasado</b>	
	<b>6.-Asentamiento del CONCRETO fresco</b>
	

Fuente: elaboración propia

**Confección y curado de probetas de CONCRETO ASTM C-31 Y ASTM C-192** Este método establece los procedimientos para confeccionar y curado de las probetas de CONCRETO fresco que se destinan para ensayos de compresión, tracción y por flexión.

**Procedimiento:**

1.- Moldes cilindricos	2.-Lubricación de moldes cilíndricas
	
3.-Muestra de CONCRETO fresco	4.-Vertido de la muestra
	
5.-Golpeo lateral para su asentamiento del CONCRETO fresco	6.- Enrasado
	
Fuente: elaboración propia	

## Curado de las probetas de CONCRETO

Las probetas deben ser desmoldadas no antes de 20 hrs ni después de las 48 hrs, desde el vaciado. Durante que el CONCRETO permanece en el molde, se debe mantener la temperatura adyacente a las probetas dentro del rango de 6-27°C como mínimo y máximo. Una vez removidas los moldes o probetas deben ser curadas en un ambiente húmedo o sumergidos en agua a una temperatura de 23°C, hasta el momento del ensayo.

<b>1.- Desmoldado de probetas</b>	<b>2.-Reasignación de códigos a las probetas</b>
	
<b>3.-Probetas desmoldadas</b>	<b>4.- Colocado de probetas al agua</b>
	
<b>4.1- Colocado de probetas al agua</b>	<b>4.2- Colocado de probetas al agua</b>
	
Fuente: elaboración propia	

#### **4.4.5. Rotura de probetas y control de calidad del concreto endurecido**

##### **Descripción de ensayos:**

- CONCRETO endurecido:
- Registro de probetas cilíndricas
- Refrentado o coronamiento con pasta de azufre Compresión de cilindros
- Control de calidad del CONCRETO endurecido Resistencia característica a controlar  $f_{ck}$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>,
- Informe técnico
- El informe técnico está separado por canteras de la siguiente manera: Compresión: cantera Sacrafamilia, cantera Cochamarca, cantera Vicco.

### Compresión y control de calidad del CONCRETO endurecido:

#### Cantera Sacrafamilia

Fatigas de rotura obtenidas de la compresión de cilindros de CONCRETO endurecido a diferentes edades:

Nº	Nº de revoltura y codificación	Edad ( días)	Fatiga de rotura ( Kg/cm2)	Fatiga de rotura promedio ( Kg/cm2)
1	Revoltura 1 ( C1 - 1)	7	200,63	174,88
2	Revoltura 1 ( C1 - 2)	7	181,20	
3	Revoltura 2 (C2 - 1)	7	155,40	
4	Revoltura 2 (C2 - 2)	7	172,87	
5	Revoltura 3 ( C3 - 1)	7	166,09	
6	Revoltura 3 ( C3 - 2)	7	173,09	
7	Revoltura 1 ( C1 - 3)	14	221,79	218,55
8	Revoltura 1 ( C1 - 4)	14	253,32	
9	Revoltura 2 (C2 - 3)	14	203,90	
10	Revoltura 2 (C2 - 4)	14		
11	Revoltura 3 ( C3 - 3)	14		
12	Revoltura 3 ( C3 - 4)	14		
13	Revoltura 1 ( C1 - 5)	28		245,96
14	Revoltura 1 ( C1 - 6)	28		
15	Revoltura 2 (C2 - 5)	28		
16	Revoltura 2 (C2 - 6)	28	240,62	
17	Revoltura 3 ( C3 - 5)	28	197,49	
18	Revoltura 3 ( C3 - 6)	28	216,13	

fuentes: Elaboración propia

## Compresión a los 7 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CILINDROS										
<b>PROYECTO: Tesis</b> <b>OPERADOR: Luis Fernández E.</b> <b>PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Cantera Sacrafamilia LABORATORIO: UNDAC</b>										
COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS										
Nº	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad en Días	Dimensiones		Carga de Rotura (Kg.)	Carga de Rotura Calibrada	Fatiga de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Fatiga Proyección a 28 días	Observaciones
				Perímetro (cm.)	Sección (cm <sup>2</sup> )					
1	9/10/2023	16/10/2023	7	48,2	184,9	36890	37093	200,6	308,7	Revoltura N°1 (C1 - 1)
2	9/10/2023	16/10/2023	7	48,2	184,9	33320	33499	181,2	278,8	Revoltura N°1 (C1 - 2)
3	10/10/2023	17/10/2023	7	49,3	193,4	29900	30056	155,4	239,1	Revoltura N°2 (C2 - 1)
4	10/10/2023	17/10/2023	7	48,1	184,1	31660	31828	172,9	266,0	Revoltura N°2 (C2 - 2)
5	10/10/2023	17/10/2023	7	48,4	186,4	30800	30962	166,1	255,5	Revoltura N°3 (C3 - 1)
6	10/10/2023	17/10/2023	7	48,1	184,1	31700	31868	173,1	266,3	Revoltura N°3 (C3 - 2)
<b>PROMEDIO</b>									269,0	
<b>OBSERVACIONES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los ensayos a compresión se realizaron de acuerdo a la norma <b>A.S.T.M. C-39</b></li> <li>- Certificado de Calibración LP - CCZ - 0138 - 2017, 20/07/2017, NTP</li> <li>- Las resistencias obtenidas corresponden a la fecha de rotura</li> <li>- Para la mezcla del CONCRETO se utilizó agua potable.</li> <li>- Resistencia característica del Concreto fck: 210 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>- Las probetas fueron Elaboradas en el laboratorio</li> <li>- Según RNE CONCRETO ARMADO E.060 la resistencia a compresión de cilindros a 7 días alcanza un 65%, por lo que para proyectar a los 28 días se debe utilizar el coeficiente 0,65</li> <li>- La resistencia promedio obtenido a los 7 días es de 174,9 Kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>										
fuente: Planillas de Laboratorio										

### Compresión a los 14 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CILINDROS										
<b>PROYECTO:</b> Tesis <b>OPERADOR:</b> Luis Fernández E. <b>PROCEDENCIA DEL AGREGADO:</b> Cantera Sacrafamilia <b>LABORATORIO:</b> UNDAC										
COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS										
Nº	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad en Días	Dimensiones		Carga de Rotura (Kg.)	Carga de Rotura Calibrada	Fatiga de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Fatiga Promedio de Rotura	Observaciones
				Perímetro (cm.)	Sección (cm <sup>2</sup> )					
1	9/10/2023	23/10/2023	14	49,1	191,8	42310	42549	221,8		Revoltura N°1 ( C1 - 3)
2	9/10/2023	23/10/2023	14	48,3	185,6	46760	47028	253,3		Revoltura N°1 ( C1 - 4)
3	10/10/2023	24/10/2023	14	48,2	184,9	37490	37697	203,9		Revoltura N°2 ( C2 - 3)
4	10/10/2023	24/10/2023	14	49,1	191,8	37680	37888	197,5		Revoltura N°2 ( C2 - 4)
5	10/10/2023	24/10/2023	14	48,3	185,6	39900	40123	216,1		Revoltura N°3 ( C3 - 3)
6	10/10/2023	24/10/2023	14	48,2	184,9	40200	40425	218,7		Revoltura N°3 ( C3 - 4)
<b>PROMEDIO</b>									218,5	
<b>OBSERVACIONES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Los ensayos a compresión se realizaron de acuerdo a la norma <b>A.S.T.M. C-39</b></li> <li>· Certificado de Calibración LP - CCZ - 0138 - 2017, 20/07/2017, NTP</li> <li>· Las resistencias obtenidas corresponden a la fecha de rotura</li> <li>· Para la mezcla del CONCRETO se utilizó agua potable.</li> <li>· Resistencia característica del Concreto fck: 210 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>· Las probetas fueron Elaboradas en el laboratorio</li> <li>· La resistencia promedio obtenido es de 218,5 Kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>										
fuente: Planillas de Laboratorio										

### Compresión a los 28 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CILINDROS										
<b>PROYECTO: Tesis</b>										
<b>OPERADOR: Luis Fernández E.</b>										
<b>PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Cantera Sacrafamilia</b>										
<b>LABORATORIO: UNDAC</b>										
<b>COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS</b>										
N°	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad en Días	Dimensiones		Carga de Rotura (Kg.)	Carga de Rotura Calibrada	Fatiga de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Fatiga Promedio de Rotura	Observaciones
				Perímetro (cm.)	Sección (cm <sup>2</sup> )					
1	9/10/2023	6/11/2023	28	48,1	184,1	49250	49535	269,0		Revoltura N°1 ( C1 - 5)
2	9/10/2023	6/11/2023	28	48,2	184,9	49320	49605	268,3		Revoltura N°1 ( C1 - 6)
3	10/10/2023	7/11/2023	28	49,2	192,6	46790	47058	244,3		Revoltura N°2 ( C2 - 5)
4	10/10/2023	7/11/2023	28	49,1	191,8	45900	46162	240,6		Revoltura N°2 ( C2 - 6)
5	10/10/2023	7/11/2023	28	48,7	188,7	42180	42418	224,8		Revoltura N°3 ( C3 - 5)
6	10/10/2023	7/11/2023	28	48,8	189,5	43100	43344	228,7		Revoltura N°3 ( C3 - 6)
<b>PROMEDIO</b>									246,0	
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los ensayos a compresión se realizaron de acuerdo a la norma <b>A.S.T.M. C-39</b></li> <li>- Certificado de Calibración LP - CCZ - 0138 - 2017, 20/07/2017, NTP</li> <li>- Las resistencias obtenidas corresponden a la fecha de rotura</li> <li>- Para la mezcla del CONCRETO se utilizó agua potable.</li> <li>- Resistencia característica del Concreto fck: 210 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>- Las probetas fueron Elaboradas en el laboratorio</li> <li>- La resistencia promedio obtenido es de 246,0 Kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>										
fuente: Planillas de Laboratorio										

### Control de calidad de la resistencia característica estimada.

A continuación, se presenta el control estadístico del CONCRETO endurecido a nivel normal según el RNE, con una resistencia característica  $f_{ck}=21\text{MPa}$ .

#### Cantera Sacrafamilia:

n	Código	$x_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	C1 - 5	26,9	2,32	5,37
2	C1 - 6	26,8	2,22	4,91
3	C2 - 5	24,4	-0,18	0,03
4	C2 - 6	24,0	-0,58	0,34
5	C3 - 5	22,5	-2,08	4,34
6	C3 - 6	22,9	-1,68	2,83
$\Sigma$		147,5		17,83
Promedio		24,58		
Desviación estándar		1,89		
Variación		0,08		
fuente: elaboración propia				

nº	Resistencia obtenida a 28 días de edad, MPa			desviación estándar, s Mpa	1,89
	Cod.	Fatigas de rotura	ordenada en forma creciente	coeficiente de variación, d	0,08
1	C1 - 5	22,5	22,5	N = 6	m=6/2 = 3
2	C1 - 6	22,9	22,9		$f_{ck}$ , Mpa= 21
3	C2 - 5	24,0	24,0		$K_N$ = 0,953
4	C2 - 6	24,4	24,4		$X_1 + X_2 - X_3$ = 21,4
5	C3 - 5	26,8	26,8		$K_N * X_1$ = 21,44
6	C3 - 6	26,9	26,9		Entonces $f_{ck}$ , est, Mpa 21,4
criterios de solución				0,90 $f_{ck}$ , Mpa =18,9	
				$f_{ck}$ , est $\geq K_N * X_1$	ok
				$f_{ck}$ , est > $f_{ck}$	ok
				$f_{ck}$ , est > 0,9 $f_{ck}$	ok
Decisión				El lote se acepta	
Nota: El control de la resistencia del CONCRETO de los cilindros se realizó mediante el análisis estadístico de control normal según la Norma E.060					
fuente: elaboración propia					

### Compresión y control de calidad del CONCRETO endurecido:

**Cantera**

**Cochamarca**

Fatigas de rotura obtenidas de la compresión de cilindros de CONCRETO

endurecido adiferentes edades:

Nº	Nº de revoltura y codificación	Edad ( días)	Fatiga de rotura ( Kg/cm2)	Fatiga de rotura promedio
1	Revoltura 1 ( V1 - 1)	7	186,25	172,31
2	Revoltura 1 ( V1 - 2)	7	180,72	
3	Revoltura 2 (V2 - 1)	7	161,77	
4	Revoltura 2 (V2 - 2)	7	164,43	
5	Revoltura 3 ( V3 - 1)	7	173,11	
6	Revoltura 3 ( V3 - 2)	7	167,56	
7	Revoltura 1 ( V1 - 3)	14	212,93	201,21
8	Revoltura 1 ( V1 - 4)	14	219,75	
9	Revoltura 2 (V2 - 3)	14	192,35	
10	Revoltura 2 (V2 - 4)	14	202,99	
11	Revoltura 3 ( V3 - 3)	14	192,07	
12	Revoltura 3 ( V3 - 4)	14	187,18	
13	Revoltura 1 ( V1 - 5)	28	245,01	239,45
14	Revoltura 1 ( V1 - 6)	28	250,89	
15	Revoltura 2 (V2 - 5)	28	225,78	
16	Revoltura 2 (V2 - 6)	28	233,16	
17	Revoltura 3 ( V3 - 5)	28	238,95	
18	Revoltura 3 ( V3 - 6)	28	242,94	

fuelle: Elaboración propia

### Compresión a los 7 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CILINDROS										
<b>PROYECTO:</b> Tesis										
<b>OPERADOR:</b> Luis Fernández E.										
<b>PROCEDENCIA DEL AGREGADO:</b> Cantera Cochamarca										
<b>LABORATORIO:</b> UNDAC										
COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS										
N°	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad en Días	Dimensiones		Carga de Rotura (Kg.)	Carga de Rotura Calibrada	Fatiga de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Fatiga Proyección a 28 días	Observaciones
				Perímetro (cm.)	Sección (cm <sup>2</sup> )					
1	22/10/2023	29/10/2023	7	48,3	185,6	34390	34576	186,2	286,5	Revoltura N°1 ( V1 - 1)
2	22/10/2023	29/10/2023	7	48,3	185,6	33370	33549	180,7	278,0	Revoltura N°1 ( V1 - 2)
3	22/10/2023	29/10/2023	7	48,4	186,4	30000	30157	161,8	248,9	Revoltura N°2 ( V2 - 1)
4	22/10/2023	29/10/2023	7	49,1	191,8	31380	31546	164,4	253,0	Revoltura N°2 ( V2 - 2)
5	22/10/2023	29/10/2023	7	48,4	186,4	32100	32271	173,1	266,3	Revoltura N°3 ( V3 - 1)
6	22/10/2023	29/10/2023	7	48,5	187,2	31200	31365	167,6	257,8	Revoltura N°3 ( V3 - 2)
<b>PROMEDIO</b>									265,1	
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los ensayos a compresión se realizaron de acuerdo a la norma <b>A.S.T.M. C-39</b></li> <li>- Certificado de Calibración LP - CCZ - 0138 - 2017, 20/07/2017, NTP</li> <li>- Las resistencias obtenidas corresponden a la fecha de rotura</li> <li>- Para la mezcla del CONCRETO se utilizó agua potable.</li> <li>- Resistencia característica del Concreto fck: 210 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>- Las probetas fueron Elaboradas en el laboratorio</li> <li>- Según RNE CONCRETO ARMADO E.060 la resistencia a compresión de cilindros a 7 días alcanza un 65%, por lo que para proyectar a los 28 días se debe utilizar el coeficiente 0,65</li> <li>- La resistencia promedio obtenido a los 7 días es de 172,3 Kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>										
fuente: Planillas de Laboratorio										

### Compresión a los 14 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CILINDROS										
<b>PROYECTO: Tesis</b>										
<b>OPERADOR: Luis Fernández E.</b>										
<b>PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Cantera Cochamarca</b>										
<b>LABORATORIO: UNDAC</b>										
<b>COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS</b>										
Nº	Fecha de Vacado	Fecha de Ensayo	Edad en Días	Dimensiones		Carga de Rotura (Kg.)	Carga de Rotura Calibrada	Fatiga de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Fatiga Promedio de Rotura	Observaciones
				Perímetro (cm.)	Sección (cm <sup>2</sup> )					
1	22/10/2023	5/11/2023	14	48,3	185,6	39310	39529	212,9		Revoltura N°1 ( V1 - 3)
2	22/10/2023	5/11/2023	14	48,2	184,9	40400	40626	219,7		Revoltura N°1 ( V1 - 4)
3	22/10/2023	5/11/2023	14	49,3	193,4	37000	37203	192,4		Revoltura N°2 ( V2 - 3)
4	22/10/2023	5/11/2023	14	48,7	188,7	38100	38311	203,0		Revoltura N°2 ( V2 - 4)
5	22/10/2023	5/11/2023	14	48,8	189,5	36200	36398	192,1		Revoltura N°3 ( V3 - 3)
6	22/10/2023	5/11/2023	14	48,8	189,5	35280	35472	187,2		Revoltura N°3 ( V3 - 4)
<b>PROMEDIO</b>									201,2	
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los ensayos a compresión se realizaron de acuerdo a la norma A.S.T.M. C-39</li> <li>- Certificado de Calibración LP - CCZ - 0138 - 2017, 20/07/2017, NTP</li> <li>- Las resistencias obtenidas corresponden a la fecha de rotura</li> <li>- Para la mezcla del CONCRETO se utilizó agua potable.</li> <li>- Resistencia característica del Concreto fck: 210 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>- Las probetas fueron Elaboradas en el laboratorio</li> <li>- La resistencia promedio obtenido es de 201,2 Kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>										
fuente: Planillas de Laboratorio										

### Compresión a los 28 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CILINDROS										
<b>PROYECTO:</b> Tesis										
<b>OPERADOR:</b> Luis Fernández E.										
<b>PROCEDENCIA DEL AGREGADO:</b> Cantera Cochamarca										
<b>LABORATORIO:</b> UNDAC										
COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS										
N°	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad en Días	Dimensiones		Carga de Rotura (Kg.)	Carga de Rotura Calibrada	Fatiga de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Fatiga Promedio de Rotura	Observaciones
				Perímetro (cm.)	Sección (cm <sup>2</sup> )					
1	22/10/2023	19/11/2023	28	48,2	184,9	45040	45297	245,0		Revoltura N°1 ( V1 - 5)
2	22/10/2023	19/11/2023	28	48,2	184,9	46120	46384	250,9		Revoltura N°1 ( V1 - 6)
3	22/10/2023	19/11/2023	28	48,6	188,0	42200	42438	225,8		Revoltura N°2 ( V2 - 5)
4	22/10/2023	19/11/2023	28	44,4	156,9	43220	43465	233,2		Revoltura N°2 ( V2 - 6)
5	22/10/2023	19/11/2023	28	48,9	190,3	45211	45469	238,9		Revoltura N°3 ( V3 - 5)
6	22/10/2023	19/11/2023	28	48,0	183,3	44290	44542	242,9		Revoltura N°3 ( V3 - 6)
<b>PROMEDIO</b>									239,5	
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los ensayos a compresión se realizaron de acuerdo a la norma <b>A.S.T.M. C-39</b></li> <li>- Certificado de Calibración LP - CCZ - 0138 - 2017, 20/07/2017, NTP</li> <li>- Las resistencias obtenidas corresponden a la fecha de rotura</li> <li>- Para la mezcla del CONCRETO se utilizó agua potable.</li> <li>- Resistencia característica del Concreto fck: 210 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>- Las probetas fueron Elaboradas en el laboratorio</li> <li>- La resistencia promedio obtenido es de 239,5 Kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>										
fuente: Planillas de Laboratorio										

### Control de calidad resistencia característica estimada.

A continuación, se presenta el control estadístico del CONCRETO endurecido a nivel normal según el RNE, con una resistencia característica  $f_{ck}=21\text{MPa}$ .

#### Cantera Cochamarca

n	Código	$x_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	V1 - 5	24,5	0,55	0,30
2	V1 - 6	25,1	1,15	1,32
3	V2 - 5	22,6	-1,35	1,82
4	V2 - 6	23,3	-0,65	0,42
5	V3 - 5	23,9	-0,05	0,00
6	V3 - 6	24,3	0,35	0,12
$\Sigma$		143,7		4,00
Promedio				23,95
Desviación estándar				0,89
Variación				0,04
fuente: elaboración propia				

n°	resistencia obtenida a 28 días de edad, MP			desviación estándar, s Mpa	0,89		
	Cod.	Fatigas de rotura	ordenada en forma creciente	coeficiente de variación, d	0,04		
1	V1 - 5	24,5	22,6	N = 6	m=6/2 = 3		
2	V1 - 6	25,1	23,3				
3	V2 - 5	22,6	23,9	fck, Mpa=	21		
4	V2 - 6	23,3	24,3	$K_N =$	0,953		
5	V3 - 5	23,9	24,5	$X1 + X2 - X3 =$	22,0		
6	V3 - 6	24,3	25,1	$K_N * X1 =$	21,54		
criterios de solución				Entonces fck, est, Mpa	22,0		
				0,90fck, Mpa= 18,9			
				fck, est $\geq K_N * X1$	no		
				fck, est > fck	ok		
Desición				fck, est > 0,9*fck	ok		
				El lote se acepta			
Nota: El control de la resistencia del CONCRETO de los cilindros se realizó mediante el análisis estadístico de control normal según la Norma E.060							
fuente: elaboración propia							

**Compresión y control de calidad del CONCRETO endurecido:**

**Cantera**

**Cochamarca**

Fatigas de rotura obtenidas de la compresión de cilindros de CONCRETO endurecido adiferentes edades:

<b>Nº</b>	<b>Nº de revoltura y codificación</b>	<b>Edad ( días)</b>	<b>Fatiga de rotura ( Kg/cm2)</b>	<b>Fatiga de rotura promedio ( Kg/cm2)</b>
1	Revoltura 1 ( K1 - 1)	7	164,10	164,07
2	Revoltura 1 ( K1 - 2)	7	176,66	
3	Revoltura 2 (K2 - 1)	7	166,24	
4	Revoltura 2 (K2 - 2)	7	164,75	
5	Revoltura 3 ( K3 - 1)	7	152,45	
6	Revoltura 3 ( K3 - 2)	7	160,24	
7	Revoltura 1 ( K1 - 3)	14	202,33	186,29
8	Revoltura 1 ( K1 - 4)	14	190,90	
9	Revoltura 2 (K2 - 3)	14	203,17	
10	Revoltura 2 (K2 - 4)	14	195,68	
11	Revoltura 3 ( K3 - 3)	14	162,57	
12	Revoltura 3 ( K3 - 4)	14	163,12	
13	Revoltura 1 ( K1 - 5)	28	241,56	221,52
14	Revoltura 1 ( K1 - 6)	28	223,21	
15	Revoltura 2 (K2 - 5)	28	215,38	
16	Revoltura 2 (K2 - 6)	28	221,39	
17	Revoltura 3 ( K3 - 5)	28	213,96	
18	Revoltura 3 ( K3 - 6)	28	213,61	
fuente: Elaboración propia				

## Compresión a los 7 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CILINDROS										
<b>PROYECTO:</b> Tesis										
<b>OPERADOR:</b> Luis Fernández E.										
<b>PROCEDENCIA DEL</b>										
<b>AGREGADO:</b> Vicco										
<b>LABORATORIO:</b> UNDAC										
COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS										
Nº	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad en Días	Dimensiones		Carga de Rotura (Kg.)	Carga de Rotura Calibrada	Fatiga de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Fatiga Proyectada a 28 días	Observaciones
				Perímetro (cm.)	Sección (cm <sup>2</sup> )					
1	23/10/2023	30/10/2023	7	49,4	194,2	31700	31868	164,1	252,5	Revoltura Nº1 (K1 - 1)
2	23/10/2023	30/10/2023	7	48,8	189,5	33300	33479	176,7	271,8	Revoltura Nº1 (K1 - 2)
3	23/10/2023	30/10/2023	7	48,3	185,6	30700	30862	166,2	255,8	Revoltura Nº2 (K2 - 1)
4	23/10/2023	30/10/2023	7	48,2	184,9	30300	30459	164,8	253,5	Revoltura Nº2 (K2 - 2)
5	23/10/2023	30/10/2023	7	48,2	184,9	28040	28184	152,4	234,5	Revoltura Nº3 (K3 - 1)
6	23/10/2023	30/10/2023	7	48,1	184,1	29350	29503	160,2	246,5	Revoltura Nº3 (K3 - 2)
<b>PROMEDIO</b>									252,4	
<b>OBSERVACIONES:</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los ensayos a compresión se realizaron de acuerdo a la norma <b>A.S.T.M. C-39</b></li> <li>- Certificado de Calibración LP - CCZ - 0138 - 2017, 20/07/2017, NTP</li> <li>- Las resistencias obtenidas corresponden a la fecha de rotura</li> <li>- Para la mezcla del CONCRETO se utilizó agua potable.</li> <li>- Resistencia característica del Concreto fck: 210 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>- Las probetas fueron Elaboradas en el laboratorio</li> <li>- Según RNE CONCRETO ARMADO E.060 la resistencia a compresión de cilindros a 7 días alcanza un 65%, por lo que para proyectar a los 28 días se debe utilizar el coeficiente 0,65</li> <li>- La resistencia promedio obtenido a los 7 días es de 164,1 Kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>										
fuente:Planillas de Laboratorio										

## Compresión a los 14 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CILINDROS										
<b>PROYECTO:</b> Tesis <b>OPERADOR:</b> Luis Fernández E. <b>PROCEDENCIA DEL AGREGADO:</b> Vicco <b>LABORATORIO:</b> UNDAC <p style="text-align: center;"><b>COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS</b></p>										
N°	Fecha de Vacado	Fecha de Ensayo	Edad en Días	Dimensiones		Carga de Rotura (Kg.)	Carga de Rotura Calibrada	Fatiga de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Fatiga Promedio de Rotura	Observaciones
				Perímetro (cm.)	Sección (cm <sup>2</sup> )					
1	23/10/2023	6/11/2023	14	48,4	186,4	37510	37717	202,3		Revoltura N°1 (K1 - 3)
2	23/10/2023	6/11/2023	14	48,8	189,5	35980	36177	190,9		Revoltura N°1 (K1 - 4)
3	23/10/2023	6/11/2023	14	48,3	185,6	37510	37717	203,2		Revoltura N°2 (K2 - 3)
4	23/10/2023	6/11/2023	14	48,2	184,9	35980	36177	195,7		Revoltura N°2 (K2 - 4)
5	23/10/2023	6/11/2023	14	48,2	184,9	29900	30056	162,6		Revoltura N°3 (K3 - 3)
6	23/10/2023	6/11/2023	14	48,2	184,9	30000	30157	163,1		Revoltura N°3 (K3 - 4)
<b>PROMEDIO</b>									186,3	
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los ensayos a compresión se realizaron de acuerdo a la norma <b>A.S.T.M. C-39</b></li> <li>- Certificado de Calibración LP - CCZ - 0138 - 2017, 20/07/2017, NTP</li> <li>- Las resistencias obtenidas corresponden a la fecha de rotura</li> <li>- Para la mezcla del CONCRETO se utilizó agua potable.</li> <li>- Resistencia característica del Concreto fck: 210 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>- Las probetas fueron Elaboradas en el laboratorio</li> <li>- La resistencia promedio obtenido es de 186,3 Kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>										
fuente: Planillas de Laboratorio										

### Compresión a los 28 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CILINDROS										
<b>PROYECTO: Tesis</b> <b>OPERADOR: Luis Fernández E.</b> <b>PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Cantera Vicco</b> <b>LABORATORIO: UNDAC</b>										
COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS										
N°	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad en Días	Dimensiones		Carga de Rotura (Kg.)	Carga de Rotura Calibrada	Fatiga de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Fatiga Promedio de Rotura	Observaciones
				Perímetro (cm.)	Sección (cm <sup>2</sup> )					
1	23/10/2023	20/11/2023	28	48,3	185,6	44590	44844	241,6		Revoltura N°1 (K1 - 5)
2	23/10/2023	20/11/2023	28	48,6	188,0	41720	41955	223,2		Revoltura N°1 (K1 - 6)
3	23/10/2023	20/11/2023	28	48,8	189,5	40590	40817	215,4		Revoltura N°2 (K2 - 5)
4	23/10/2023	20/11/2023	28	48,8	189,5	41720	41955	221,4		Revoltura N°2 (K2 - 6)
5	23/10/2023	20/11/2023	28	48,3	185,6	39500	39720	214,0		Revoltura N°3 (K3 - 5)
6	23/10/2023	20/11/2023	28	48,4	186,4	39600	39821	213,6		Revoltura N°3 (K3 - 6)
<b>PROMEDIO</b>									221,5	
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los ensayos a compresión se realizaron de acuerdo a la norma <b>A.S.T.M. C-39</b></li> <li>- Certificado de Calibración LP - CCZ - 0138 - 2017, 20/07/2017, NTP</li> <li>- Las resistencias obtenidas corresponden a la fecha de rotura</li> <li>- Para la mezcla del CONCRETO se utilizó agua potable.</li> <li>- Resistencia característica del Concreto fck: 210 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>- Las probetas fueron Elaboradas en el laboratorio</li> <li>- La resistencia promedio obtenido es de 221,5 Kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>										
fuente: Planillas de Laboratorio										

**Control de calidad resistencia característica estimada.**

A continuación se presenta el control estadístico del CONCRETO endurecido a nivel normal según el RNE, con una resistencia característica  $f_{ck}=21\text{MPa}$ .

**Cantera: Vicco**

n	Código	$x_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	K1 - 5	24,2	2,05	4,20
2	K1 - 6	22,3	0,15	0,02
3	K2 - 5	21,5	-0,65	0,42
4	K2 - 6	22,1	-0,05	0,00
5	K3 - 5	21,4	-0,75	0,56
6	K3 - 6	21,4	-0,75	0,56
$\Sigma$		132,9		5,78
Promedio				22,15
Desviación estándar				1,07
Variación				0,05
fuente: elaboración propia				

nº	Resistencia obtenida a 28 días de edad, MPa			desviación estándar, s Mpa	1,07	
	Cod.	Fatigas de rotura	ordenada en forma creciente	coeficiente de variación, d	0,05	
1	K1 - 5	24,2	21,4	N = 6	m=6/2 = 3	
2	K1 - 6	22,3	21,4		$f_{ck}, \text{Mpa} =$	
3	K2 - 5	21,5	21,5		$K_N =$	
4	K2 - 6	22,1	22,1		$X_1 + X_2 - X_3 =$	
5	K3 - 5	21,4	22,3		$K_N * X_1 =$	
6	K3 - 6	21,4	24,2		Entonces $f_{ck}, \text{est}, \text{Mpa}$	
criterios de solución				$0,90f_{ck}, \text{Mpa} = 18,9$		
				$f_{ck}, \text{est} \geq K_N * X_1$		ok
				$f_{ck}, \text{est} > f_{ck}$		ok
				$f_{ck}, \text{est} > 0,9 * f_{ck}$		ok
Decisión				El lote se acepta		
Nota: El control de la resistencia del CONCRETO de los cilindros se realizó mediante el análisis estadístico de control normal según la Norma E.060						
fuente: elaboración propia						

#### 4.4.6. Reporte fotográfico

### Refrentado o coronamiento de probetas cilíndricas del CONCRETO ASTM C-617

La norma ASTM C-117 establece las normas para refrentar probetas de CONCRETO destinados a ensayos de compresión y tracción. El procedimiento de refrentado es indispensable en probetas cuyas superficies de contacto con máquina de ensayo no cumpla con los requisitos de planeidad y/o paralelismo especificadas en las respectivas normas.

#### Procedimiento:

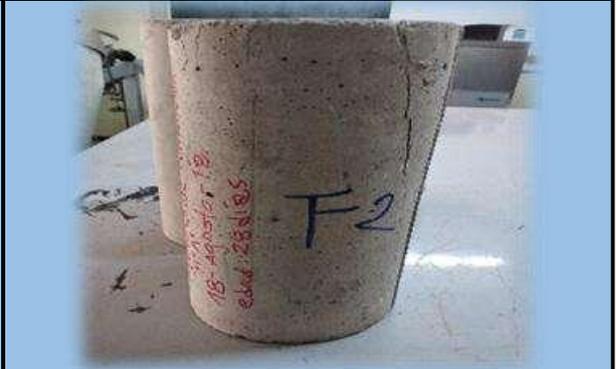
<b>1.-Extracción de las probetas de la cámara húmeda</b>	<b>2.-Registro de datos de la probeta</b>
	
<b>3.- Peso de la probeta</b>	<b>4.- Pasta de azufre</b>
	
<b>5.-Refrentado de la probeta</b>	<b>6.-Cilindros Refrentados</b>
	

Fuente: elaboración propia

## Ensayo de compresión de probetas de CONCRETO ASTM C-39

El ensayo de compresión del CONCRETO según la ASTM C-39 se lo realiza preparando y fabricando cilindros de 6”(15cm) de diámetro y una altura de 12”(30cm), se utiliza para este objeto moldes metálicos y pisón de 5/8” generalmente.

### Procedimiento:

1.- Probetas de CONCRETO refrentadas	2.- Probeta refrentada y codificada
	
2.- Compresion del cilindro de CONCRETO	3.-Probeta ya ensayada
	
4.-Falla del CONCRETO	5.- Registro del Valor obtenido
	

Fuente: elaboracion propia

### Elaboración de cuadros de comparación y gráficos ilustrativos

En esta parte se elaboró los cuadros de comparación y los gráficos ilustrativos de la caracterización de los agregados, de las dosificaciones realizadas por el método ACI y compresión de cilindros de CONCRETO endurecido, en base a los datos obtenidos en las planillas operativas presentados en los anteriores informes. Además de ello se tabuló los datos según a la cantera correspondiente.

Para diferenciar los cuadros comparativos de los gráficos ilustrativos se codificó de manera numeral a los cuadros de comparación y alfabética a los gráficos ilustrativos.

#### 4.4.7. Cuadros y gráficos

**Cuadro 1** Cuadro de comparación del agregado grueso

CUADRO DE COMPARACION DEL AGREGADO GRUESO			
Cantera	Sacrafamilia	Cochamarca	Vicco
Tipo de árido	chancado	chancado	chancado
Tamaño máximo del agregado	1"	1"	1"
% gruesos	100	100	100
% finos	0	0	0
módulo de fineza	7,81	7,76	7,77
Peso específico (gr/cc)	2,675	2,666	2,667
Absorción %	0,553	1,567	1,337
Peso unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1495	1410	1381
Peso unitario compacto (Kg/m <sup>3</sup> )	1633	1571	1505
porcentaje de huecos suelto %	43,803	46,292	47,729
porcentaje de huecos compacto %	38,603	40,147	43,015
desgaste por abrasión %	16	15	13
<b>Fuente:</b> elaboración propia			

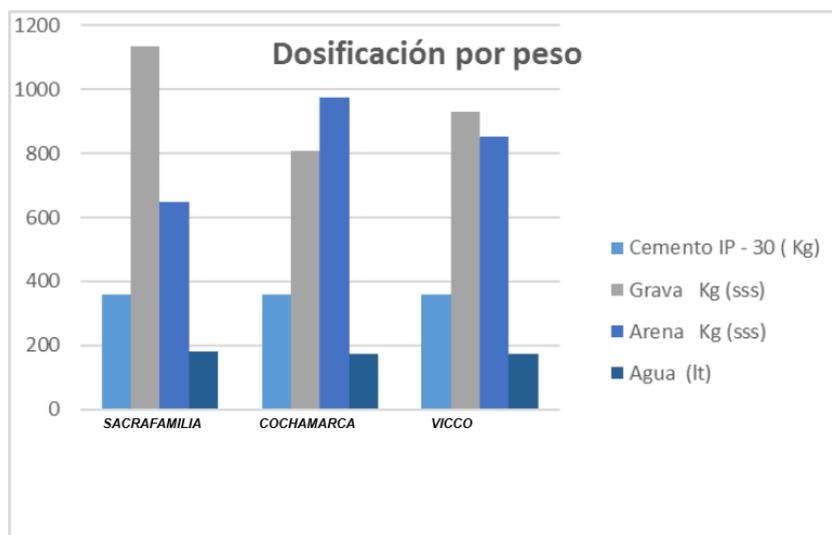
**Cuadro 2** Cuadro de comparación del agregado fino

<b>CUADRO DE COPARACION DEL AGREGADO FINO</b>			
<b>Cantera</b>	<b>Sacrafamilia</b>	<b>Cochamarca</b>	<b>Vicco</b>
Tipo de árido	chancado	chancado	chancado
Tamaño máximo del agregado	Nº 4	Nº 4	Nº 4
% gruesos	1,8	0,5	8,1
% finos	98,2	99,5	91,9
módulo de fineza	2,56	3,63	3,69
Peso específico (gr/cc)	2,551	2,563	2,589
Absorción %	4,522	4,948	3,925
Peso unitario suelto (Kg/m3)	1594	1458	1587
Peso unitario compacto (Kg/m3)	1775	1579	1752
porcentaje de huecos suelto %	34,667	39,667	36,302
porcentaje de huecos compacto %	27,248	34,673	29,69
impurezas orgánicas (escala de colores)	1	1	1
contenido más fino que el tamiz Nº 200	3,13	1,44	2,99
<b>Fuente:</b> elaboración propia			

**Cuadro 3** Cuadro de comparación de la dosificación por peso ( P/m3 Cº )

<b>CUADRO DE COMPARACIÓN DE LA DOSIFICACION POR PESO</b>			
<b>( P/m3 Cº )</b>			
<b>CANTERA</b>	<b>Sacrafamilia</b>	<b>Cochamarca</b>	<b>Vicco</b>
Cemento Portland T1 ( Kg)	359,162	359,162	359,162
Grava Kg (sss)	1135,641	807,536	930,273
Arena Kg (sss)	647,252	976,795	851,24
Agua (lt)	180,654	173,471	173,05
<b>Fuente:</b> elaboracion propia			

**Gráfico 1**

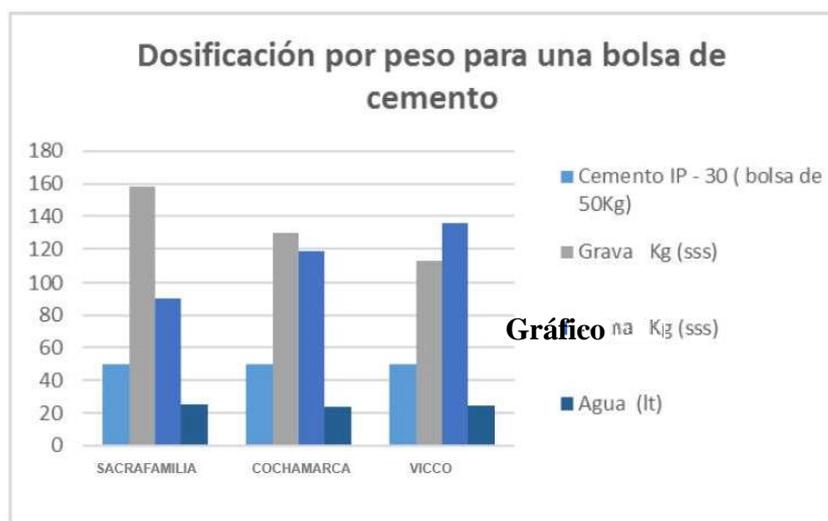


Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 4** Cuadro de comparación de la dosificación por bolsa de cemento

CUADRO DE COMPARACIÓN DE LA DOSIFICACION POR BOLSA DE CEMENTO			
Cantera	Sacrafamilia	Cochamarc a	Vicco
Cemento Portland T1 ( bolsa de 42.5Kg)	1	1	1
Grava Kg (sss)	158,096	129,506	112,419
Arena Kg (sss)	90,106	118,504	135,983
Agua (lt)	25,149	24,091	24,149
<b>Fuente:</b> elaboración propia			

**Gráfico 2**

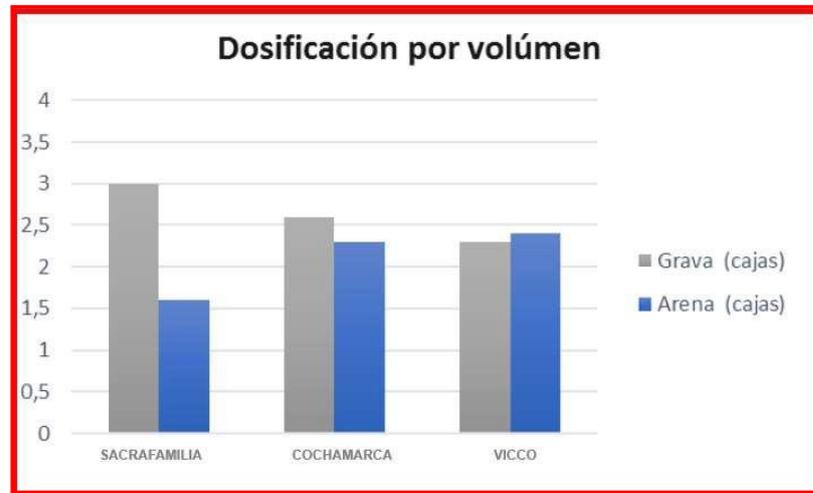


Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 5** Cuadro de comparación de la dosificación por volumen ( P/ cajón de dimensiones 35:35 cm y altura 0,29cm)

CUADRO DE COMPARACIÓN DE LA DOSIFICACION POR VOLUMEN ( P/ cajón de dimensiones 35:35 cm y altura 0,29cm)			
Cantera	Sacrafamilia	Cochamarca	Vicco
Cemento TIPO I ( bolsa de 42.5Kg)	1 bolsa	1 bolsa	1 bolsa
Grava (cajas)	3	2,6	2,3
Arena (cajas)	1,6	2,3	2,4
Agua (lt)	25,1	24,1	24,1
<b>Fuente:</b> elaboración propia			

**Gráfico 3**



*Fuente: Elaboración propia*

**Cuadro 6** Cuadro de comparación del concreto fresco

CUADRO DE COMPARACIÓN DEL CONCRETO FRESCO			
Cantera	Sacrafamilia	Cochamarca	Vicco
Asentamiento en el cono de Abrams (cm)	5	5	5
Peso unitario del CONCRETO fresco ( Kg/m <sup>3</sup> )	2367,2	2352,1	2353,4
<b>Fuente:</b> elaboración propia			

**Gráfico 4**



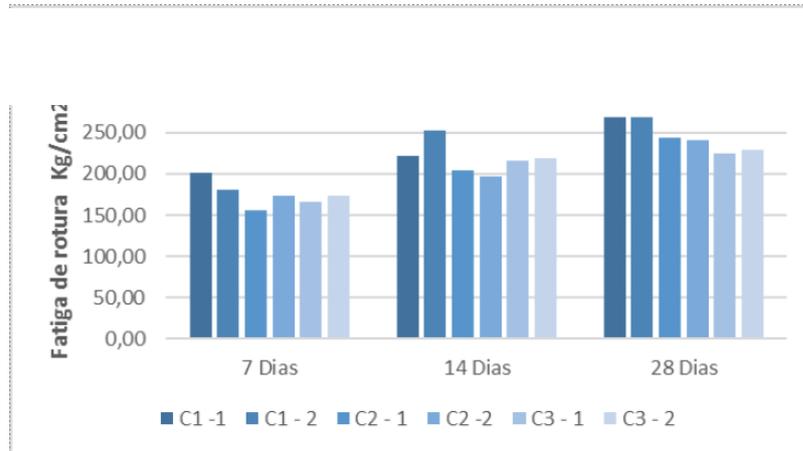
Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 7** Cuadro de comparación del concreto endurecido a diferentes edades

<b>CUADRO DE COMPARACIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO A DIFERENTES EDADES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>cantera</b>	<b>cantera</b>	<b>cantera</b>
		<b>Sacrafamilia</b>	<b>Cochamarca</b>	<b>Vicco</b>
Fatiga de rotura promedio	7 Dias	174,88	172,31	164,07
Fatiga de rotura promedio	14 Dias	218,55	201,21	186,29
Fatiga de rotura promedio	28 Dias	245,96	239,45	221,52

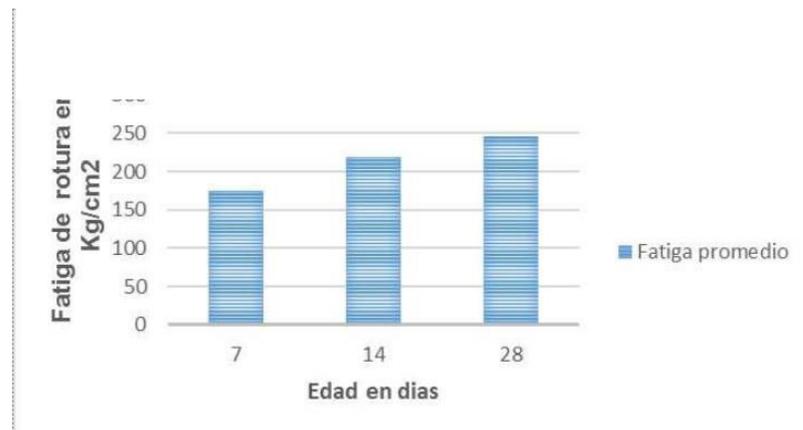
**Fuente:** elaboración propia

**Gráfico 5**



Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 6**



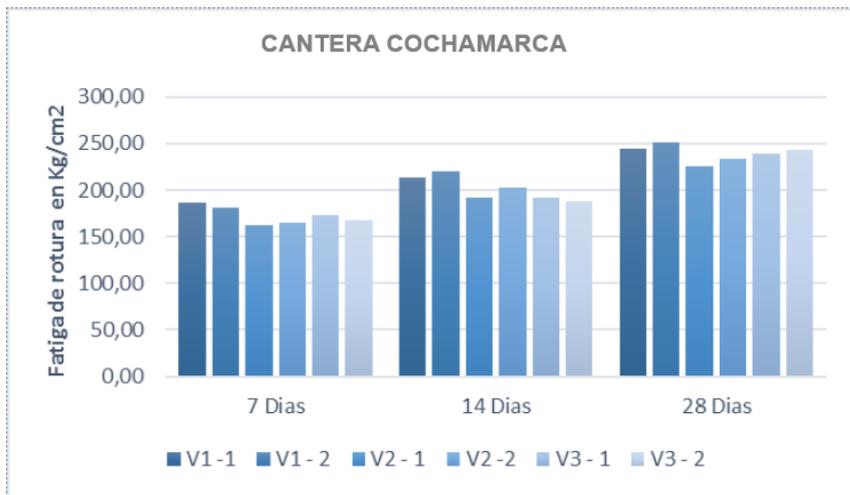
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 7**



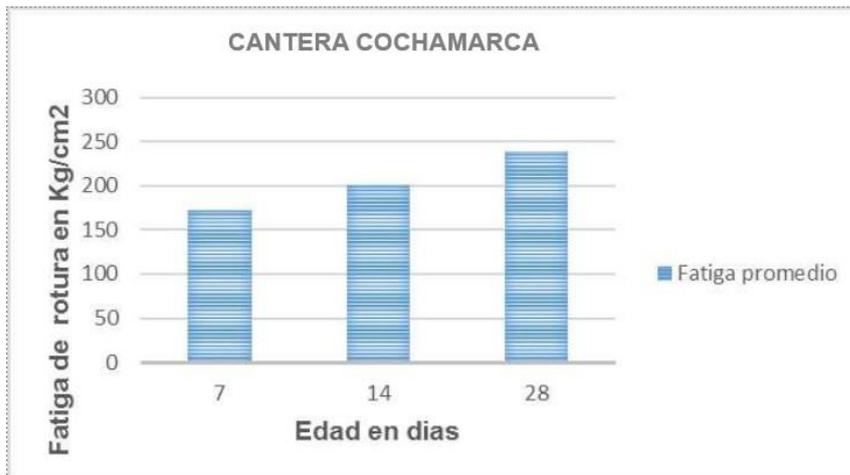
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 8**



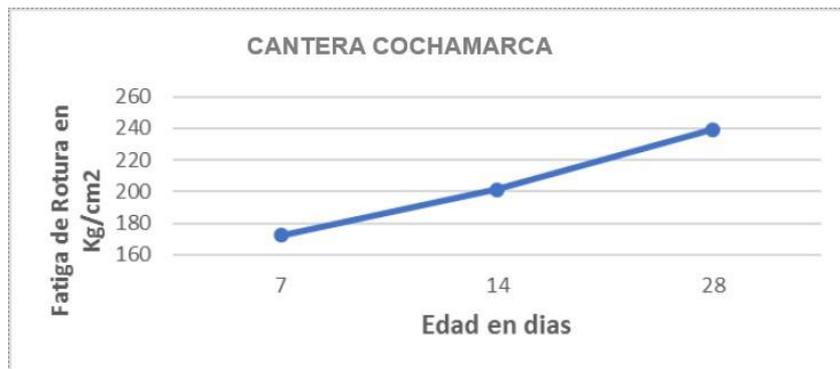
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 9**



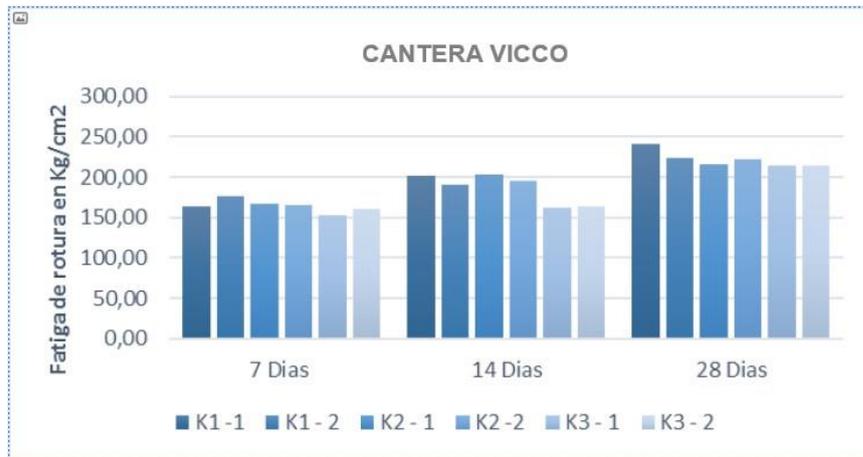
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 10**



Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 11**



Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 12**



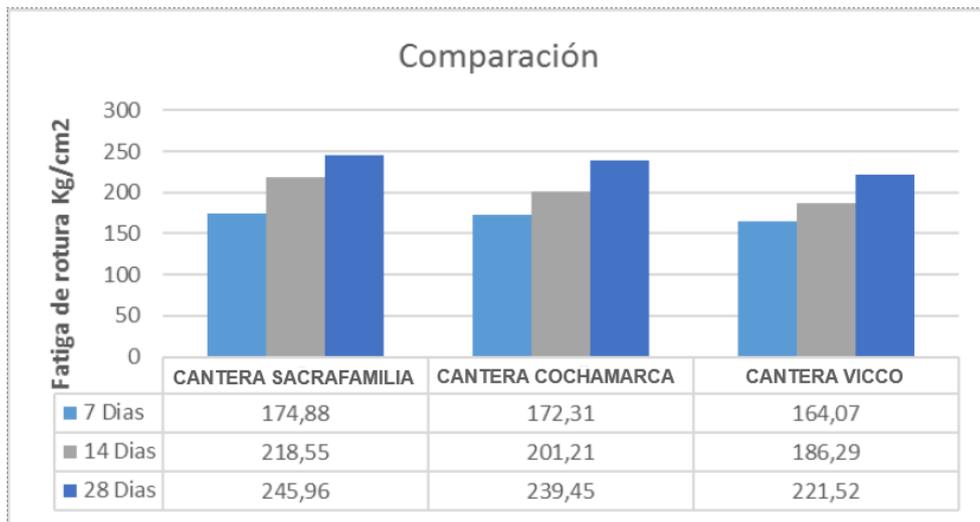
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 13**



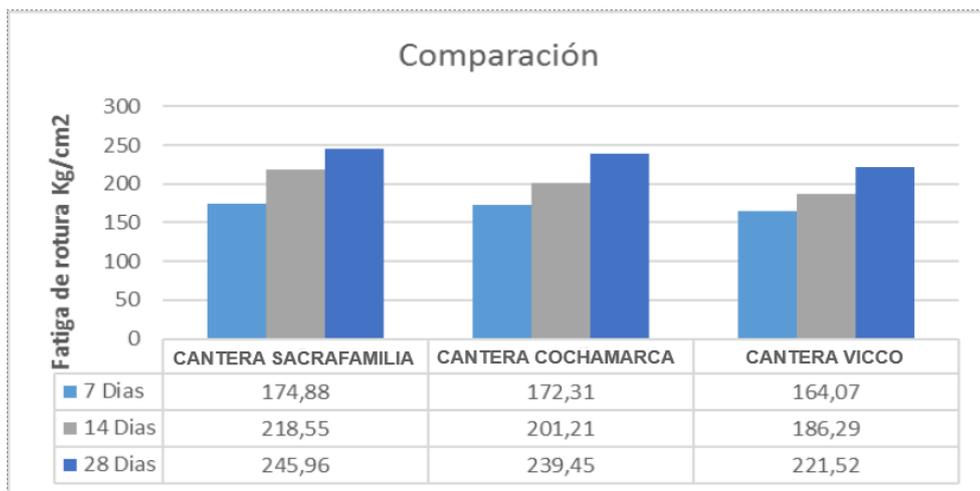
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 14**

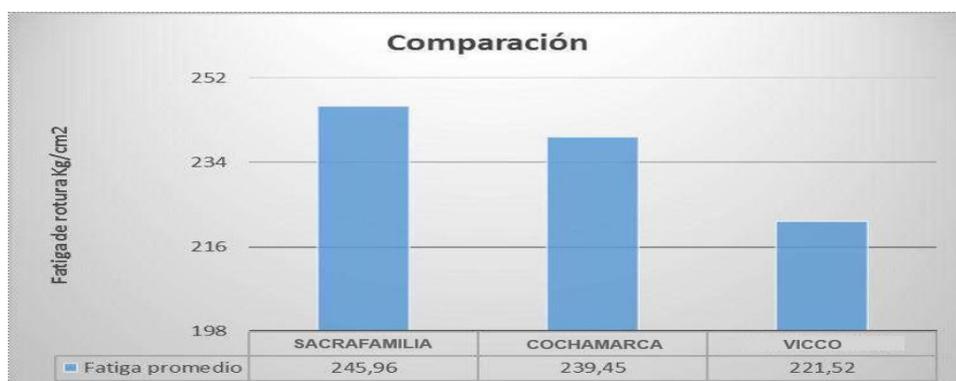


*Fuente: Elaboración propia*

**Gráfico 15**



*Fuente: Elaboración propia*



## CONCLUSIONES

**Este es un trabajo de aplicación de título “análisis comparativo de las variables en la dosificación del CONCRETO método ACI al emplear agregados de diferentes canteras”, y lo describo a continuación.**

Al elegir las canteras para la obtención de los agregados se tomó en cuenta la modalidad de su producción, es decir que las canteras elegidas tengan un proceso de producción similar (en este caso se trabajó con agregados chancados), que tengan una demanda considerable y sea proveedor de las empresas dedicadas a la construcción de obras civiles en ciudad de Pasco y alrededores.

Las canteras objeto de estudio fueron la cantera: Sacrafamilia, Cochamarca, y Vicco, que son proveedores de áridos chancados de tamaño máximo de: 1”, 3/4” ,3/8” y arena N° 4.

Para la dosificación del CONCRETO por el método ACI se trabajó con un CONCRETO tipo y se realizó en el Laboratorio de Ingeniería Civil UNDAC con las siguientes características:

La dosificación se realizó por peso. Resistencia característica  $f_{ck}$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Condiciones de dosificación muy buenas.

CONCRETO sin aire incluido. Agregados chancados.

Tamaño máximo del agregado de 1plg. Asentamiento en el cono de Abrams de 5±1cm. Cemento Andino TIPO I.

Agua potable, para el mezclado y curado.

Según los ensayos y análisis comparativos realizados entre las canteras ya mencionadas se evidenció que existe variación en la dosificación del CONCRETO al emplear agregados de diferentes canteras (Sacrafamilia, Cochamarca, Vicco), y es lo siguiente:

En los agregados:

Existe una variación en las características físicas de los agregados unas más

que otras las de mayor variabilidad son:

En el agregado grueso: el porcentaje de absorción, desgaste por abrasión, porcentaje de huecos, peso específico, pesos unitarios.

A continuación, se muestra el detalle resumido en un cuadro.

<b>CUADRO DE COPARACION DEL AGREGADO GRUESO</b>			
<b>Cantera</b>	<b>Sacrafamilia</b>	<b>Cochamarca</b>	<b>Vicco</b>
Tipo de árido	chancado	chancado	chancado
Tamaño máximo del agregado	1"	1"	1"
% gruesos	100	100	100
% finos	0	0	0
módulo de fineza	7,81	7,76	7,77
Peso específico (gr/cc)	2,675	2,666	2,667
Absorcion %	0,553	1,567	1,337
Peso unitario suelto (Kg/m3)	1495	1410	1381
Peso unitario compacto (Kg/m3)	1633	1571	1505
porcentaje de huecos suelto %	43,803	46,292	47,729
porcentaje de huecos compacto %	38,603	40,147	43,015
desgaste por abrasión %	16	15	13
fuente: elaboración propia			

En el agregado fino: el porcentaje de gruesos, módulo de fineza, absorción, contenido más fino que el tamiz N°200, lo que se detalla a continuación:

<b>CUADRO DE COPARACION DEL AGREGADO FINO</b>			
<b>Cantera</b>	<b>Sacrafamili</b>	<b>Cochamarca</b>	<b>Vicco</b>
	<b>a</b>		
Tipo de árido	chancado	chancado	chancado
Tamaño máximo del agregado	N° 4	N° 4	N° 4
% gruesos	1,8	0,5	8,1
% finos	98,2	99,5	91,9
módulo de fineza	2,56	3,63	3,69
Peso específico (gr/cc)	2,551	2,563	2,589
Absorción %	4,522	4,948	3,925
Peso unitario suelto (Kg/m3)	1594	1458	1587
Peso unitario compacto (Kg/m3)	1775	1579	1752
porcentaje de huecos suelto %	34,667	39,667	36,302
porcentaje de huecos compacto %	27,248	34,673	29,69
impurezas orgánicas (escala de colores)	1	1	1
contenido mas fino que el tamiz N° 200	3,13	1,44	2,99
fuente: elaboracion propia			

La variación de las características físicas de los agregados se debe a la diversidad de su procedencia. Las canteras elegidas tienen procedimientos de producción similares pero no iguales, de la misma manera la materia prima utilizada son rocas erosionadas, meteorizadas con un grado de fragmentación diferente.

En la cuantificación de los componentes del CONCRETO.

A continuación se muestra un cuadro de la cuantificación en peso de los componentes del CONCRETO obtenidos según el método ACI:

CUADRO DE COMPARACIÓN DE LA DOSIFICACION POR PESO ( P/m <sup>3</sup> C° )			
CANTERA	Sacrafamilia	Cochamarca	Vicco
Cemento Portland T1 ( Kg)	359,162	359,162	359,162
Grava Kg (sss)	1135,641	807,536	930,273
Arena Kg (sss)	647,252	976,795	851,24
Agua (lt)	180,654	173,471	173,05
fuente: elaboracion propia			

Se puede evidenciar de que existe variación en las cantidades de los agregados las mismas se producen a causa de:

En el caso del cemento la cantidad requerida por cada metro cubico de CONCRETO es la misma para las tres canteras debido a que se trabajó con un CONCRETO tipo C- 21, cabe la posibilidad de su variación siempre y cuando cambie la resistencia de diseño del CONCRETO, el tamaño máximo nominal del agregado, el asentamiento en el cono de abrams.

En la variación de la cantidad del agregado por cada metro cubico CONCRETO depende del:

módulo de fineza de la arena (lo que no es el mismo en las tres canteras ya que para calcular la magnitud de la grava se necesita de este valor), otra causa de su variación que influye en gran medida es el porcentaje de partículas gruesas contenida en la arena que generalmente tiende a reducir la cantidad de la grava.

La variación de la arena por cada metro cubico de CONCRETO varía de acuerdo al porcentaje de huecos de la grava.

Otro de los componentes que experimentó un cambio en cuanto a la cantidad es

el agua, lo que se debe a la variabilidad de la humedad y el porcentaje de absorción de los agregados.

En el peso unitario del CONCRETO fresco y endurecido.

El peso unitario del CONCRETO fresco evidentemente presenta variación y se debe principalmente a la diferencia de pesos específicos de los agregados.

<b>CUADRO DE COMPARACIÓN DEL CONCRETO FRESCO</b>			
Cantera	Sacrafamilia	Cochamarca	Vicco
Asentamiento en el cono de Abrams (cm)	5	5	5
Peso unitario del CONCRETO fresco ( Kg/m <sup>3</sup> )	2367,2	2352,1	2353,4
fuente: elaboracion propia			

En la capacidad mecánica del CONCRETO endurecido.

Mediante la compresión de probetas de CONCRETO endurecido normalizados por la ASTM se llegó a obtener los valores de las fatigas de rotura promedio de las tres canteras a diferentes edades, el mismo se detalla en el siguiente cuadro.

<b>DIFERENTES EDADES</b>				
Descripción	Edad (días)	cantera	cantera	cantera
		Sacrafamilia	Cochamarca	Vicco
Fatiga de rotura promedio	7 Dias	174,88	172,31	164,07
Fatiga de rotura promedio	14 Dias	218,55	201,21	186,29
Fatiga de rotura promedio	28 Dias	245,96	239,45	221,52
fuente: elaboracion propia				

Según el cuadro que se mostró anteriormente se llega a deducir y categorizar las fatigas de rotura con orden de mayor a menor, siendo la cantera Sacrafamilia el de mayor, el segundo la cantera Cochamarca y finalmente la cantera

Vicco.

Cabe aclarar que con los agregados de las tres canteras se llegó a cumplir con la resistencia característica del CONCRETO endurecido prevista para la dosificación que para este caso fue de 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

Las causas de la variación en la fatiga de rotura al emplear agregados de diferentes canteras se deben a los siguientes factores:

Según las observaciones y análisis minucioso que se efectuó en las fallas de las probetas cilíndricas de CONCRETO endurecido después de haber sido sometidos a cargas de compresión se contempló que las fallas ocurren en la transición entre las partículas del agregado grueso y que las partículas del agregado grueso no presentaban fracturas.

Estos datos indican que la fatiga de rotura para un CONCRETO de 210 Kg/cm<sup>2</sup> no es inferida por la capacidad mecánica de las partículas de la grava.

Al analizar la homogeneidad del CONCRETO de las probetas cilíndricas ya ensayadas se llegó a deducir que el porcentaje de huecos de la grava llega a influir en la resistencia del CONCRETO porque después estos huecos son rellenados por el mortero en la revoltura y es justamente donde se presentan las fallas.

La calidad de la arena es muy importante para obtener buenos resultados en la resistencia del CONCRETO, la arena de las tres canteras ya mencionadas anteriormente presentan diferentes valores en sus características físicas las que influyeron en la capacidad mecánica del CONCRETO endurecido son: el porcentaje de gruesos, la absorción y el contenido más fino que el tamiz N° 200.

A continuación se tiene un cuadro en la que se muestra los valores las características físicas de los agregados que repercutieron en la capacidad mecánica del CONCRETO endurecido.

<b>Características físicas de los agregados influyentes en la fatiga de rotura</b>			
<b>Cantera</b>	<b>Sacrafamilia</b>	<b>Cochamarca</b>	<b>Vicco</b>
porcentaje de huecos compacto de la grava	38,603	40,147	43,015
porcentaje de huecos sueltode la grava	43,803	46,292	47,729
módulo de fineza de la arena	2,56	3,63	3,69
porcentaje de absorcion de la arena	4,522	4,948	3,925
contenido de material mas fino que el tamiz N°200 %	3,13	1,44	2,99
fuente: elaboracion propia			

En síntesis cuando se emplea agregados de diferentes canteras para una dosificación tipo existen variaciones en: las cantidades de los agregados tanto del agregado grueso como del fino, el peso unitario del CONCRETO, la cantidad de agua y resistencia del CONCRETO endurecido.

Se redunda que se estudió solo con un CONCRETO fck de 210 Kg/cm<sup>2</sup> lo que conlleva a otras investigaciones.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda tener los agregados bien lavados y retirar las impurezas orgánicas.

Se recomienda el curado del CONCRETO.

Se recomienda tomar en cuenta la humedad de los agregados en el momento de pesar las cuantificaciones obtenidas de una dosificación teórica.

Deberá realizarse un exhaustivo control de la calidad de los materiales constituyentes del CONCRETO, tratando de que se cumplan con lo descrito en el Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 o con las descritas en las Especificaciones Técnicas.

Se recomienda tener énfasis en la calidad del agregado fino y el cemento, ya que según las observaciones que se tuvo en las fallas de las probetas de CONCRETO endurecido, ensayadas a compresión en el laboratorio, la falla se produce en la transición entre las partículas del agregado grueso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABC. Manual de Ensayos de suelos, Materiales y Hormigones.

APUNTES. 2017. Control de Calidad de Estructuras COC 433 APUNTES. 2014. Materiales de construcción COC 216, braja das APUNTES. 2015. Tecnología del CONCRETO COC 218, UNI

FERNANDO, C. A. 2015. Introducción al Diseño de Mezclas de CONCRETO 7ma edición.

HERNÁN, Z. G. 1992. Compendio de Tecnología del CONCRETO.

CONCRETO ARMADO. 2010. Por Jiménez, M. Álvaro, G. M., Francisco M. C. Juan Carlos y A. P. 15ª edición.

Laboratorio. Manual de Ensayos de Laboratorio de Materiales de Construcción.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES CONCRETO ARMADO E.060

RONALD, B. P. 2014. Manual de Procedimiento de Ensayo de Laboratorio Agregados, cementos y Hormigones.

SAMUEL, L. H. 2006. Diseño de Mezclas de Concreto.

## **ANEXOS**

## **INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **NORMAS ASTM**

#### **PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO (A.S.T.M. C-188)**

##### **FUNDAMENTO TEORICO**

El peso específico real varía muy poco de los cementos a otros, oscilando entre 2.9 a 3.15 (g/cm<sup>3</sup>). La limitación es establecida por algunas normas. El presente ensayo tiene su importancia en la determinación del peso específico del cemento hidráulico, este dato nos sirve para el diseño de mezclas de morteros u hormigones. La determinación del peso específico de los cementos básicamente consiste en establecer una relación entre el peso de una muestra de cemento y el volumen del líquido desplazado en el frasco normal de Le Chatelier.

##### **EQUIPO:**

- a) Frasco normal de Le Chatelier.
- b) Kerosén, gasolina o nafta libres de toda presencia de agua.
- c) Balanza de capacidad 2100 gramos y precisión al 0.1 gramos.
- d) Embudo
- e) Espátula
- f) Recipientes limpios
- g) Paños absorbentes, etc.

##### **PROCEDIMIENTO**

Se debe tomar primeramente las muestras de los cementos a ensayar por separado, para nuestro caso en laboratorio se toma tres muestras de los cementos TIPO I, IP-40 y el cemento tipo I respectivamente. Estas muestras deben estar secas, luego procedemos a pesar 64 gramos cada una, esto con cuidado ya que el peso debe ser exacto para el ensayo. Seguidamente se debe llenar el frasco de Le Chatelier con uno de los líquidos indicados (Kerosén, gasolina o nafta), teniendo la precaución de revisar previamente que el frasco este limpio y libre de agua. Para facilitar la introducción del cemento y evitar que el cuello del frasco se sumerja

demasiado con el líquido se lo puede inclinar un poco, o en su caso utilizamos el embudo o una perilla de goma.

El interior del frasco encima del líquido debe ser secado, a continuación será sometido a un baño a temperatura constante encima de la del ambiente (23+/-2°C) se asegura que el líquido del frasco haya obtenido la temperatura del agua del baño. Se tomara la primera lectura esto tomando una decisión de leer el menisco inferior o el superior. Procedemos a introducir el cemento en el frasco esto con cuidado de no derramar el cemento y de no hacer taponera el cuello del frasco, lo cual se logra introduciendo poco a poco con la ayuda de una espátula o un aparato d vibración, o en su caso con la ayuda del embudo (si se llega a tapar el cuello del frasco utilizamos un alambre para destaparlo): Después de que los 64 gramos de cemento ha sido introducido se procede a hacer rotar el frasco en una posición inclinadao en su caso se lo hará circular en una superficie horizontal hasta que no se desprendan burbujas de aire en el cemento.

A continuación, se procede de igual manera que el paso (d) y se toma la lectura final del volumen desplazado del mismo menisco que se toma para la lectura inicial. Finalmente se procederá a limpiar el frasco esto con los líquidos usados para el ensayo (en ningún caso se podrá emplear agua para limpiar el frasco).

### **CÁLCULOS:**

La diferencia entre las lecturas tanto inicial como final representa el volumen del líquido desplazado. El peso específico será calculado por la formula siguiente:

$$P_e = \frac{w_c}{V_f - V_0}$$

Donde:

Pe = Peso específico del cemento

(gramos/cc) WC = Peso del cemento

Vf - V0 = Diferencia entre volúmenes, final e inicial.

## **PESO UNITARIO DEL CEMENTO “PUS Y PUA”**

### **FUNDAMENTO TEORICO**

Es necesario conocer las propiedades físicas del cemento, satisfactoriamente el rendimiento, conocer el porcentaje de huecos, y el coeficiente de aporte. La importancia del ensayo es determinar el peso unitario suelto y asentado del cemento mediante la utilización del embudo especial metálico para el peso unitario suelto y mediante la utilización de un recipiente rígido para el peso unitario compacto.

### **EQUIPO:**

- a) Balanza; capacidad 2100 gr. Precisión al gramo
- b) Balanza; capacidad 20 kg. Precisión al gramo
- c) Embudo especial metálico
- d) Probeta; de capacidad 1 lt.
- e) Recipiente de medida rígida; de aproximadamente 1 dm<sup>3</sup>, con condiciones que aseguren un volumen constante, puede ser calibrado por el peso del agua que es capaz de contener.
- f) Cuchara, espátula, brocha, recipientes, regla metálica, perilla de goma, plancha metálica.
- g) Termómetro, vidrio.

### **PROCEDIMIENTO:**

Primeramente, se deberá sacar las respectivas muestras de cemento que se utilizaran para el ensayo, para la determinación del peso suelto y compacto del cemento.

### **PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DEL PUS:**

Se colocará el embudo especial metálico sobre la mesa con la bombilla cerrada por la parte inferior, a continuación colocamos el recipiente de medida rígido limpio y seco debajo del embudo especial metálico. Con la boquilla por la parte superior procedemos a poner una cantidad de cemento adecuada (tres cucharas de cemento). Se abrirá la boquilla del embudo hacer caer el cemento por gravedad o en su caso con

la ayuda de espátula o el cucharón se procede a mover el cemento contenido en el embudo. Se dejará caer el cemento hasta que se produzca el desborde del recipiente rígido, durante el procedimiento se deberá evitar golpear la mesa o hacer mover el recipiente. Se procede a cerrar la boquilla y retirar el embudo, sin sacudir se enraza el recipiente con la regla o la plancha lisa. Se limpia los lados del recipiente rígido y con cuidado se sella a pesar.

#### **PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DEL PUC:**

Para la determinación del peso unitario compacto se colocara el recipiente rígido sobre una superficie firme y rígida.

Se llena el recipiente con cemento hasta una tercera parte, y cogiéndolo con ambas manos se procede a hacerla caer desde una altura de 1 pulgada doce veces. Se llenara nuevamente el recipiente y hacerlo caer doce veces, esto por una segunda vez y tercera vez. Luego del último paso se enraza el recipiente con la regla o con la plancha, se limpia los costados y se lleva a pesar.

#### **CALIBRACION DEL RECIPIENTE DE MEDIDA:**

El recipiente será calibrado por la determinación del peso del agua que es capaz de contener, que dividido entre la densidad del agua nos da el volumen del recipiente. El procedimiento es el siguiente: Pesar el recipiente más la placa de vidrio con la que se tapara el recipiente, a continuación, llenamos el recipiente con agua y ponemos sobre la balanza la tapamos con el vidrio y por una parte procedemos a llenarla con la perilla de goma, esto paraevitar burbujas de aire por la parte superior, Luego del procedimiento y que no haya burbujasse procede a pesarlo, Se determina la temperatura del agua y determinar su densidad utilizando la tabla.

## TABLA DENSIDADES DE AGUA

### CÁLCULOS:

Temperatura °F	Temperatura °C	Kg/ m <sup>3</sup>
60	15,6	999,01
65	18,3	998,54
70	21,1	997,97
73,4	23	997,54
75	23,9	997,32
80	26,7	996,59
85	29,4	995,83

$PUS = A / B$  ; [gr/cm<sup>3</sup>], [kg/m<sup>3</sup>]  $PUC = B / V$  ; [gr/cm<sup>3</sup>], [kg/m<sup>3</sup>] Donde:

PUS: Peso unitario suelto PUC: Peso unitario compacto

A : Peso suelto del cemento contenido en el recipiente.

B : Peso asentado del cemento contenido en el recipiente. V : Volumen del recipiente de medida.

Dos valores importantes de las características de los cementos son el coeficiente de aporte y el porcentaje de huecos los que se calculan con las siguientes formulas:

Coeficiente de Aporte =  $PUA / Pe$

$$\% \text{ Huecos} = \frac{(Pe - PUA)}{Pe} * 100$$

## EXTRACCION Y PREPARACION DE MUESTRAS DE AGREGADO FINO Y

### GRUESO FUNDAMENTO TEORICO:

La obtención de muestras de agregado es realmente bastante compleja debido a la separación que se produce al manipular o transportar una muestra de agregado, la obtención de muestras y un posterior preparado de la muestra nos permite obtener valores representativos de las condiciones de dicha muestra. Es por eso que se establece las condiciones para realizar el muestreo de los agregados fino y grueso.

La muestra de agregado será usada para los siguientes propósitos:

- a) Investigación de la fuente de suministro.
- b) Control de la fuente de suministro.
- c) Control en las operaciones de uso.
- d) Aceptación o rechazo de los materiales.

**EXTRACCION DE MUESTRAS:**

En la construcción la investigación preliminar y muestreo ocupan un lugar muy importante en la disponibilidad de los agregados y la conveniencia de los mismos. El control del material mediante ensayos de laboratorio nos asegura la durabilidad de la estructura resultante de los procesos constructivos. Parar tener una muestra de campo el peso de la misma debe estar de acuerdo a la tabla siguiente además que las muestras se extraerán de forma diferente parar cada caso.

Tamaño Maximo Nominal de Agregado	Peso Mínimo Aproximado de la Muestra de campo kg.
Agregado Fino	
No. 8(2.36mm)	10
No. 4(4.75mm)	10
Agregado Grueso	
3/8 pulg. (9.5mm)	10
1/2 pulg. (12.5mm)	15
3/4 pulg (19.0mm)	25
1 pulg (25.0mm)	50
1 1/2 pulg (38.1mm)	75
2 pulg (50.0mm)	100

**AGREGADOS MANUFACTURADO (CHANCADOS) PILAS DE ACOPIO:**

Se deberá tomar todas las precauciones particularmente cuando el muestreo se hace para determinar las propiedades del agregado que pueden ser dependientes de la granulometría de la muestra. Si la muestra resulta de un acoplo de agregado fino y grueso combinados naturalmente (en nuestro caso es arena corriente) debe especificarse un plan de muestreo para el caso.

Se usará un plan de muestreo que dará mayor confianza en los resultados condición que se deberá aceptar por las 3 partes interesadas en cada situación particular, este plan de muestreo definirá el número de muestras necesarias para representar lotes y sub-lotes. Un método adecuado es el siguiente; se tomara tres

muestras separadas en partes diferentes de la pila de acoplo una en la parte superior, otra en el medio y una en la base, para evitar que la parte superior se mezcle se podrá introducir una tabla encima del lugar donde se sacaran la muestra. Se deberá observar cualquier sector segregado y solo se podrá extraer porciones de los agregados desde la mayor profundidad posible sin que incluya material de la superficie, ni los primeros ni los últimos 30 centímetros de profundidad del acoplo. Estos principios son aplicables para efectuar el muestreo de camiones, volquetas u otro medio de transporte.

#### **CINTAS TRANSPORTADORAS:**

Se seleccionará tres muestras aleatorias iguales aproximadamente seleccionadas al azar desde la cinta transportadora, luego estas muestras serán combinadas para tener la muestra de campo. Se deberá detener la cinta transportadora cuando se obtienen las porciones de muestra, se insertarán dos plantillas cuya forma debe coincidir con la forma de la cinta y del flujo de agregado de dicha cinta, las plantillas deben estar espaciadas de modo que el material contenido entre ellas produzca el incremento del peso requerido. Cuidosamente se saca todo el material retenido entre las plantillas se los deposita en un recipiente apropiado con un cepillo se recoge el polvo y finos sobre la cinta y se los deposita en el recipiente de muestreo.

#### **YACIMIENTOS:**

##### **DEPOSITOS DE ARENAS Y GRAVAS NATURALES**

En nuestro medio donde los agregados son obtenidos de los lechos de los ríos se deberá diseñar un plan de muestreo para el caso, este plan dará mayor confianza en los resultados que deberá ser aceptadas por las partes interesadas, posiblemente la más aceptada sea las muestras obtenidas desde acoplo de los productores. Cuando los agregados se encuentran al descubierto se abrirá posos o zanjas de cuyo fondo se tomara las muestras. Para depósitos enterrados que ya tienen un frente de explotación se tomara las muestras de pozos o sondeos practicados detrás y paralelos al frente de explotación. La toma de muestras de

bancos potenciales que no tengan frentes abiertos se realizaran por medio de pozos. En ambos casos el número y profundidad de estos pozos dependerá de las condiciones locales y de la cantidad de material a utilizar.

#### FRECUENCIA DE MUESTREO:

Se deberá fijar la frecuencia de muestreo de forma previa sobre la base de un organigrama o plan de muestreo en el que se definirá en número y la frecuencia de la toma de muestras necesarias para representar lotes y sub-lotes de tamaños diferentes. En todo caso se podrá variar la frecuencia de muestreo siempre que se observen cambios de calidad, composición, granulometría o cambios de fuente de material.

#### TRANSPORTE DE MUESTRAS:

El transporte de las muestras se lo realizara en bolsas o recipientes que eviten la pérdida del material o la contaminación del material (a fin de evitar la pérdida de finos, el muestreo, transporte y preparación se lo puede realizar en condición húmeda) dichos recipientes llevaran una identificación adecuada para el caso.

#### PREPARACION DE LAS MUESTRAS:

Este punto se refiere a los métodos de reducción de muestras de campo hasta cantidades apropiadas para la realización de los ensayos, empleando procedimientos que minimicen las variaciones en las características determinadas entre las muestras mayores y las muestras menores.

#### CUARTEO MANUAL:

La muestra se la coloca sobre una superficie plana y limpia en la que no existe perdida de material o una contaminación accidental por algún otro material extraño. Se mezclara entonces el material por tres veces con la última revoltura echar el material de los bordes hacia el centro formando una pila de acoplo o cono forma de una montaña, seguidamente con cuidado de presionar el material con la pala juntando el material disperso y dándole una forma circular con espesor uniforme (el diámetro será aproximadamente de 4 a 8 veces el espesor de la muestra) cuidar que la composición de cada cuarto de sector sea igual a la de los extremos. Se procede a dividir el material en

cuatro partes aproximadamente iguales con ayuda de una pala por cortes diametrales y perpendiculares entre sí, se separa y eliminan dos cuartos opuestos retirando cuidadosamente las partículas finas con cada fracción, los dos cuartos restantes se vuelve a mezclar y se repite el procedimiento tantas veces sea necesario hasta obtener la cantidad para cada ensayo. Si en el caso no fuese sólido o no esté limpio o seco la muestra de campo puede ser colocada sobre una lona y mezclada con una pala y mezclada como se indica en el párrafo anterior, o levantando alternativamente cada esquina de la lona, rodando diagonal la muestra hasta la esquina superior (repetir por esquina) formar el cono y continuar de la manera ya descrita.

#### CUARTEO MECANICO:

Para el cuarteo mecánico se usan cuarteadores mecánicos tanto de la serie fina o gruesa que cuentan con aberturas rasuradas en la parte superior y dispuesta en forma alternada cuyos canales descienden a los costados y descargan sobre recipientes colocados a ambos lados para el efecto. Se vierte el material por la parte superior y se rodara cayendo por partes iguales en ambas bandejas. Se aparta una de las bandejas, desechando la muestra de la otra, se colocan nuevamente las bandejas de recepción vacías vertiendo de nuevo la muestra retenida en la primera bandeja apartada. Se repite el proceso tantas veces sea necesario hasta llegar al peso especificado para el ensayo.

## IDENTIFICACION DE MUESTRAS:

Las muestras obtenidas se colocarán en bolsas, cajas o recipientes adecuados, que eviten la contaminación, pérdida o alteración.

## GRANULOMETRIA DE LA ARENA Y GRAVA ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS FINO Y GRUESO (ASTM C-136)

### FUNDAMENTO TEORICO:

Los agregados constituyen alrededor del 75 % del volumen total de una mezcla típica de Concreto el termino agregado comprende las arenas gravas naturales y las piedras. La limpieza, sanidad, resistencia, forma y tamaño de los agregados en nuestro ensayo.

La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices (Norma ASTM C-136). El tamaño de partícula de agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre aberturas cuadradas.

Los tamices estándar (ASTM C-136) para agregado grueso tiene aberturas que varían desde la mallas (2.1/2", 2", 1.1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 40, N° 50, N° 80, N°100, N° 200, y la charola).

El análisis mecánico, nombre que con el que también se conoce ese método, se utiliza para suelos mayores al tamiz N° 200. Los suelos menores a este tamiz, se utilizaran por el análisis hidrométrico (limos y arcillas).

La granulometría es la determinación, de los porcentajes de grava, arena, limo y arcilla, que hay en cierta masa del suelo.

La distribución de las partículas por tamaño en una muestra de suelo, se expresa mediante un gráfico que relaciona el porcentaje de partículas de tamaño inferior en peso, con cada diámetro en mm. A este grafico se llama curva granulométrica.

Los números de tamaño (tamaños de granulometría), para el agregado grueso se aplican a las cantidades de agregado (en peso), en porcentajes que pasan a través del juego de mallas. Para la construcción de vías terrestres, la norma ASTM D-448

enlista los trece números de tamaños de la ASTM C-33, más otros seis números de tamaño para agregado grueso. La arena o agregado fino solamente tiene un rango de tamaños de partícula.

La granulometría y el tamaño máximo de agregados afectan las proporciones relativas de los agregados, así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad del Concreto.

En los comienzos de la investigación de las propiedades de los suelos se creyó que las propiedades mecánicas dependían directamente de la distribución de partículas constituyentes según sus tamaños. Es por ello la preocupación por la búsqueda de métodos adecuados para obtener tal distribución. Hoy en día es posible deducir las propiedades de los suelos a partir de su distribución granulométrica o descripción por tamaños.

La importancia del presente ensayo es la determinación de la distribución del tamaño de las partículas de los agregados finos y gruesos mediante tamices de abertura cuadrada. Algunas especificaciones que para agregados que se citan a este método contienen requerimientos granulométricos incluyendo a ambas fracciones, la gruesa y la fina. Las instrucciones son incluidas para el análisis por tamizado de tales agregados. La determinación más precisa del material más fino que el tamiz 200 se especifica en ensayos posteriores, no puede ser efectuada por este ensayo.

Básicamente consiste en separar una muestra de agregado seco a través de una serie de tamices de tamaños progresivamente menores para determinar la distribución por tamaños. Se emplea en ensayo generalmente para determinar la granulometría la cual proporciona suficiente información para controlar la producción de diversos productos de agregados y mezclas de agregados. Los datos del ensayo nos sirven para determinar los módulos de fineza del agregado grueso y fino.

#### EQUIPO:

a) balanza; se usara una balanza sensible al 1.0% del peso de la muestra del ensayo.

- b) tamices; se usaran tamices de aberturas cuadradas de la serie U.S estándar.
- c) brocha y cepillos mecánicos de la serie fina y gruesa.
- d) cuarteadores mecánicos de la serie fina y gruesa.
- e) recipientes de diferentes tamaños para los pesos retenidos.
- f) balanza con una capacidad de 20 kilogramos.

#### PREPARACION DE LA MUESTRA DE ENSAYO:

La muestra deberá ser representativa la cual se obtiene mediante cuarteos manual o mecánico descritos en el capítulo anterior. El peso para el agregado fino no será menor que 1 kilogramo. El tamaño de la muestra de agregado de campo será cuatro veces el peso requerido, se mezclara bien y se separa por cuarteos ya sea manual o mecánica hasta llegara un peso que depende del tamaño máximo del agregado que depende de la tabla.

TAMAÑO MAXIMO DE LAS PARTICULAS EN PULGADA	PESO MINIMO DE LA MUESTRA EN GRAMOS
3/8	1000
½	2500
¾	5000
1	10000
1 ½	15000
2	20000
2 ½	25000
3	30000
3 ½	35000

Si la muestra resulta ser una mezcla de arena y gravas se las separa mediante el tamiz N°4 para luego ensayar separadamente.

Para la determinación del material más fino que el tamiz N°200 se sigue el procedimiento indicado en el ensayo A.S.T.M. C-117. Antes de comenzar el ensayo de muestras se secan hasta un peso constante a una temperatura superior a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

#### PROCEDIMIENTO:

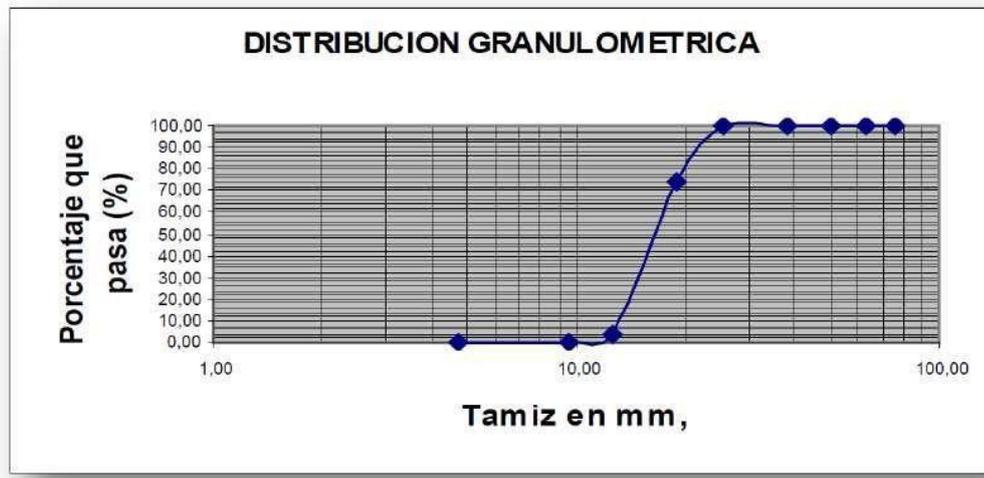
Luego de contar con las muestras de agregado fino y agregado grueso mínimas para el ensayo se procederá a armar la serie de tamices tanto para los gruesos como para los finos los cuales deberán estar secos y limpios dispuestos en orden decreciente. A continuación se colocara la muestra sobre el tamiz superior se colocara la tapa y será vibrada por espacio de 15 minutos. En caso de que no se cuente con la vibradora mecánica el tamizado se lo hará de forma manual esto significa de forma individual tamiz por tamiz, cada uno de los diferentes tamices. La operación de tamizado se lo hará con un movimiento lateral y vertical del tamiz, acompañado de una acción de sacudida de manera que la muestra se mueva continuamente sobre la superficie del tamiz. Se determina el peso de las fracciones retenidas en cada uno de los tamices en orden decreciente. El peso total del material luego del tamizado se compara con el peso inicial de la muestra. No debe existir una diferencia de peso más del 0.1% sobre la masa del peso inicial caso contrario se rechaza el ensayo.

#### CURVA GRANULOMÉTRICA:

La curva granulométrica es la representación gráfica de la granulometría y permite dar una visión objetiva de la distribución de tamaños de los granos del árido. Sirve también para comparar visualmente diferentes materiales entre si, y para comparar un material con los límites recomendados por la norma o especificación. El gráfico se construye de acuerdo al procedimiento indicado en la norma y está formado por coordenadas rectangulares de dos ejes.

El eje vertical (ordenada) es una escala graduada línea correspondiente a los porcentajes acumulados que pasan (de abajo a arriba), o a los porcentajes acumulados retenidos (de arriba a abajo).

El eje horizontal (abscisa) es una escala graduada logarítmica a partir del tamiz 0.08 mm con puntos que corresponden al logaritmo del valor de la abertura nominal de los tamices.



Dependiendo de las especificaciones para el uso del material los resultados pueden plantearse de la siguiente manera. Pero retenido en cada uno de los tamices, porcentaje retenido en cada uno de los tamices, porcentaje retenido acumulado en cada uno de los tamices, porcentaje que pasa cada tamiz. Se dibujara un diagrama semi logarítmico llevando en abscisas los valores logarítmicos de las aberturas de los tamices usados y en ordenados los porcentajes acumulados, retenidos o que pasen. Se especificara si el agregado está comprendido entre la gradación del agregado fino y grueso según la norma A.S.T.M. C-33.

TAMIZ		% QUE PASA
3/8	9.52mm	100
Nº4	4.76mm	95 a 100
Nº8	2.38mm	80 a 100
Nº16	1.19mm	50 a 82

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO	PORCENTAJES QUE PASAN										
	4"	3 ½"	3"	2 ½"	2"	1 ½"	1"	¾"	½"	3/8	Nº4
3 ½ a 1 ½	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5			
2 ½ a 1 ½			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5			
2 a Nº4				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5
1 ½ a Nº4					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5
1 a Nº4						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10
¾ a Nº4							100	95 a 100		25 a 55	0 a 10
½ a Nº4								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15
2 a 1				100	95 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5		
1 ½ a ¾					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5	

#### MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO GRUESO Y FINO:

El módulo de finura es el valor correspondiente a la centésima parte de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices de la serie preferida. Se calcula tanto para arenas como para gravas o áridos totales. Cuanto mayor es el módulo de finura más grueso es el material. El módulo de finura también se puede apreciar en la granulometría.

#### PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (ASTM C-29)

#### FUNDAMENTO TEORICO:

Este método de ensayo cubre los procedimientos para determinar el peso unitario del agregado grueso, en nuestro caso el de neumáticos. El peso unitario o densidad aparente en determinado estado de compactación permite transformar peso a volumen o viceversa. Relacionado con la densidad real permite conocer el grado de compactación o huecos que posee el árido. La importancia del presente ensayo es la determinación del peso unitario de los agregados fino, grueso o una mezcla de ambos. El peso unitario en determinado estado de compactación permite transformar peso a volumen o viceversa, relacionados con el peso específico de la masa permite conocer el grado de compactación o porcentaje de huecos que posee el agregado. Para la

determinación del peso unitario se vierte el agregado en un recipiente cilíndrico de capacidad o especificada de acuerdo al tamaño máximo del agregado. Luego se determina el peso del agregado que llena la medida. Se determina el peso unitario dividiendo el peso del agregado entre la capacidad volumétrica.

#### OBJETIVO:

El objetivo de este método de ensayo, cubre los procedimientos para determinar el peso unitario de los agregados finos y gruesos en sus tres etapas, ya sea para el peso unitario suelto (PUS), peso unitario compactado (PUC) y peso unitario por percusión (PUP).

#### EQUIPO:

- a) Balanza con capacidad de 20 kilogramos y con lectura exacta graduada al menos con precisión de 1 gramo.
- b) Balanza con capacidad de 50 kilogramos y precisión a los 200 gramos para el agregado grueso.
- c) Pisón; un pisón metálico resto de 5/8 pulg.de diámetro y aproximadamente 24 pulg.de largo, rematando en un extremos de forma caso esférica con un radio aproximado de ¼ pulg.(6mm d) Recipiente de medida rígido; se usara un recipiente metálico preferentemente provisto de manijas debe ser impermeable de diámetros iguales en la parte superior e inferior en su fondo y paredes lisas, debe tener la suficiente rigidez para mantener su forma bajo trato rudo.
- d) Cuarteadores mecánicos de la serie fina y gruesa.
- e) Equipo de calibración; una placa de vidrio de al menos 6mm de espesor y al menos 3cm más grande que el diámetro del recipiente a calibrar, perilla de goma, termómetro para la determinación de la temperatura.
- f) Palas; recipientes, listón de madera de 2 pulg.de lado

#### MUESTRA DE ENSAYO.

El tamaño de la muestra de ensayo será igual al doble de la capacidad volumétrica del recipiente de medida tanto para el agregado fino como para el grueso y

la mezcla de ambos. Se podrá usar árido proveniente del ensayo del tamizado siempre que esté perfectamente homogeneizado. La muestra del ensayo deberá estar seca para lo cual se secar hasta una más constante a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$  y será homogeneizada.

PROCEDIMIENTO:

DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SUELTO (PUS)

La determinación del peso unitario suelto se hará con áridos que no exceda de cuatro pulgadas de tamaño.

El recipiente de medida será llenado hasta rebalsar por medio de una pala o puruña desde una altura de 2 pulg. Distribuyendo uniformemente para no producir la segregación del material.

Debe cuidado de prevenir la segregación tanto como sea posible de los diferentes tamaños que está compuesto la muestra.

Se elimina exceso de árido empleado la varilla pisón como regla de enrase sin presionar el recipiente (al enrasar si nota algunas salientes especialmente del agregado grueso no compensarlo con agregado fino ya que se compensa con los huecos que quedan hacia el interior del recipiente).

Se pesa el recipiente y registra el peso del agregado suelto que llena el recipiente (el mismo procedimiento se seguirá para el agregado fino y grueso).

Se calcula el peso unitario suelto (PUS) usando la siguiente fórmula:

$$PUS = \frac{W_s}{V} \left( \frac{Kg}{m^3} \right)$$

Donde:

PUS = Peso unitario suelto.

Ws = Peso suelto del neumático contenido en el recipiente. V = Capacidad volumétrica del recipiente.

## DETERMINACION DEL PESO UNITARIO COMPACTADO POR APISONADO (PUC)

Este método es aplicable a agregados que no excedan de tamaño nominal igual o menor que 2 pulg.

Llenar el recipiente en tres capas aproximadamente iguales, dejando con la última capa un exceso de agregado por encima del borde superior del recipiente de medida. Nivelar la superficie con los dedos y compactar cada capa con 25 golpes de pisón uniformemente distribuidos sobre la superficie. Al apisonar la primera capa se debe evitar de golpear de forma violenta el fondo del recipiente y las capas restantes solo deben compactarse con la fuerza necesaria para penetrar la última capa.

En la última capa se elimina el exceso de agregado empleando una regla metálica o la varilla misma como regla de enrase, sin presionar.

Se determina y registra el peso en kilogramos del agregado compactado que llena el recipiente de medida.

Se calcula el peso unitario suelto (PUC) usando la siguiente fórmula:

$$PUC = \frac{W_c}{V} \left( \frac{Kg}{m^3} \right)$$

Donde:

PUC = Peso unitario compactado del agregado.

Wc = Peso compactado.

V = Capacidad volumétrica del recipiente.

## DETERMINACION DEL PESO UNITARIO COMPACTADO POR PERCUSION (PUC

Percusión)

Este método para la determinación del peso unitario compactado por percusión

es aplicable a los áridos de tamaño máximo nominal comprendido entre 2 pulg. y 4 pulg.

Llenar el recipiente en tres capas aproximadamente iguales, dejando con la última capa un exceso del agregado por encima del borde superior de la medida.

Nivelar la superficie con los dedos, colocar el recipiente sobre una superficie firme, tal como en piso de CONCRETO, levantarla en forma alternada por las asas opuestas a una altura aproximada de 2 pulg.(50mm) y dejarla caer de manera que reciba un golpe seco. Compactar cada capa hasta completar 50 golpes (25 veces a cada lado).

Se elimina el exceso de agregado, empleando una regla metálica o el pisón, realizando un enrase sin presionar.

Se determina y registra la masa en kilogramos del árido compactado que llene el recipiente. se calcula el peso unitario suelto (PUC PERCUSION) usando la siguiente fórmula:

$$PUC \text{ percusión} = \frac{W_c \text{ percusión}}{V} \left( \frac{Kg}{m^3} \right)$$

Donde:

PUC percusión = Peso unitario compactado del agregado a percusión.  $W_{cp}$  = Peso compactado a percusión.

V = Capacidad volumétrica del recipiente.

CALIBRACION DEL RECIPIENTE:

Pesar el recipiente más la placa de vidrio (A) Llenar el recipiente con agua a temperatura ambiente y cubrirla con una capa de vidrio de tal forma que se eliminen las burbujas y el exceso de agua, determinar el peso neto de agua en recipiente realizando su lectura con unaprecisión de  $\pm 1$ (B). Obtener el peso del agua (A-B= peso del agua). Determinar la temperatura del agua y determinar su densidad utilizando la tabla 1ª, si fuese necesario interpolarlo. Calcular el volumen del recipiente dividiendo el peso del agua requerido para llenar el recipiente entre la densidad del agua.

COMPLEMENTOS

Con los valores obtenidos en este ensayo y el peso específico se puede calcular los siguientes valores que dan una idea de las características del agregado, para su inclusión en morteros y hormigones.

El coeficiente de aporte es el volumen neto de material macizo que hay en un volumen unitario de agregado asentado. El coeficiente de aporte multiplicado por 100 del porcentaje de llenos.

**Coeficiente de aporte:**

Es el volumen neto del material que hay en un volumen unitario de agregado asentado:

$$\text{Coef. Aporte} = PUC / Pe$$

**Porcentaje de llenos:** El coeficiente de aporte, multiplicado por 100, da el porcentaje de llenos:

$$\% \text{ de llenos} = (\text{Coef. Aporte}) * 100$$

**Porcentaje de huecos:**

Es el valor porcentual de los espacios comprendidos entre las partículas de un agregado. Se calcula mediante:

$$\% \text{ de llenos} = \frac{Pe - PUC}{Pe} * 100$$

**CONTENIDO DE MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N°200 EN LOS AGREGADOS (ASTM C-117)**

**FUNDAMENTO TEORICO:**

La importancia del presente ensayo es la determinación total del lavado más fino que el tamiz 200 que posee un agregado. Las partículas de arcilla y otras partículas de agregado que son dispersados por el agua del lavado así como los materiales solubles al agua se quitaran del agregado durante la prueba. Estas partículas cubren las partículas del agregado, formando una película que reduce la adherencia entre la pasta de cemento y el agua aspecto que afecta la resistencia mecánica de morteros u hormigones.

El ensayo básicamente consiste en registrar el peso inicial, luego lavar la muestra y obtener el peso lavado, tamizado y expresar el porcentaje de material respecto al peso inicial.

#### OBJETIVO:

Este método de ensayo describe el procedimiento para determinar la cantidad total de material más fino que pasa el tamiz N° 200 en los agregados.

#### EQUIPO:

- a) Tamices; se usarán dos tamices, el superior será el tamiz 16 (1.18mm), el tamiz inferior será el tamiz 200 (0.074mm). Ambos según especificaciones de la A.S.T.M.
- b) Balanza con lectura precisa al 0.1 gramos.
- c) Recipiente; se necesitará un recipiente suficientemente grande para mantener la muestra cubierta con agua y permitir un vigoroso agitado sin pérdida alguna de la muestra.
- d) Horno; un horno que sea capaz de mantener una temperatura constante de  $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

#### MUESTRA DE ENSAYO:

Se selecciona una muestra de ensayo tratando de que presente una homogeneidad y humedad suficiente para evitar cualquier segregación o pérdida de fracciones finas. La reducción se hace por cuarteo para obtener un estado seco el tamaño de la muestra de ensayo ligeramente superior al valor indicado en la tabla 1A.

La reducción y cuarteo en estado seco no es permitida ni reducir la cantidad hasta un peso exacto determinado.

#### PROCEDIMIENTO:

Seleccionada la cantidad de muestra introducirla en un recipiente y luego sacarla en un horno hasta peso constante a temperatura  $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ . Se determina y registra el peso de la muestra inicial en estado seco (esto será antes de lavado).

La muestra de ensayo después de haber sido secada será colocada en un recipiente y el agua de lavado vaciada en el recipiente hasta cubrirla (el agua deberá estar libre de

detergentes, agentes de dispersión u otra sustancia que contamine el agua).

El contenido del recipiente será vigorosamente agitado para separar todo el material más fino que el tamiz 200 dejándolo en suspensión las partículas finas.

Se vierte el agua con el material fino en suspensión a través de la serie de tamices (se coloca el tamiz 16 en la parte superior y el tamiz 200 en la parte inferior).

Se repetirá la operación tantas veces como se vea necesario agregando la cantidad de agua necesaria hasta que el agua y la muestra permanezcan claras y limpias.

El material retenido en ambos tamices se los une a la muestra ya lavada. La muestra luego se la seca a peso constante.

Se registra el peso de la muestra ya lavada y secada con una apreciación de 0.1 gramos.

#### CÁLCULOS:

Cuando se desee una determinación de control, el agua del lavado será evaporado o filtrado a través de un papel de filtro tarado, secada luego el residuo sobre el papel pesado.

Se calcula la formula siguiente:

$$PMF N^{\circ} 200 = \frac{\text{Peso original seco} - \text{peso seco lavado}}{\text{peso original seco}} * 100$$

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C 127)

#### FUNDAMENTO TEORICO:

Los aglomerados gruesos son la porción del aglomerado que no puede pasar a través de una criba número 4 (4.75 mm). El aglomerado grueso normal consta de grava de mina o grava triturada; cuando se trata de Concreto estructural, suele haber la exigencia de que este aglomerado tenga un tamaño de partícula bastante uniforme, con un diámetro máximo de 5 cm y mínimo de 5 mm. Desde luego, debe estar limpio y ser firme y resistente.

La importancia del presente ensayo es la de establecer los métodos para la determinación del peso específico y la absorción del agregado grueso. El peso específico puede ser expresado como peso específico de la masa, el peso específico de la masa saturada superficialmente seco o peso específico aparente.

El peso específico de la masa (SSS) y la absorción se obtiene previamente remojada en un tiempo de 24 horas. Se excluye del ensayo los agregados livianos. El peso específico permite conocer los volúmenes compactados del agregado con el fin de dosificar morteros u hormigones. Relacionado con el peso unitario permite conocer la compacidad del agregado. La absorción está íntimamente ligada con la porosidad del agregado y con la permeabilidad de los morteros u hormigones.

#### PESO ESPECÍFICO GLOBAL:

Es la relación del peso al aire de un volumen dado de material permeable, (incluyendo los huecos, tanto permeables como impermeables que son propios a cada partícula del material), a cierta temperatura, sobre el peso en el aire de igual volumen de agua destilada.

$$PEG = \frac{A}{B - C}$$

Donde:

A= Peso de la muestra seca.

B= Peso de la muestra superficialmente seco. (Sss)

C= Peso de la muestra saturada sumergida en agua.

#### PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO: (SSS)

Es la relación del peso del aire de un volumen dado de un material permeable, con sus poros permeables intrínsecos llenos de agua, a cierta temperatura, sobre el peso al aire de igual volumen de agua destilada.

$$PE_{sss} = \frac{B}{B - C}$$

Donde:

B= Peso de la muestra superficialmente seco. (Sss)

C= Peso de la muestra saturada sumergida en agua.

#### PESO ESPECÍFICO APARENTE:

Es la relación del peso del aire, de un volumen dado de la porción impermeable de un material permeable a cierta temperatura, (esto es, la materia sólida, incluyendo los poros o huecos impermeables), sobre el peso en el aire de igual volumen de agua destilada.

$$PEA = \frac{A}{A - C}$$

Donde:

A= Peso de la muestra seca.

C= Peso de la muestra saturada sumergida en agua.

#### PORCENTAJE DE ABSORCION:

$$\% \text{ de absorción} = \frac{B - A}{A} * 100$$

Donde:

A= Peso de la muestra seca.

B= Peso de la muestra superficialmente seco. (Sss)

#### OBJETIVO:

Determinar el peso específico global, aparente y porcentaje de absorción de los agregados (finos y gruesos) a partir de humedecimiento de los agregados en un tiempo determinado.

Conocer la importancia y cómo influye el peso específico y absorción que tiene los

agregados.

#### EQUIPO:

- a) Cuarteadores mecánicos de la serie gruesa
- b) Balanza; se usará una balanza sensible y con lectura exacta de un gramo con capacidad de 20 kilogramos, que este dotada de un dispositivo apropiado para suspender el canastillo porta muestra sumergido en agua desde el centro de la plataforma o centro de pesaje.
- c) Horno de tamaño adecuado, capaz de mantener la muestra a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- d) Recipiente; un recipiente adecuado para sumergir la canasta de alambre sostenida por algún sistema al centro del platillo.
- e) Paños absorbentes para el secado superficial de la muestra.
- f) Tamiz; se necesitará el tamiz 4 (4.75mm) y otros tamices según los requerimientos.

#### MUESTRA DE ENSAYO:

Se seleccionará aproximadamente 5 kilogramos del agregado grueso será seleccionado por el método de cuarteo ya sea manual o mecánico, rechazando el material que pasa el tamiz N°4. En caso de que sea agregado homogéneo, todo el material debe ser retenido en el tamiz 1 pulg. Para mayor precisión se sacará una muestra de agregado reduciéndolo por cuarteos hasta llegar al peso del agregado según la tabla 1ª

#### PROCEDIMIENTO:

La muestra obtenida para el ensayo deberá ser lavada para que esté limpia y esta posteriormente será llevada al horno para su secado a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ . Se sumergirá entonces la muestra en agua a temperatura ambiente por 24 horas a una temperatura de agua de 15 a  $20^{\circ}\text{C}$ . Se extrae entonces la muestra y se secan superficialmente las partículas haciéndolas rodar sobre un paño absorbente húmedo hasta que desaparezca la película visible de agua adherida evitando la evaporación del

agua de los poros y manteniendo el agregado secado superficialmente cubierto con un paño húmedo. Se deberá hacer en el tiempo menor posible.

Se obtendrá entonces el peso de la muestra saturada superficialmente seca, con una precisión de 0.5 gramos.

Posteriormente se coloca la muestra en el canastillo porta muestra, se lo sumerge en el recipiente con agua sujetándolo a la balanza por la parte inferior, se precisa que la temperatura del agua este a  $23 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ , se deberá tener cuidado de sacar todo el aire atrapado agitando el recipiente mientras se sumerge. Y luego se determina peso de la muestra sumergida en agua más el canastillo.

Luego de tener el peso de la muestra más el canastillo, se deberá tener el peso del canastillo sumergido y por diferencia se obtendrá el peso de la muestra sumergida en agua, ahora procedemos a sacar la muestra del recipiente con agua con mucho cuidado de no perder partículas y depositarlas en un recipiente y secada hasta peso constante a una temperatura de 100 a  $110^{\circ}\text{C}$ , enfriada a la temperatura ambiente y luego pesada en una balanza.

## PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO (ASTM C-128)

### FUNDAMENTO TEORICO:

La importancia del presente ensayo es la de establecer los métodos para la determinación del peso específico y la absorción del agregado fino. El peso específico puede ser expresado como peso específico de la masa, el peso específico de la masa saturada superficialmente seco o peso específico aparente. El peso específico de la masa (SSS) y la absorción se obtiene previamente remojada en un tiempo de 24 horas.

Este método de ensayo no puede

ser usado con agregados livianos. La absorción está íntimamente ligada con la porosidad interna de los agregados y con la permeabilidad de los morteros u hormigones.

#### EQUIPO:

- a) Balanza con capacidad de 2100 gramos y precisión de 0.1 gramos.
- b) Frasco graduado; un frasco u otro recipiente apropiado en el cual la muestra de agregado fino a ensayar puede ser fácilmente introducida y en el cual el volumen contenido pueda ser verificado dentro de  $\pm 0.1 \text{ cm}^3$ . El volumen del recipiente llenado hasta la marca será al menos de 50% mayor que el espacio requerido para acomodar la muestra de ensayo. Un frasco volumétrico de  $500 \text{ cm}^3$  de capacidad es satisfactorio.
- c) Moldes Cónicos; se necesitara dos moldes cónicos de  $1\frac{1}{2}$ " de diámetro en la base menor y  $3\frac{1}{2}$ " de diámetro en la base mayor y una altura de  $2\frac{7}{8}$ ".
- d) Pisón; un pisón de metal cuya cara de apisonado de 1" de diámetro sea circular y plana y que tenga un peso de 12 onzas.

#### MUESTRA DE ENSAYO

Se seleccionara una muestra de aproximadamente 1 kilogramo de agregado fino que pasa por el tamiz N° 4, si la muestra contiene algo de agregado retenido en el tamiz N° 4 este deberá ser ensayado por separado.

La muestra sebera ser ubicada en un recipiente y secada a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , luego dejar en temperatura ambiente hasta que haya enfriado y posteriormente se lo dejara reposar cubierta con agua totalmente en un recipiente por 24 horas.

Decantar el exceso de agua con cuidado de evitar la pérdida de finos, extender la muestra sobre la superficie plana no absorbente expuesta a una corriente de aire caliente, moverla frecuentemente para asegurar un secado homogéneo, esta operación continuara hasta que el agregado se aproxime a condición plástica.

Se colocara a continuación el molde cónico sobre una superficie no absorbente el diámetro mayor hacia abajo, la arena será introducida suelta al molde y apisonada suavemente con 25 caídas del pisón, a continuación se deslizará el molde verticalmente.

Si el agregado aún conserva humedad superficial retendrá la forma del molde. Se continuara secando entonces en constante movimiento y se repetirá la prueba a intervalos seguidos hasta que asiente levemente indicando que ha alcanzado la condición de saturado superficialmente seco.

Se hace la primera prueba previendo que tenga algo de humedad en la muestra, si la muestra se ha secado demasiado se le adicionara algunos cm<sup>3</sup> de agua y reposar por 30 segundos, en un recipiente cubierto. Entonces se repetirá el ensayo.

#### **PROCEDIMIENTO:**

Se pesara el frasco volumétrico vacío a continuación se introducirá una cantidad de agua hasta el nivel del picnómetro y se pesara el frasco más la cantidad de agua en el picnómetro. Se procede a sacar algo de agua e introducir los 500 gramos de arena saturada superficialmente seca, luego llenado hasta el 90% de la capacidad y hacerlo rotar para eliminar burbujas de aire, ajustar su temperatura a  $23 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$  y llevar el nivel del agua del picnómetro a su capacidad calibrada. Determinar el peso del picnómetro más agua más frasco. Registrar estos datos con una apreciación de 0.1 gramos.

Retirar el agregado fino del picnómetro evitando pérdidas de material fino y secar a peso contante a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  dejar enfriar a la temperatura ambiente y pesar su peso seco.

#### **CÁLCULOS:**

Las determinaciones duplicadas deben chequearse dentro del margen de 0.02 en el caso del peso específico y dentro del margen de 0.05% en el caso de la absorción. Para la determinación del peso específico saturado superficialmente seco que es el valor utilizado en los cálculos de dosificación del CONCRETO se puede usar el frasco de Le Chatelier para ello sellena el frasco hasta una de las divisiones inferiores ( $V_o$ ) luego se introducirá los 64 gramos de arena en la condición de saturado superficialmente seco. Se deberá evitar que el cuello del frasco se llegue a tapar y se hará rodar para eliminar las burbujas de aire. Se tomará la lectura final ( $V_f$ )

#### **ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES (ASTM C-131 Y AASHTO T-96)**

## **FUNDAMENTO TEORICO:**

El índice de desgaste de un árido está relacionado con su resistencia a la abrasión por medios mecánicos y también con la capacidad resistente de los hormigones con él fabricados; cobra particular importancia en áridos empleados en hormigones de pavimentos. La norma NCh 1369.0f 78 establece el procedimiento para determinar la resistencia al desgaste de las gravas de densidad real normal.

En este caso, por corresponder a un equipo especial y a un ensayo que sólo se realiza en laboratorios calificados se resumirán sólo los aspectos más útiles o directamente relacionados con laboratorios de faena.

El método consiste en analizar granulométricamente un árido grueso, preparar una muestra de ensayo que se somete a abrasión en la máquina de Los Ángeles y expresar la pérdida de material o desgaste como el porcentaje de pérdida de masa de la muestra con respecto a su masa inicial.

La importancia del presente ensayo es el de describir el procedimiento para ensayar agregado grueso de tamaños menores a 1 1/2". Para determinar la resistencia a la degradación usando la máquina de ensayo de Los Ángeles. El ensayo de Los Ángeles es una medida de la degradación de los agregados minerales de granulometría normal resultante de una combinación de acciones que incluyen la abrasión o desgaste impacto y trituración en un tambor rotatorio de acero que contiene un número específico de esferas, el número de esferas depende de la granulometría de la muestra de ensayo.

La pérdida de los materiales se expresa en porcentajes de pérdida de peso de la muestra respecto del peso inicial. Este ensayo nos da una indicación de la resistencia estructural del agregado o sea su dureza y tenacidad.

El procedimiento consiste en colocar en una maquina rotatorio agregado preparado en función a la composición granulométrica esferas de acero en función a la carga abrasiva requerida y someterla a giro por 500 revoluciones aproximadamente 15 minutos. Posteriormente la diferencia entre pesos nos da el porcentaje de pérdida del agregado

Granulometría	Nº de esferas	Peso de la carga en gramos
A	12	5000 +/- 25
B	11	4584 +/- 25
C	8	3330 +/- 20
D	6	2500 +/- 15

PASA (pulg.)	RETENIDO (pulg.)	A	B	C	D
1 ½	1	1250 +/- 25			
1	¾	1250 +/- 25			
¾	½	1250 +/- 10	2500 +/- 10		
½	3/8	1250 +/- 10	2500 +/- 10		
3/8	¼			2500 +/- 10	
¼	Nº 4			2500 +/- 10	
Nº 4	Nº 8				5000 +/- 10
TOTAL		5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10

### EQUIPO:

- a) Maquina de Los Ángeles; consiste en un tambor hueco de acero cerrado en sus extremos con un diámetro interior de 28"±0.2" (711±5mm), longitud interior de 20"±0.2" (508±5mm). El tambor tiene una puerta lateral removible por donde se introducen la muestra y las esferas. Debe estar montado en forma adecuada y acoplado a un motor de 1HP, en forma tal que el número de revoluciones sea de 30 a 33 r.p.m.
- b) Tamices; se usaran los tamices según las especificaciones de la ASTM E-11
- c) Balanza sensible al 0.1 gramos
- d) Cargas abrasivas; las cargas consistirán en esferas de acero con un diámetro promedio de 127/32" (46.8mm) y pesando cada una de 390 a 445 gramos.
- e) Horno; de tamaño suficiente que sea capaz de mantener a una temperatura de 110°C±5°C
- f) Cuarteadores mecánicos de la serie gruesa.
- g) Recipientes, puruña, cepillos y otros

### **MUESTRAS DE ENSAYO:**

La muestra de ensayo será reducida por procedimientos de cuarteos hasta llegar al peso de ensayo, la cual deberá estar limpia, lavada y secada a peso constante a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

La muestra de ensayo deberá ser sometida a un proceso de tamizado, se registrara el peso de tamizado, se registrara el peso retenido en cada uno de los tamices y se los depositará en un recipiente.

A continuación, se escoge el tamaño máximo, con lo cual se escoge una de las gradaciones que se indican en la tabla 1B y además se escogerá el número de esferas según la granulometría escogida.

### **PROCEDIMIENTO:**

Luego de tener el peso según la granulometría de la tabla 1B, se deberá mezclar las fracciones parciales de la muestra y se deberá colocar en la maquina la muestra más las cargas abrasivas Se hará girar el tambor a una velocidad de 30 a 35 revoluciones por minuto, hasta alcanzar las 500 revoluciones La maquina deberá ser accionada del modo que mantenga una velocidad uniforme Luego de haber completado el número de revoluciones el material deberá ser sacado con cuidado de evitar pérdidas del material y separar las esferas, se tamizara el material en el tamiz N° 12 (1.70mm)

El material retenido en el tamiz N°12 se lo lavara y se lo seca en el horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$  y registrar el peso con una aproximación de 5 gramos.

## **IMPUREZAS ORGÁNICAS EN ARENAS PARA FABRICAR CONCRETOS (ASTM C- 40)**

### **FUNDAMENTO TEORICO:**

La importancia del presente ensayo es la determinación aproximada de la presencia de componentes orgánicos perjudiciales en los agregados finos que serán usados en morteros de cemento u hormigones. La presencia de impurezas orgánicas en un agregado puede modificar las reacciones químicas del cemento con el agua alterando

el correcto fraguado y posterior endurecimiento, es de gran importancia para realizar una determinación preliminar de la aceptabilidad del agregado, respecto a requerimientos dados.

El proceso consiste en tratar una muestra de ensayo con una solución de hidróxido de sodio y comparar la coloración con la coloración de una solución tipo.

**EQUIPO:**

- a) Botellas de vidrio, frasco graduado de 12 onzas fluida (aproximadamente 350cc) incoloros de sección transversal ovalada y con tapa no soluble con los reactivos
- b) Plantilla de vidrio; una plantilla plástica de ventanas de color para la comparación colorimétrica
- c) Balanza; se usara una balanza con capacidad de 2100 gramos y precisión al gramo
- d) Cuarteadores mecánicos de la serie fina
- e) Embudos, espátula, cepillo de cerda fina

**REACTIVOS:**

La solución de hidróxido de sodio se prepara disolviendo tres partes en peso de hidróxido de sodio en 97 partes de agua (30 gramos de hidróxido de sodio en 970 gramos de agua).

**PROCEDIMIENTO:**

Obtener una muestra mediante el proceso de cuarteo aproximadamente 500 gramos de material que pasa el tamiz N° 4.

Llenar el recipiente con la muestra de ensayo hasta el nivel de 4 onzas fluidas (aproximadamente 130cc). Adicionar la solución de hidróxido de sodio al 3% (hasta que el volumen de la arena y la solución luego de agitar el frasco sea 7 onzas fluidas aproximadamente 200cc).

Tapar la botella y agitar vigorosamente y dejarla reposar por un tiempo de 24 horas. Pasadas las 24 horas comparar la coloración del líquido que queda por encima de la

arena con la de la plantilla patrón. Las soluciones más oscuras que la solución patrón de referencia tienen un valor colorimétrico mayor a 500 partes por millón de ácido tánico. La comparación del líquido que queda sobre la arena puede compararse con la escala normal de vidrios de acuerdo a la siguiente tabla:

Nº	COLORACION	EMPLEO	REDUCCION DE LA RESISTENCIA EN MORTEROS 1:3 DE 7 A 28 DIAS
1	INCOLORO	arena apropiada para Hª de alta calidad	0%
2	AMARILLO PALIDO		10% a 20%
3	AZAFRAN CLARO	Arena apropiada para estructuras de poca importancia.	15% a 30%
	MARON ROJIZO CLARO		25% a 50%
4	MARON ROJIZO OSCURO	Arena que nunca debe utilizarse en Hª	50% a 100%
5		Arena suelo limo extraordinariamente malo	

---

**COLOCACION ELABORACIÓN Y CURADO EN EL LABORATORIO DE  
MUESTRAS DE CONCRETO PARA ENSAYOS DE COMPRESIÓN Y FLEXIÓN  
(ASTM 192 AASHTO T126)**

**OBJETO**

Este método establece los procedimientos para preparar mezclas de prueba de CONCRETO en laboratorio.

Es aplicable a mezclas que se emplean en ensayos del CONCRETO fresco y en la confección de probetas para ensayos del CONCRETO endurecido con los propósitos de: verificar la calidad de los materiales componentes y su correcta dosificación, investigar procedimientos de elaboración y ensayos e investigar propiedades y características del CONCRETO.

**DEFINICIONES**

Los términos empleados en este método se encuentran definidos en el Método H0102.

**EQUIPOS Y MATERIALES**

**1. Recipientes**

Los recipientes que se usen para contener materiales o para saturar áridos, deberán ser limpios, impermeables y químicamente inertes respecto de los componentes del CONCRETO; y estarán provistos de tapas herméticas cuando sea necesario.

**2. Balanzas**

Tendrán una capacidad mayor que la masa del recipiente más la masa del material por pesar y una precisión igual o superior al 0,1% de la pesada.

**3. Nota 1:** En general se recomienda tener por lo menos una balanza de 60 a 100 kg de capacidad para pesar áridos y cemento y otra de 1 a 2 kg de capacidad para pesar aditivos y adiciones.

**4. Mezclador:**

Se usará un mezclador mecánico o elementos para mezclar manualmente.

**DIMENSIONES DE LAS PROBETAS**

- Moldes en general. Los moldes para las muestras y los sujetadores de dichos moldes

deben ser de acero, hierro forjado o de otro material no absorbente y que no reaccione con el Concreto utilizado en los ensayos. Deben estar conforme a las dimensiones y tolerancias especificadas en el método para el cual deben ser ensayadas. Deben ser herméticos de tal forma que no se escape el agua de la mezcla contenida. Un sellante apropiado como arcilla, parafina o grasa puede ser utilizado para impedir filtraciones por las uniones. Para fijar el molde a la base del mismo, éste debe tener medios adecuados para ello.

- Moldes cilíndricos reutilizables. Deben estar hechos de un metal de alta resistencia o de otro material rígido no absorbente. El plano transversal del cilindro debe ser perpendicular al eje del cilindro. La tolerancia en la medida del diámetro exigido debe ser de  $\pm 2.0$  mm y en la altura la tolerancia será de  $\pm 6.0$  mm. Los moldes de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura, deben estar de acuerdo con la especificación ASTM C-470, "Molds For Forming Concrete Test Cylinders Vertical".
- Vigas y moldes prismáticos. La superficie interior del molde debe ser lisa, y las caras interiores deben ser perpendiculares entre sí y libres de torceduras u ondulaciones. La tolerancia en las dimensiones nominales de la sección transversal será de  $\pm 3.2$  mm (1/16") para dimensiones mayores o iguales a 152 mm (6") y de  $\pm 1.6$  mm (1/16") para dimensiones menores de 152 mm (6"). Excepto para muestras destinadas a ensayos de módulos de rotura, la longitud nominal de los moldes debe tener una tolerancia de 1.6 mm. Estas muestras no deberán tener una longitud inferior en 1.6 mm (1/6") con respecto a la longitud especificada, pero puede excederse dicha longitud en más del valor mencionado.

## **ANTECEDENTES**

Registre los antecedentes disponibles sobre las características de los materiales por emplear, comprobadas en ensayos previos, cuando sea necesario.

### **Temperatura**

Use los materiales solamente cuando su temperatura alcance  $20 \pm 3^\circ$  C ( $68 \pm 5^\circ$ F).

### **Agua**

Mida la cantidad (masa o volumen) de agua requerida con una precisión de  $\pm 0,2\%$ ; evite pérdidas y contaminaciones y considere las correcciones necesarias según la humedad que presenten los áridos.

### **Cemento**

Tamice por el tamiz 1,18 mm (Nº 16) para eliminar posibles grumos; luego homogeneice revolviendo cuidadosamente, pese la cantidad requerida procurando hacerlo en una sola operación en un recipiente limpio y seco, evitando pérdidas y contaminaciones. Por último, almacene todo el cemento requerido para una mezcla o una serie completa de mezclas de prueba, en recipientes herméticos, preferentemente metálicos y guardados en un lugar seco. Nota : Cuando un cemento se encuentre alterado (hidratación, contaminación, etc.), se recomienda verificar y registrar su estado antes de preparar la mezcla de prueba.

### **Áridos**

Separe los áridos según tamaños en las fracciones que sean necesarias para disminuir el peligro de segregación y constituya, con la mayor exactitud posible, la granulometría en estudio.

**Nota :** Cuando el árido grueso es una mezcla de materiales rodados y chancados, se debe registrar la proporción entre ambos tipos de partículas según el Método A0508.

Almacene las fracciones separadas en recipientes adecuados, para evitar segregaciones, pérdidas y contaminaciones.

Trate los áridos de acuerdo al punto 5 antes de pesarlos para asegurar una condición de humedad definida y uniforme, considerando que el agua de absorción es parte integrante del árido y que demora en ser absorbida.

Pese cada fracción de árido con una precisión de  $\pm 0,3\%$  en la condición de humedad resultante después de tratada con algunos de los procedimientos que se han indicado en el punto 9.

### **Tratamiento de los Áridos**

Elija el tratamiento por seguir de acuerdo al objetivo de la mezcla de prueba y al estado

de humedad de los áridos, de entre uno de los métodos que se indican más adelante.

Nota : Cuando se desee investigar la influencia del grado de saturación de un árido, se debe determinar la curva tiempo/absorción del árido y luego preparar mezclas de prueba comparativas con el árido totalmente saturado y con distintos grados de saturación. Se entenderá por grado de saturación el cociente entre la cantidad de agua absorbida por el árido en un determinado momento y la máxima cantidad de agua de absorción de ese árido.

### **Tratamiento de Áridos con Excedente de Agua**

Aplique el siguiente procedimiento a las arenas:

Determine el porcentaje de absorción de agua en 24 h, de acuerdo con el Método H0110.

Sumerja el árido durante un período de a lo menos 24 h.

Escorra el exceso de agua, hasta dejar el árido fino en estado húmedo con una pequeña cantidad de agua excedente, suficiente para evitar pérdidas por secado.

Manténgalo protegido hasta el momento de emplearlo.

Determine el porcentaje de humedad total resultante del tratamiento efectuado en c), referido a la masa del árido en estado seco.

Calcule la cantidad de agua total, multiplicando la masa de árido seco requerida para la amasada por el porcentaje de humedad total.

Pese del árido húmedo resultante en c), una cantidad igual a la masa de árido seco requerido para la amasada más el valor calculado).

Calcule el porcentaje de agua libre como la diferencia entre el porcentaje de humedad total y el porcentaje de absorción de agua.

Calcule la cantidad de agua libre, aplicando el porcentaje de agua libre a la masa de árido seco requerido para la amasada.

Corrija el agua de amasado, restándole la cantidad de agua libre.

### **Tratamiento de Áridos Parcialmente Secos**

Aplique el siguiente procedimiento a las gravas siempre que su absorción sea inferior a 1%:

Determine el porcentaje de absorción de agua en 24 h, de acuerdo con el Método H0109.

Determine el porcentaje de humedad total presente en el árido referido a la masa del árido en estado seco.

Calcule la cantidad de agua total presente en el árido, multiplicando la masa de árido seco requerida para la amasada por el porcentaje de humedad total.

Pese del árido parcialmente seco una cantidad igual a la suma de la masa de árido seco requerida para la amasada más el valor calculado en c).

Estime el porcentaje de agua que absorberá el árido durante el proceso de mezclado como el 80%

de la diferencia de los valores determinados en a) y b).

Calcule la cantidad de agua que absorberá el árido, multiplicando la masa de árido seco requerida para la amasada por el porcentaje estimado en e).

Corrija el agua de amasado, sumándole la cantidad de agua calculada en f).

### **Tratamiento de Áridos Secos**

Considere como árido seco al que se ha secado en horno a  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230 \pm 10^\circ \text{F}$ ) hasta masa constante. Aplique el siguiente procedimiento a cualquier árido o fracciones de árido seco:

Determine el porcentaje de absorción de agua en 24 h, de acuerdo con los Métodos H0109 o H0110, según corresponda.

Seque los áridos en horno a  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230 \pm 10^\circ \text{F}$ ) hasta masa constante.

Pese, en un recipiente impermeable, cada árido o fracción de árido en la condición seca, la cantidad requerida para la amasada.

Cubra los áridos con agua durante a lo menos 24 h hasta saturarlos antes de su empleo.

Después de la saturación extraiga cuidadosamente el agua sobrante de modo que

la cantidad de agua libre que arrastre el árido sea menor que la de amasado.

Pese, en el mismo recipiente, los áridos saturados más el agua libre.

Calcule la cantidad de agua total en los áridos como la diferencia de las pesadas obtenidas en f) y c).

Calcule la cantidad de agua de absorción, multiplicando la masa de árido seco requerida para la amasada por el porcentaje de absorción de agua.

Calcule la cantidad de agua libre como la diferencia de los valores obtenidos en g) y h).

Corrija el agua de amasado, restándole la cantidad de agua libre.

### **Aditivos Solubles**

Prepare una solución de los aditivos solubles en una parte del agua de amasado. Si es líquido considere su volumen como parte del agua de amasado.

### **Aditivos Insolubles**

Para los aditivos insolubles, mezcle con una parte o con la totalidad del cemento o con el árido fino.

### **Adiciones**

Las adiciones que se empleen en cantidad superior al 10% de la masa del cemento se deben incorporar a la amasada en la misma forma que el cemento; en dosis menores al 10%, se deben incorporar como se indica en 14.

## **EXTRACCIÓN Y PREPARACION DE LA MUESTRAS**

Muestras cilíndricas. Puede ser de varios tamaños, siendo el mínimo de 50.0 mm (2") de diámetro por 100 mm (4") de longitud. Las muestras cilíndricas para los ensayos, exceptuando el de flujo plástico bajo carga (creep), deben ser moldeadas con el eje del cilindro vertical y dejándolo en esta posición durante el fraguado.

Muestras prismáticas. Las vigas para ensayos de flexión, cubos para compresión, adherencia, cambios de longitud o de volumen, deben ser elaboradas con el eje longitudinal en posición horizontal.

Otras muestras. Otros tipos de muestras deben ser elaborados de acuerdo con las condiciones generales especificadas en esta norma.

Tamaño de la muestra de acuerdo con el tamaño del agregado. El diámetro de una muestra cilíndrica o la mínima dimensión de una sección transversal rectangular deben ser por lo menos 3 veces mayor que el tamaño máximo del agregado grueso utilizado en la elaboración de la mezcla. Partículas superiores al tamaño máximo deben ser retiradas de la mezcla, durante el moldeo.

Número de muestras. Para cada edad deben elaborarse tres o más muestras. Los especímenes de ensayo que tienen en cuenta el análisis de una variable, deben ser elaborados a partir de tres bachadas separadas, mezcladas en días diferentes. En todas las bachadas debe elaborarse un número igual de especímenes. Cuando sea imposible moldear al menos un espécimen para cada variable en un día determinado, la mezcla para completar la serie entera de especímenes debe efectuarse tan pronto como sea posible (cuestión de pocos días), y una de las mezclas debe ser repetida cada día, como un estándar de comparación. Generalmente, los ensayos se hacen a edades de 7 y 28 días para compresión a edades de 14 y 28 días para flexión. Los especímenes que contienen cemento tipo III son ensayados frecuentemente a 1, 3, 7 y 28 días. Tanto para el ensayo de compresión como el de flexión, pueden hacerse ensayos de 3 meses, 6 meses y un año. Para otros tipos de probetas pueden necesitarse otras edades.

## **PROCEDIMIENTO**

### **Condiciones Generales**

El CONCRETO se debe mezclar de preferencia por medios mecánicos o, en su defecto, por medios manuales.

El volumen de la amasada por preparar será superior en un 20% o más, al volumen necesario para efectuar los ensayos del CONCRETO fresco y/o confeccionar probetas.

### **Mezclado Manual**

Este procedimiento podrá utilizarse para mezclar hormigones sin aire incorporado y para hormigones de asentamiento en el cono de Abrams superior a 2 cm; la cantidad por mezclar debe ser inferior a 40litros.

Nota 5: Si para ajustar al asentamiento señalado fuera necesario añadir agua en forma fraccionada a una amasada, generándose interrupciones en el proceso, dicha amasada debe desecharse y prepararse una nueva en que se utilice la cantidad de agua determinada en el ajuste anterior.

Mezcle con paleta de albañil, en un recipiente de mezclado previamente humedecido (batea o bandeja). Tenga especial cuidado en limpiar previamente los elementos utilizados para mezclar, cuando la composición de una amasada (aditivos, adiciones, dosificación, etc.) pueda alterar la siguiente. La secuencia de mezclado será la siguiente:

- Mezcle toda la arena, el cemento, el aditivo insoluble y la adición, si se usa, hasta obtener una masa homogénea a la vista.
- Añada toda la grava y mezcle hasta obtener su distribución uniforme en la masa.
- Agregue el agua y el aditivo soluble, si se usa, y mezcle hasta que el CONCRETO tenga una apariencia homogénea y el asentamiento deseado.
- Efectúe el mezclado sin interrupciones.

### **Mezclado Mecánico**

El procedimiento será aplicable a todo tipo de hormigones, debiéndose prestar especial atención para evitar, en lo posible, la pérdida de mortero por adherencia a las superficies interiores del tambor del mezclador y a las paletas. La cantidad de mezcla quedará determinada por la capacidad del mezclador utilizado.

Se recomienda utilizar un mezclador de eje vertical, que permita recuperar todo el mortero adherido a las paletas. Para mezcladoras que no cumplan este requisito, se recomienda mezclar previamente una amasada de igual dosificación a la especificada

para el ensaye y desecharla, para que quede una capa de mortero adherida a las superficies interiores del mezclador. Tenga especial cuidado en limpiar el mezclador y los accesorios cuando la composición de una amasada (aditivos, adiciones, dosificación, etc.) pueda alterar la siguiente. El mezclado mecánico debe seguir las mismas etapas especificadas para el mezclado manual; una vez incorporados todos los materiales debe revolver durante 3 min, reposar la mezcla otros 3 min, y revolver nuevamente por 2 min más.

### **Ensaye del CONCRETO Fresco**

Efectúe los ensayos requeridos del CONCRETO fresco de acuerdo con los métodos correspondientes.

### **Vaciado del Concreto Lugar del molde.**

Se deben moldear las muestras lo más cerca posible del lugar donde se van a guardar para su fraguado en las siguientes 24 horas. Los moldes se llevarán al depósito inmediatamente después de su elaboración. Colóquense los moldes sobre una superficie rígida y libre de vibraciones, evitando inclinaciones y movimientos bruscos. Transpórtense evitando sacudidas, golpes, inclinaciones o raspaduras de la superficie. El Concreto se debe colocar en los moldes utilizando un badilejo o herramienta similar. Se debe seleccionar el Concreto de tal manera que la muestra sea representativa de la mezcla; además, se debe mezclar continuamente la mezcla del Concreto durante el llenado del molde con el objeto de prevenir la segregación.

En la colocación de la capa final se debe intentar colocar una capa de Concreto que complete exactamente el relleno del molde.

El número de capas debe ser el especificado en la Tabla H0302\_1.

### **Compactación**

La selección del método de compactación debe hacerse con base en el asentamiento, a menos que el método sea establecido en las especificaciones bajo las cuales se trabaja (Tabla H0302\_1). Los dos métodos de compactación son: apisonado (por varillado) y vibración (externa o interna). Si el Concreto tiene un asentamiento mayor de 75 mm (3")

debe usarse el método de apisonado. Si el asentamiento es de 25 a 75 mm (1 a 3") debe usarse el método de apisonado o el de vibración, prefiriéndose el método usado en la ejecución de la obra. Si el asentamiento es inferior a 25 mm (1") debe usarse el método de vibración.

No se debe usar vibración interna para cilindros con diámetro inferior a 100 mm y para prismas de 100 mm de profundidad o menos. Los Concretos con contenido de agua tal que no pueden ser compactados por los ensayos aquí descritos no estarán contemplados por la presente norma.

TABLA H0302\_1 NÚMERO DE CAPAS REQUERIDAS EN LA ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS

Tipo de tamaño de La muestra en mm (pulgadas)	Método de compactación	Número de capas	Altura aproximada De la capa en mm (pulgadas)
CILINDROS			
Hasta 300(12)	Apisonado(varillado)	3 iguales	
Mayor que 300(12)	Apisonado(varillado)	Las requeridas	100(4)
Hasta 460(18)	Vibración	2 iguales	
Mayor que 460(18)	Vibración	3 ó más	200(4)
PRISMAS			
Hasta 200(8)	Apisonado(varillado)	2 iguales	
Mayor que 200(8)	Apisonado(varillado)	3 o más	100(4)
Hasta 200(8)	Vibración	1	
Mayor que 200(8)	Vibración	2 o más	200(8) C 172

- Apisonado por varillado. Se coloca el Concreto en el molde con el número de capas requeridas (Tabla H0302\_1) aproximadamente del mismo volumen.

Se apisona cada capa con la parte redonda de la varilla, utilizando el número de golpes y el tamaño de la varilla especificado en la Tabla H0302\_2. La capa inicial se apisona introduciendo la varilla hasta el fondo del molde. La distribución de golpes para cada capa debe ser uniforme sobre toda la sección transversal del molde.

Para cada capa superior a la inicial se debe atravesar aproximadamente en 12 mm (.") la capa anterior cuando la profundidad de la capa sea menor de 100 mm (4"); aproximadamente en 25 mm (1") cuando la profundidad de la capa sea mayor de 100 mm (4"). En caso de dejar algunos huecos por la varilla se deben golpear ligeramente los lados del molde para cerrar dichos huecos. En los elementos prismáticos, introdúzcase el badilejo (o similar) por los costados y extremos después de apisonar cada capa.

- Vibración. Manténgase un mismo tiempo de vibración para un conjunto particular de Concreto, vibrador y molde que se esté utilizando. La vibración se debe transmitir al cilindro durante el tiempo suficiente para lograr la adecuada compactación del Concreto, pues un exceso de vibrado puede causar segregación. El molde se debe llenar y vibrar en capas iguales aproximadamente.

Todo el Concreto para cada capa se debe colocar en el molde antes de iniciar el vibrado. La duración del vibrado depende de la manejabilidad del Concreto y la efectividad del vibrador. Se considera suficiente el vibrado, cuando el Concreto presente una superficie relativamente lisa. Vibración interna. El diámetro del eje o dimensión lateral de un vibrador interno no debe ser mayor de  $1/3$  del ancho del molde en el caso de vigas o prismas. Para cilindros, la relación del diámetro del cilindro al diámetro del vibrador debe ser igual o mayor de 4.0. Al compactar la muestra el vibrador no debe tocar el fondo, las paredes del molde u objetos embebidos en el Concreto. El vibrador se debe extraer cuidadosamente de tal manera que no queden bolsas de aire dentro de las muestras. Se deben golpear ligeramente los lados del molde para asegurarse que no queden aprisionadas burbujas de aire en su superficie. Vibración interna para cilindros. En cada capa se debe introducir el vibrador en tres sitios diferentes. En cada capa el vibrador debe penetrar en la capa anterior aproximadamente 25 mm.

Vibración interna para vigas y prismas. Se debe introducir el vibrador en puntos separados por una distancia no mayor de 150 mm (6") a lo largo de la línea central de la mayor dimensión de la muestra. Para moldes de ancho mayor de 150 mm (6") se debe introducir el vibrador en dos líneas alternando las inserciones. Se debe permitir penetrar el eje del vibrador en la capa del fondo aproximadamente 25 mm (1"). Vibración externa. Cuando se use un vibrador externo debe tenerse el cuidado de que el molde este rígidamente unido a la superficie o elemento vibrante.

TABLA H0302\_2 DIÁMETRO DE VARILLA Y NÚMERO DE GOLPES POR CAPA

CILINDROS		
Diámetro del cilindro en mm (pulgadas)	Diámetro de varilla en mm (pulgadas)	Número de golpes por cada
50 (2) a 150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200(8)	16 (5/8)	50
250(10)	16 (5/8)	75
VIGAS Y PRISMAS		
Área de la superficie superior De la muestra en cm <sup>2</sup> (pulg. <sup>2</sup> )	Diámetro de varilla en mm (pulgada)	Número de golpes por capa
160(25)	10(3/8)	25
165(26) a 310 (49)	10(3/8)	1 por cada 7 cm <sup>2</sup> (1 pulg. <sup>2</sup> ) de área
320(50) o más	16(5/8)	1 por cada 14m <sup>2</sup> (2pulg. <sup>2</sup> ) de área

## Acabado

Después de la compactación, se debe efectuar el acabado con las manipulaciones mínimas, de tal manera que la superficie quede plana y pareja a nivel del borde del cilindro o lado del molde, y no debe tener depresiones o protuberancias mayores de 3.2 mm (1/8").

Acabados de cilindros. Después de la compactación, se debe efectuar el acabado de la superficie por medio de golpes con la varilla apisonadora cuando la consistencia del Concreto lo permita o con un badilejo o llana de madera. Si se desea, puede colocarse una capa de pasta de cemento sobre el espécimen a manera de refrentado (capping) (vease norma MTC E703 "Capping").

## CURADO

**2. Cubrimiento después del acabado.** Para evitar la evaporación de agua del Concreto sin endurecer, los testigos deben ser cubiertos inmediatamente después del acabado, preferiblemente con una platina no reactiva con el Concreto, o con una lámina de plástico dura e impermeable. Se permite el uso de Lona húmeda para el cubrimiento de la muestra, pero se evitara el contacto directo de la muestra con la lona, la cual debe permanecer húmeda durante las 24 horas contadas a partir del acabado de la muestra.

**3. Extracción de la muestra.** Las muestras deben ser removidas de sus moldes en un tiempo no menor de 20 horas ni mayor de 48 horas después de su elaboración cuando no se empleen aditivos; en caso contrario, se podrán emplear tiempos diferentes.

**4. Ambiente de curado.** Se deben mantener las muestras en condiciones de humedad con temperatura de  $23.0 \pm 2.0$  °C ( $73.4 \pm 3$  °F) desde el momento del moldeo hasta el momento de ensayo.

El almacenamiento durante las primeras 48 horas de curado debe hacerse en un medio libre de vibraciones.

La condición de humedad debe lograrse por inmersión de la muestra sin el molde en agua. Se permite lograr la condición de humedad por el almacenamiento en un cuarto húmedo.

No deben exponerse los especímenes a condiciones de goteo o de corrientes de agua.

Debe evitarse que se sequen las paredes de la muestra luego del periodo de curado

## **MÉTODO PARA REFRENTAR PROBETAS (ASTM 617 AASHTO T231)**

### **OBJETO**

Este método establece los procedimientos para refrentar probetas de CONCRETO destinadas a ensayos de compresión y tracción. Se deberá aplicar a probetas cuyas superficies de contacto con las prensas de ensaye no cumplan con los requisitos de planeidad y/o paralelismo entre caras, especificados en los Métodos H0309, H0310 y H0313 según corresponda.

Es aplicable a probetas cúbicas, cilíndricas o prismáticas, moldeadas en CONCRETO fresco, como también a testigos extraídos del Concreto endurecido

### **DEFINICIONES**

#### **Superficie de Carga**

Superficie de las caras de una probeta de Concreto que estarán en contacto con las piezas de apoyo y carga de la prensa durante el ensaye.

#### **Refrentado**

Procedimiento de aplicación y moldeo de una capa de material (capa de refrentado) sobre la superficie de carga en la probeta de CONCRETO, destinado a corregir defectos de planeidad y/o paralelismo entre caras, con el fin de obtener el mejor ajuste posible con las piezas de apoyo y carga de la prensa de ensaye y una distribución uniforme de

tensiones durante la aplicación de la carga.

### **Capa de Refrentado**

Capa de material aplicado y moldeado que recubre una superficie de carga en una probeta de CONCRETO.

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

### **Placas**

Deberán ser de metal, vidrio o cualquier otro material rígido, no absorbente, químicamente inerte con los componentes del material de refrentado y cumplir con los siguientes requisitos:

- a) La superficie de contacto debe ser plana con una tolerancia de planeidad de 0,05 mm, medida por lo menos en tres direcciones con un ángulo de 45° entre si.
- b) El largo y ancho deben ser a lo menos 30 mm mayores que las respectivas dimensiones de la superficie por refrentar.
- c) El espesor de las placas de metal debe ser igual o mayor que 8 mm, y el de las de vidrio igual o mayor que 6 mm.
- d) Si se requiere un rebaje en las placas metálicas, el espesor de la placa en la zona rebajada debe ser igual o mayor que 8 mm y el rebaje menor o igual que 8 mm.

### **Dispositivos para Refrentar Cilindros para Ensaye de Compresión**

- e) Aparato vertical (ver Figura H0303\_1), compuesto por una base provista de una placa horizontal con un rebaje circular rectificado y un perfil metálico u otro dispositivo de alineación vertical que permita asegurar la perpendicularidad del eje de la probeta. Anillos metálicos, ajustables a los extremos del cilindro y que se emplean en conjunto con una placa.
- f) Aparato horizontal (ver Figura H0303\_1), compuesto por una base de apoyo para colocar la probeta horizontalmente y un par de placas paralelas dispuestas verticalmente en ambos extremos. Las placas deben estar provistas de mordazas a fin de ajustarse a ambos extremos de la probeta y conformar un molde que se pueda rellenar por vaciado.

### **Dispositivo para Refrentar Cubos para Ensaye de Compresión**

Estará compuesto por un juego de cuatro perfiles de acero de sección cuadrada de 25 x 25 mm y 250 mm de longitud por emplear en conjunto con una placa.

### **Dispositivo para Refrentar Testigos para Ensaye de Tracción por Hendimiento**

Sera un molde acanalado, compuesto por una plancha metálica curva, de espesor 5 mm, con la forma de un tercio de la pared de un cilindro y una base de apoyo, que permita mantenerla firmemente en posición horizontal.

### **Otros Dispositivos**

Se podrán emplear otros dispositivos similares que permitan obtener capas de refrentado que cumplan con los requisitos que se indica en 4.

### **Aparatos para Fusión de Mezcla de Azufre**

- g) Recipiente de metal o recubierto con un material inerte a la acción del azufre fundido. Debe estar provisto de control automático de temperatura.
- h) Cucharon o similar, de metal o recubierto con un material inerte a la acción del azufre fundido, cuya capacidad concuerde con el volumen de material por emplear en una capa de refrentado.
- i) Sistema de ventilación, campana con extractor de aire para eliminar los gases de la fusión.

## **CONDICIONES GENERALES**

**Requisitos de la Capa de Refrentado Forma.** La superficie de carga deberá quedar perfectamente plana, con una tolerancia de 0,05 mm, medida por lo menos en tres direcciones con un ángulo de 45° entre sí y perpendicular al eje vertical de la probeta en posición de ensaye. La tolerancia será una desviación máxima equivalente a una pendiente de 1 mm en 100 mm.

### **Superficie**

- j) En las probetas para ensaye de compresión debe ser igual o ligeramente mayor que la superficie de carga sin sobrepasar los bordes de la probeta en más de 3 mm.
- k) En las probetas para ensaye de tracción por flexión o por hendimiento, en que las

superficies de carga corresponden a una línea, deben tener una longitud igual o ligeramente mayor a dicha línea sin sobrepasar los bordes de la probeta en más de 3 mm y un ancho de  $20 \pm 5$  mm.

l) El material de refrentado debe desarrollar una resistencia a la compresión mayor que la prevista para la probeta en el momento del ensayo, y en todo caso igual o mayor que 35 MPa. Moldee la capa de refrentado tan delgada como sea posible; en general es aconsejable un espesor de aproximadamente 3 mm, pero en ningún caso mayor que 8 mm.

## **PROCEDIMIENTO**

### **Refrentado de Probetas Recién Moldeadas**

Es aplicable a probetas cilíndricas para ensayos a compresión y debe efectuarse de acuerdo con uno de los dos procedimientos siguientes:

#### **Procedimiento con Pasta de Cemento**

m) Prepare una pasta dura de cemento de alta resistencia y con una consistencia plástica, de preferencia normal.

#### **Colocación:**

- Unte las placas de refrentado con una capa delgada de aceite mineral o cualquier otro material que evite la adherencia y sea químicamente inerte con el material de refrentado.
- Retire los cilindros de su curado inicial, sin desmoldarlos, a una edad de 2 a 4 h desde su moldeo.
- Elimine la lechada superficial mediante raspado.
- Moldee cada capa de refrentado colocando una porción del material en el centro de la superficie de carga y prensando con una placa, girándola suavemente hasta topar el borde del molde, eliminando el exceso de pasta.
- Evite la formación de burbujas de aire.
- Devuelva cada cilindro a su curado inicial, manteniendo la placa en contacto con la capa de refrentado.

## **Inspección de las Capas de Refrentado**

### **Adherencia**

Golpee ligeramente las capas de refrentado con el mango de un cuchillo, o similar, antes de colocar en la prensa de ensaye; si emite un sonido hueco, remueva la capa y reemplácela antes de ensayar.

### **Planeidad y Perpendicularidad**

n) Cuando emplee pastas de yeso o cemento, inspeccione todas las capas de refrentado.

o) Cuando emplee mezcla de azufre, para cada aparato de refrentado en uso, inspeccione al azar a lo menos una capa de refrentado por cada diez.

Nota 2: Emplee una escuadra de precisión con un pequeño calado para no topar el borde de la capa de refrentado.

p) Cuando una capa de refrentado no cumpla con los requisitos de forma especificados en 10, remueva la capa y reemplácela antes de ensayar, e inspeccione el aparato por usar (planeidad de placas, ángulos de dispositivos de alineación).

# MÉTODO PARA DETERMINAR LA DOCILIDAD MEDIANTE EL CONO DE ABRAMS (ASTM C 143 AASHTO T119)

## OBJETO

Este método define el procedimiento para determinar la docilidad del Concreto fresco, tanto en el laboratorio como en obra, mediante el asentamiento que experimenta en el Cono de Abrams.

El procedimiento es aplicable a hormigones preparados con arados de tamaño máximo absoluto 50mm. Es válido para establecer la docilidad de hormigones frescos con asentamientos comprendidos entre 2 y 18 cm.

## DEFINICIONES

### 1. Docilidad (trabajabilidad)

Expresa la facilidad del CONCRETO fresco para ser transportado, colocado y compactado sin que se produzca segregación.

### 2. Asentamiento

Es la medida del descenso que experimenta el CONCRETO fresco, determinado de acuerdo a este método y que sirve como indicador de la docilidad.

## EQUIPOS Y MATERIALES

### 1. Molde

- a) Tendrá forma de un tronco de cono recto, abierto por ambos extremos.
- b) Sera metálico, de espesor igual o superior a 1,6 mm; la superficie interna será lisa y libre de rebordes y abolladuras.
- c) Dimensiones:
  - Base superior:  $100 \pm 1,5$ mm de diámetro.
  - Base inferior:  $200 \pm 1,5$ mm de diámetro.
  - Altura:  $300 \pm 1,5$ mm.
- d) Tendrá dos pisaderas en su parte inferior para que el operador pueda afirmar el cono contra la plancha de apoyo durante el llenado.
- e) Tendrá dos asas en el tercio superior de la altura, cuyo objetivo es levantar el

molde después de llenado con el CONCRETO.

2. **Varilla pisón** Sera una barra cilíndrica lisa de acero, de 16mm de diámetro y 600mm de longitud, con sus extremos semiesféricos, de 16mm de diámetro.
3. **Plancha de apoyo** Sera rígida, no absorbente y por lo menos de 400 x 600mm.
4. **Pala de llenado será metálica**, de preferencia de fondo redondo y punta de huevo, de dimensiones adecuadas para vaciar el CONCRETO en el molde.

## **EXTRACCIÓN Y PREPARACIÓN DE LAS MUETRAS**

### **Muestras de CONCRETO**

El tamaño y extracción de la muestra de CONCRETO necesaria para efectuar el ensaye seajustara a lo señalado en el Método H0301.

### **Acondicionamiento del equipo**

- a) Antes de iniciar el ensaye verifique que tanto el molde como sus accesorios se encuentren limpios y húmedos (solo con agua).
- b) Coloque el molde sobre la plancha de apoyo horizontal.

### **Tiempo de operación**

Las operaciones de llenado del molde, seguida de su retiro, levantándolo, como se describe en10 desde a) a f), deben efectuarse en un tiempo no superior a 3 min.

### **Llenado del molde**

c) El operador debe pararse sobre las pisaderas, afirmando el molde firmemente contra la plancha de apoyo, de manera de evitar cualquier movimiento durante el llenado.

d) Llène con el CONCRETO por ensayar mediante tres capas de aproximadamente igual volumen; la primera deberá alcanzar una altura aproximada de 7cm y la segunda una altura aproximada de 16cm, ambas medidas desde la base.

-Apisone cada capa con 25 golpes de la varilla pisón, distribuidos uniformemente en toda la sección.

-Apisone la capa inferior en toda su profundidad, cuidando de no golpear la plancha de apoyo.

De, aproximadamente, la mitad de los golpes alrededor del perímetro con la varilla pisón Ligeramente inclinada; luego siga dando golpes con la varilla vertical, acercándose al centro en forma de espiral.

-Apisone las capas media y superior en todo su espesor, de modo tal que la varilla pison penetre apenas en la capa subyacente. Durante el apisonado de la última capa, mantenga Permanentemente un exceso de CONCRETO por sobre el borde superior del molde, sin sobrepasar el número de golpes estipulados.

e) Terminada la compactación de la capa superior, enrase la superficie con un movimiento de aserrado y rotación de la varilla pisón, apoyándola en el borde superior del molde.

f) Retire del área adyacente al molde todo el CONCRETO que se hubiere derramado.

g) Levantamiento del molde:

-Inmediatamente después de terminado el llenado del molde, levántelo evitando cualquier perturbación o golpe, tanto al cono como a la base, a fin de no alterar la medida.

-Para levantar, cargue las asas con las manos, dejando libres las pisaderas.

-Levante verticalmente el molde en forma suave, sin originar desplazamientos

laterales ni movimientos de torsión; esta operación no debe tardar más de 5 a 10 s.

h) Medición del asentamiento

-Una vez levantado el molde, colóquelo en posición invertida a un costado del CONCRETO moldeado

-Inmediatamente mida la disminución de altura que ha experimentado la cara superior del CONCRETO respecto del borde superior del molde colocado a su costado, con aproximación de 0,5 cm. Con una huincha o regla graduada en mm, mida, aproximadamente, en el eje original de moldeo de la mezcla, con la visión del operador en dirección perpendicular a la huincha o regla de medición.

i) Si el CONCRETO moldeado se inclina decididamente hacia un lado o sufre desprendimientos parciales de su masa, repita el ensaye utilizando otra porción de CONCRETO de la misma muestra.

En caso que por segunda vez se presenten algunos de los fenómenos descritos, informe que el CONCRETO no es apto para el ensaye del asentamiento, por carecer de la plasticidad y cohesión necesarias.

Nota 1: Toda porción de una muestra de CONCRETO utilizada en este ensaye, deberá desecharse una vez concluida la operación.

# **MÉTODO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE, EL RENDIMIENTO EN EL CONCRETO FRESCO (ASTM C 138 AASHTO T121)**

## **OBJETO**

Este método establece los procedimientos para determinar la densidad aparente, el rendimiento del CONCRETO fresco.

## **DEFINICIONES**

### **Densidad**

Es el cociente entre la masa de una sustancia y su volumen a una temperatura especificada.

### **Densidad aparente del CONCRETO**

Es la densidad que se calcula considerando como volumen el volumen aparente de la mezcla (volumen real de la mezcla más el volumen de aire arrastrado o incorporado a ella).

Este volumen corresponde al de la medida que lo contiene.

#### **1. Rendimiento de la amasada ( $V_a$ )**

Volumen aparente de CONCRETO fresco elaborado en una amasada.

#### **2. Rendimiento relativo ( $R_r$ )**

Cociente entre el volumen aparente de CONCRETO fresco elaborado y el volumen aparente teórico de CONCRETO fresco de la dosificación especificada (volumen de diseño).

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

### **Balanza**

Utilice una balanza de capacidad igual o mayor que 42.5Kg. para la medida de 15 l e igual o mayor que 100Kg. para la medida de 30l; la precisión debe ser mínimo de 50g.

### **Varilla pisón**

Barra cilíndrica lisa de acero de 16mm de diámetro y 600 mm de longitud, con sus extremos terminados en semiesferas de 16mm de diámetro.

### **Vibradores**

a) Vibradores internos. Los vibradores internos deben operar a una frecuencia de vibración igual o mayor que 100 s-1 (6.000 pulsaciones/min.); el diámetro externo del elementovibrador debe estar comprendido entre 20 y 40mm.

b) Vibradores externos. Los vibradores externos serán de mesa o de placa, con una frecuencia de vibración igual o superior a 50 s-1 (3.000 pulsaciones/min.).

### Medidas volumétricas

Para medir el volumen utilice recipientes metálicos, impermeables, estancos, químicamente inertes con los componentes del CONCRETO y provistos de dos asas. El interior debe tener la forma de un cilindro recto abierto por una de sus caras planas; debe rectificarse, si corresponde, para asegurar las dimensiones interiores.

c) La capacidad nominal y dimensiones de los recipientes deben ser las que se indican en Tabla H0305\_1, las que están en función del tamaño máximo nominal del árido empleado.

TABLA H0305\_1 DIMENSIONES DE LAS MEDIDAS VOLUMETRICAS

Tamaño máximo nominal del árido (mm)	Capacidad nominal (m <sup>3</sup> )	Dimensiones interiores		Espesor mínimo	
		Diámetro (mm)	Altura mínima (mm)	Base (mm)	Pared (mm)
50 o menor	0,015	255 ± 5	280	3	2
63 o mayor	0,030	355 ± 5	300	3	2

d) Se deben reforzar los bordes de la medida con una pletina de 3 a 5 mm de espesor y 40 mm de ancho.

### Placa de enrase

Es una placa de metal, vidrio o acrílico cuyo ancho y largo deben superar en 50 mm o más al diámetro de la medida; su espesor debe ser igual o mayor que 6 mm en placas de metal, e igual o mayor que 12 mm en placas de vidrio o acrílico.

### Calibración de la medida

e) Verificación Previa.

Antes de cada ensaye verifique la tara de la medida, aproximando a 50 g.

f) Verificaciones periódicas.

Periódicamente revise la capacidad volumétrica de la medida, con una precisión de 0,1%, determinando la masa de agua que llena la medida y dividiendo esta masa por la **densidad del agua a la temperatura en que se encuentra.**

### **Muestreo**

El muestreo debe ajustarse a lo dispuesto en el Método H0301.

## **PROCEDIMIENTO**

### **Compactación**

Compacte mediante apisonado o vibrado según el procedimiento que se indica en la Tabla H0305\_2, en función del asentamiento del CONCRETO, excepto que las especificaciones técnicas especiales establezcan un procedimiento determinado para una obra en particular.

TABLA H0305\_2 PROCEDIMIENTO PARA COMPACTAR EN FUNCION DEL ASENTAMIENTO.

Asentamiento "a" ( cm )	Procedimiento de compactación
a < 5	Vibrado
5 ≤ a ≤ 10	Vibrado o apisonado
a > 10	Apisonado

### **Nota**

1: La compactación debe ser lo más parecida posible a la usada en la obra. Si se usa otro procedimiento o no se cumple con lo especificado en Tabla H0305\_2, se debe dejar constancia especial en el informe.

Apisonado:

-Coloque el CONCRETO fresco en la medida mediante tres capas de espesores aproximadamente iguales y de manera que la última capa exceda sobre el borde de la medida.

-Compacte cada capa con la varilla pisón distribuyendo los golpes en toda la sección, a razón de 25 golpes por capa cuando se emplee la medida de 15 l y de 50 golpes por capa cuando se emplee la medida de 30 l.

-Apisone la capa inferior en toda su altura, sin golpear el fondo de la medida.

-Apisone las capas superiores de modo que la varilla pisón penetre en la capa subyacente, aproximadamente, 2 cm.

-Después de apisonar cada capa, golpee 10 o más veces los costados de la medida hasta que no continúen apareciendo burbujas grandes de aire en la superficie de la capa compactada y se cierren los vacíos dejados por la varilla pisón.

g) Vibrado interno:

-Coloque el CONCRETO fresco en la medida, en dos capas aproximadamente iguales y de manera que en la última capa quede CONCRETO en exceso por sobre el borde de la medida.

-Compacte cada capa mediante tres inserciones del vibrador.

-Introduzca el vibrador verticalmente en la capa inferior hasta aproximadamente 2 cm del fondo de la medida; en la capa superior introduzca de modo que el vibrador penetre aproximadamente

2cm. en la capa subyacente; realice esta operación sin tocar las paredes ni el fondo del molde con el vibrador.

-Retire el vibrador tan lentamente como sea posible.

-Vibre solamente hasta que una delgada capa de lechada cubra la superficie del hormigo.

-Durante el vibrado de la capa superior, mantenga permanentemente CONCRETO en exceso por sobre el borde de la medida, rellenando con CONCRETO fresco cuando sea necesario.

h) Vibrado externo:

-Fije firmemente la medida al elemento vibrador, manualmente o con algún dispositivo mecánico, de modo que ambos vibren solidariamente.

-Coloque el CONCRETO en una sola capa, manteniendo en todo momento CONCRETO en exceso sobre el borde de la medida.

-Vibre el tiempo necesario para asegurar la compactación, presionando

simultáneamente la superficie del CONCRETO; detenga el vibrado cuando una delgada capa de lechada cubra la superficie.

### **Enrase y alisado**

- i) Al terminar la compactación deje un exceso de CONCRETO de aproximadamente 3 mm de espesor por sobre el borde de la medida.
- j) Enrase y alise mediante la placa, cuidando dejar el recipiente lleno justo hasta el borde de la medida.

**3. Pesada Inmediatamente** después de terminar el alisado, limpie el exterior de la medida y pésela. Reste la masa de la medida a fin de determinar y registrar la masa del CONCRETO que llena la medida (m) aproximando a 50 g para la **medida de 15 l y a 100g para la medida de 30 l.**

### **CÁLCULOS**

#### **Densidad aparente**

Calcule la densidad aparente del CONCRETO fresco, con la formula siguiente, aproximando a 1kg/m<sup>3</sup>.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

$\rho$ : Densidad aparente del Concreto fresco, (kg/m<sup>3</sup>).

m: Masa del CONCRETO fresco que llena la medida, (kg). V: Capacidad volumétrica de la medida, (m<sup>3</sup>).

#### **Rendimiento de la amasada**

Calcule el rendimiento de la amasada del CONCRETO fresco como el volumen aparente de CONCRETO elaborado en cada amasada, de acuerdo con la formula siguiente, aproximando a 0,001 m<sup>3</sup>/amasada.

$$V_a = (m_c + m_a + m_w) / \rho_a$$

Donde:

Va: Volumen aparente de CONCRETO fresco elaborado en cada amasada, (m<sup>3</sup>).mc:

Masa de cemento incorporado a la amasada, (kg).

ma: Masa de arena en la condición de humedad en que fue incorporada a la

amasada, (kg). mg: Masa de grava en la condición de humedad en que fue

incorporada a la amasada, (kg). mw: Masa del agua incorporada a la amasada, (kg).

a: Densidad aparente del CONCRETO fresco, (kg/m<sup>3</sup>).

### **Rendimiento relativo**

Calcule el rendimiento relativo del CONCRETO fresco con la formula siguiente,

aproximando al 1%:

$$R_r = \frac{V_a}{V_t} * 100$$

Donde:

Va: Volumen aparente de CONCRETO fresco elaborado en cada amasada, (m<sup>3</sup>). Vt:

Volumen aparente teórico de CONCRETO fresco de la dosificación especificada,

(m<sup>3</sup>)(Corresponde a Vr + volumen de aire estimado para cada amasada).

Vr: Volumen real del CONCRETO fresco elaborado en cada amasada, (m<sup>3</sup>)

## **MÉTODO DE ENSAYE A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CÚBICAS Y CILÍNDRICAS (ASTM C 39 AASHTO T22)**

### **OBJETO**

Este método establece el procedimiento para efectuar el ensaye a la rotura por compresión de probetas cubicas y cilíndricas de CONCRETO.

1. Se aplica al ensaye de probetas preparadas según los Métodos H0301 o H0302, según corresponda.

### **EQUIPOS Y MATERIALES**

Prensa de Ensaye

- a) Tendrá la rigidez suficiente para resistir los esfuerzos del ensaye sin alterar las condiciones de distribución y ubicación de la carga y lectura de resultados.
- b) Tendrá un sistema de rotula que permita hacer coincidir la resultante de la carga aplicada con el eje de la probeta.
- c) Las superficies de aplicación de la carga serán lisas y planas, y no se aceptaran desviaciones con respecto al plano superiores a 0,015 mm en 100 mm medidos en cualquier dirección.
- d) La dimensión de la arista o del diámetro de las placas de carga será igual o superior a la arista o diámetro de la probeta.
- e) Nota1: En caso de usar placas suplementarias para aumentar la dimensión de las placas de carga de la prensa, estas tendrán superficies rectificadas conformes a 3 c), espesor igual o superior a 50 mm y dureza igual o superior a la de las placas de la prensa.
- f) La sensibilidad de la prensa será tal que la menor división de la escala de lectura sea inferior o igual al 1% de la carga máxima.
- g) La exactitud de la prensa tendrá una tolerancia de 1% de la carga dentro del rango utilizable de la(s) escala(s) de lectura.
- h) En general el rango utilizable se considera comprendido entre el 10% y el 90% de la lectura máxima en la respectiva escala de lectura.

i) Se deben contrastar las prensas de ensaye, las de uso habitual por lo menos una vez al año y las de faena al inicio de la obra.

j) La prensa contara con dispositivos de regulación de la carga según lo especificado en 9 e).

Regla Graduada

Estará graduada en mm, y tendrá una longitud igual o superior a 400 mm.

Balanza

Tendrá una capacidad igual o superior a 25 kg y una precisión mínima de 1 g.

## **PROCEDIMIENTO**

Acondicionamiento de las Probetas

Acondicione las probetas para el ensaye según el método H0303, si corresponde.

Medición de Probetas Cubicas

a) Coloque el cubo con la cara de llenado en un plano vertical frente al operador.

b) Mida los anchos de las cuatro caras laterales del cubo ( $a_1$ ,  $a_2$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ), aproximadamente en el eje horizontal de cada cara.

c) Mida las alturas de las cuatro caras laterales ( $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$  y  $h_4$ ) aproximadamente en el eje vertical de cada cara.

d) Exprese estas medidas en mm con aproximación a 1 mm.

e) Determine la masa de la probeta con una aproximación igual o inferior a 50 g.

f) En el caso de probetas por refrentar, mida y pese antes del refrentado.

Medición de Probetas Cilíndricas

g) Mida dos diámetros perpendiculares entre sí ( $d_1$  y  $d_2$ ), aproximadamente en la mitad de la altura de la probeta.

h) Mida la altura de la probeta en dos generatrices opuestas ( $h_1$  y  $h_2$ ) antes de refrentar

i) Exprese estas medidas en mm. con aproximación a 1 mm.

j) Determine la masa de la probeta antes de refrentar con una aproximación igual o inferior a 50

## Ensaye

- k) Limpie la superficie de las placas y de las caras de ensaye de la probeta.
- l) Coloque la probeta sobre la placa inferior alineando su eje central con el centro de esta placa.
- m) Posición de las probetas.
- Coloque las probetas cúbicas con la cara de llenado en un plano perpendicular a la placa inferior de la prensa.
  - Coloque las probetas cilíndricas asentadas en una de sus caras planas refrentadas.
- n) Asiente la placa superior sobre la probeta, guiándola suavemente con la mano para obtener un apoyo de la placa lo más uniforme posible.
- o) Aplique la carga en forma continua y sin choques, a una velocidad uniforme, que permita cumplir las siguientes condiciones:
- Alcanzar una franca rotura de la probeta en un tiempo igual o superior a 100 s.
- Nota: Puede considerar que hay franca rotura cuando el indicador de carga retrocede bajo el 90% de la carga máxima y hay claras manifestaciones de agrietamiento de la probeta.
- No superar la velocidad de 0,35 N/mm<sup>2</sup>/s.
- p) Cuando se conoce aproximadamente la carga de rotura, será permisible aplicar la primera mitad de la carga a una velocidad mayor que la especificada en 9 e).
- q) Una vez fijada la velocidad, especialmente en la segunda mitad de la carga, no haga modificaciones de ella hasta el término del ensaye.
- r) Registre la carga máxima P, expresada en N.

Calcule la resistencia a la compresión como la tensión de rotura según la fórmula siguiente:

$$f = \frac{P}{S}$$

Donde:

f : Tensión de rotura, (MPa)

P: Carga máxima aplicada por la máquina de ensaye, (N).

S: Sección de ensaye, medida a partir de la dimensión básica real, (mm<sup>2</sup>)