



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

# **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Análisis Comparativo de las Propiedades Mecánicas de un Concreto  $F_c = 280 \text{ Kg/Cm}^2$  Elaborado con Agregados Grueso Piedra Chancada y Canto Rodado – Chimbote 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

RAY MARVIN VILLANUEVA CARLOS

**ASESOR:**

Mgtr. JENISSE DEL ROCIO FERNÁNDEZ MANTILLA

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

**CHIMBOTE – PERU**

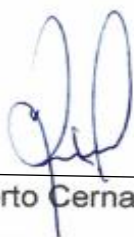
**2018**

## PAGINA DE JURADO

Los miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo damos conformidad para la sustentación de la Tesis Titulada **“Análisis Comparativo de las Propiedades Mecánicas de un Concreto  $F'c= 280 \text{ Kg/Cm}^2$  Elaborado con Agregados Grueso Piedra Chancada y Canto Rodado – Chimbote 2018”** la misma que debe ser defendida por el tesista aspirante a obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

Nuevo Chimbote, 04 de Julio del 2018



Dr. Rigoberto Cerna Chávez

PRESIDENTE



Mgtr. Jenisse del Rocio Fernández Mantilla

SECRETARIA



Mgtr. Gonzalo Hugo Díaz García

VOCAL

## **DEDICATORIA:**

### **A DIOS:**

Quien supo darme los conocimientos y las fuerzas necesarias para salir adelante y no desmayar ante las circunstancias que se me presentaban, por darme la oportunidad de vivir y conocer lo bueno y lo malo y encaminarme por el buen camino, por iluminar mi corazón y mi mente, por haber puesto en mi camino a personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de mis estudios académicos.

### **A MIS PADRES:**

A mi madre Ana Carlos Leyva por su gran apoyo y sacrificio durante toda mi vida, y sacarme adelante y poder cumplir mis metas depositando toda su confianza en mi al igual dedico mi formación profesional a quien es un padre Luis Mendoza Bailón quien me apoyo durante toda mi carrera académica y me supo dar las fuerzas necesarias para seguir adelante.

### **A MIS ABUELOS:**

A mi Mamita María Zenobia Leyva por estar siempre en los momentos importantes de mi vida, por ser el ejemplo para salir adelante y por los consejos que cuando pequeño me inculcaba y han sido de gran ayuda para mi vida A mi papito Víctor Carlos Torres por ser mi compañero e inculcarme valores en mi vida.

## **AGRADECIMIENTO:**

A Dios por guiar mis pasos en el camino de la vida y darme las fuerzas necesarias para poder cumplir mis metas y superar cada una de las dificultades como estudiante gracias dios.

A mi Familia Madre, Ana Carlos Leyva, mi padre Luis Mendoza Bailón, Mi hermano, Jean Villanueva Carlos, mi enamorada Bella Alba Santa Cruz, mi abuelito Víctor Carlos Torres, mi abuelita María Zenobia que, aunque no está aquí yo sé que donde este me está dando las fuerzas necesarias para seguir adelante.

A mis maestros durante mi formación académica en especial al Dr. Rigoberto Cerna Chávez y a la Mgtr. Jenisse Del Rocio Fernández Mantilla por su gran aporte, sus recomendaciones que ayudaron de guía para el desarrollo de esta tesis y por brindarme su apoyo.

**Villanueva Carlos Ray Marvin**

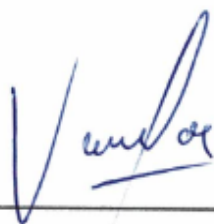
## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD:

Yo, Ray Marvin Villanueva Carlos, con DNI N° 71122415 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompañó es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, Julio del 2018



Ray Marvin Villanueva Carlos

## PRESENTACIÓN:

En el presente desarrollo de tesis titulada: “Análisis Comparativo de las propiedades Mecánicas de un concreto  $F_c=280 \text{ Kg/cm}^2$  Elaborado con agregado Grueso Piedra Chancada y Canto rodado – Chimbote 2018” que es un trabajo de investigación que reúne la experiencia almacenada durante los años académicos que tuve como estudiante en la Universidad César Vallejo.

En el primer capítulo se exterioriza la introducción en donde se explica la realidad problemática de los motivos por los cuales se realiza la investigación para luego continuar con los antecedentes internacionales, nacionales y locales, seguido del marco de teorías relacionadas al tema de investigación, donde se plantea el problema y a continuación se explica la justificación y se menciona los objetivos de la investigación , teniendo como objetivo general : Realizar el análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto  $F_c= 280 \text{ Kg/cm}^2$  elaborado con agregados piedra chancada y canto rodado en Chimbote.

En el segundo capítulo de esta investigación se mostrará la parte metodológica identificando el diseño de investigación, población y muestra, la operacionalización de las variables de estudio, técnicas e instrumentos de recolección de muestras, así como el procedimiento de la investigación.

En el tercer capítulo se exhibe los resultados sin juicio de interpretación extraídos del instrumento de recolección de datos lo cual nos mostrara las propiedades mecánicas del concreto utilizando dos tipos de agregado grueso en cada diseño de mezcla, se mostrarán los diseños de mezcla por el cual fueron aplicados.

En el cuarto capítulo se expresa la discusión de la investigación y al finalizar la investigación se llegó a concluir que el material más óptimo es el agregado de piedra chancada con el método de diseño ACI .

# INDICE

PAGINA DE JURADO.....	ii
DEDICATORIA:.....	iii
AGRADECIMIENTO:.....	iv
PRESENTACIÓN:.....	vi
INDICE .....	vii
RESUMEN: .....	ix
ABSTRACT.....	x
1.1.  Realidad Problemática.....	11
1.2.  Trabajos previos.....	12
1.3.  Teorías relacionadas al tema .....	14
1.4.  Formulación del problema.....	25
1.5.  Justificación del estudio .....	25
1.6.  Objetivos.....	26
II.  MÉTODO .....	27
2.1.  Diseño de Investigación .....	27
2.2.  Variables, operacionalización.....	28
2.3.  Población, muestra.....	28
2.4.  Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad 29	
2.5.  Método de Análisis de Datos .....	30
2.6.  Aspectos Éticos.....	30
III.  RESULTADOS .....	31
3.1.  Diseño de mezcla según ACI y WALKER con agregado grueso piedra chancada y canto rodado.....	31
3.1.1.  METODOS ACI y WALKER con agregado grueso piedra chancada.....	31
3.1.2.  Diseño de mezcla según ACI y WALKER con agregado grueso canto rodado. 32	
3.2.  Determinación de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> de agregados piedra chancada y canto rodado con los métodos ACI y WALKER .....	33
3.2.1.  Resultados de la rotura de probetas a compresión a los siete días. ....	34
3.2.2.  Resultados de las roturas de probetas a compresión a los .....	39
catorce días. ....	39
3.2.3.  Resultados de las roturas de probetas a compresión a los .....	45

Veinte ocho días.....	45
<b>3.3. Determinación de la resistencia a la tracción de un concreto <math>f'_c=280</math> kg/cm<sup>2</sup> de agregados piedra chancada y canto rodado con los métodos ACI y WALKER .....</b>	<b>52</b>
3.3.1. Resultados de la rotura de probetas a tracción a los siete días. ....	52
3.3.2. Resultados de la rotura de probetas a tracción a los catorce días. ....	57
3.3.3. Resultados de la rotura de probetas a tracción a los veinte ocho días. 63	
<b>3.4. Determinación de la resistencia a la flexión de un concreto <math>f'_c=280</math> kg/cm<sup>2</sup> de agregados piedra chancada y canto rodado con los métodos ACI y WALKER</b>	<b>69</b>
3.4.1. Resultados de la rotura de probetas a Flexión a los siete días.....	69
3.4.2. Resultados de la rotura de probetas a Flexión a los catorce días.....	75
3.4.3. Resultados de la rotura de probetas a Flexión a los veinte ocho días.	81
<b>3.5. Comparación general de ensayos de las propiedades mecánicas del concreto.....</b>	<b>87</b>
3.5.1. Comparación general con el método de diseño ACI .....	87
3.5.2. Comparación general con el método de diseño WALKER.....	88
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>90</b>
<b>V. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>92</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>94</b>
<b>VII. REFERENCIAS .....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>98</b>
<b>ANEXOS I: .....</b>	<b>99</b>
<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA.....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXOS II: .....</b>	<b>103</b>
<b>PROTOCOLOS DE ENSAYOS .....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXOS III: .....</b>	<b>138</b>
<b>FORMATOS EN BLANCO .....</b>	<b>138</b>
<b>ANEXOS IV:.....</b>	<b>143</b>
<b>NORMAS TECNICAS.....</b>	<b>143</b>
<b>ANEXOS V:.....</b>	<b>248</b>
<b>PANEL FOTOGRAFICO.....</b>	<b>248</b>



## RESUMEN:

Esta investigación está basada en determinar el material del agregado grueso más óptimo, que cumpla con las propiedades mecánicas del concreto, y de esta manera poder saber que método es el más eficiente de acuerdo a  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  evaluados por los métodos del ACI y método de Walker, ya que actualmente en el ámbito de la construcción se vienen ejecutando obras civiles utilizando solo el agregado grueso angular y utilizando los métodos de diseño empíricos por ello se compararan estos dos tipos de materiales

La investigación es no experimental: descriptiva- comparativa, ya que los datos serán tomados tal y como ocurre en la realidad, empleando el método de la descripción comparativa, la población estará constituida por las 108 probetas de concreto de  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  para lo cual se desarrolló en tres fases: la primera consistió en la exploración de las canteras de estudio, procediendo a la extracción de las muestras para ser ensayadas y poder determinar las propiedades mecánicas mediante las normas peruanas, para luego en la segunda fase se constató el análisis de datos, en el cual se procesara la información para poder diseñar por los métodos de diseño elegidos elaborando probetas para verificar la trabajabilidad del concreto mediante la prueba de slump con el cono de Abrams, luego las probetas realizadas con los diseños de mezcla establecidos después de 24 horas habiéndose endurecido el concreto se sumergirán en una poza de agua y cal esperando los periodos de 7, 14 y 28 días para los ensayos respectivos; finalmente la tercera fase constato en verificar las propiedades mecánicas del concreto por los ensayos de Compresión, Tracción y Flexión.

Los dato procesados y analizados , obtenidos de los dos métodos de diseño estudiados, se llegó a la conclusión que el método de diseño ACI es el más óptimo y con el material de agregado grueso piedra chancada ya que se adquiere la resistencia requerida y sobrepasa la resistencia a comparación con el otro método de diseño y con el agregado de canto rodado.

Palabra clave: Propiedades mecánicas de un concreto, piedra chancada y canto rodado

## ABSTRACT

This investigation is based on determining the material of the most optimal coarse aggregate, which complies with the mechanical properties of the concrete, and in this way being able to know which method is the most efficient according to  $F_c = 280 \text{ kg / cm}^2$  evaluated by the methods of the ACI and Walker's method, since currently in the field of construction, civil works are being executed using only the angular aggregate and using the empirical design methods. Therefore, these two types of materials will be compared

The research is non-experimental: descriptive-comparative, since the data will be taken as is the case in reality, using the method of comparative description, the population will be constituted by the 108 concrete specimens of  $F_c = 280 \text{ kg / cm}^2$  for which it was developed in three phases: the first consisted in the exploration of the study quarries, proceeding to the extraction of the samples to be tested and to be able to determine the mechanical properties by Peruvian standards, and then in the second phase verified the data analysis, in which the information was processed to be able to design by the chosen design methods, elaborating specimens to verify the workability of the concrete by means of the slump test with the Abrams cone, then the samples made with the mixture designs established after 24 hours having hardened the concrete they will submerge in a pool of water and lime waiting for periods of 7, 14 and 28 days for the respective tests; finally the third phase verified in verifying the mechanical properties of the concrete by the Compression, Traction and Bending tests.

Keyword: Mechanical properties of the concrete, piedra chancada and rodado

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

En el ámbito de la construcción se vienen ejecutando obras civiles utilizando el agregado grueso angular (piedra chancada) provenientes de explotación en las canteras que son resultados de procesos mecánicos para su comercio dentro de los cuales existe una contaminación ambiental al ser explotados y de tal manera dicho proceso de extracción del material hacen que varíe la resistencia original o natural las cuales por lo general no son tomadas en cuenta para la utilización en la fabricación de concreto a diferencia de este tipo de agregado, el agregado grueso de canto rodado proveniente de los ríos. Estos son en cambio material presente de la naturaleza misma ya que son transportados desde las aguas de los ríos de las zonas andinas del Perú y que vienen siendo desgastados por el movimiento y transporte de las aguas y por procesos geológicos, que se depositan y almacenan en las profundidades y en las riberas de los ríos

En el Perú podemos ver que en cuestiones de preparación de mezclas de concreto mayormente se opta por la utilización del agregado grueso (piedra chancada) por lo cual en el sector construcción es mínima la utilización de la piedra de canto rodado, la selva del Perú se caracteriza por lluvias copiosas, temperaturas alta, arena de módulos e fineza muy bajos, ausencia de agregado grueso y escasa agua potable situación por la cual la existencia de canteras de extracción de piedra chancada no es usual por lo cual los pobladores utilizan la piedra de los ríos para la fabricación de las estructuras que se construyen sin ningún tipo de conocimientos de diseño de mezcla.

En el sector local podemos observar que en Chimbote hay distintos asentamientos humanos, pueblos jóvenes o diversos lugares donde no se cuenta con información acerca del concreto con el cual se construyen sus obras civiles, la cual es información fundamental para la construcción de

dichas edificaciones ya que conocer el diseño adecuado para las estructuras de concreto a construir aporta a la ejecución de obras seguras ya que se diseña el concreto teniendo en cuenta el peligro sísmico en el que el Perú se encuentra, que cumpla con los estándares de propiedades del concreto el cual garantice el cumplimiento de la durabilidad del mismo sin la pérdida de sus propiedades.

Con el objetivo de incrementar información existente sobre el concreto y sus propiedades, en el presente proyecto de investigación se realiza el análisis comparativo del concreto utilizando piedra chancada y canto rodado como agregado grueso para una resistencia de  $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  con la finalidad de poder determinar el material más óptimo que cumpla de manera beneficiosa con las propiedades mecánicas del concreto y que aporte a la economía a los ciudadanos.

## **1.2. Trabajos previos**

Como antecedentes de la presente investigación tenemos : a nivel internacional, Carvajal y Torreros en su tesis titulada “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto convencional con agregado grueso canto rodado y adicionando fibra de cáñamo  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”(2016), se propuso como objetivo comparar un concreto realizado con agregado grueso (piedra de rio) con un concreto de agregado grueso (piedra de rio ) adicionando fibra de cáñamo dentro de los cuales se analizaran varios aspectos, como las propiedades mecánicas ( compresión y flexión), las cuales pudieron afirmar que la fibra de cáñamo en el concreto ayuda principalmente a evitar el agrietamiento y aún mejor aglutinamiento de los materiales, ya cuando se realizaron los ensayos se pudo notar que al momento de la ruptura tanto a compresión como a flexión, el concreto permanecía unido, de lo cual se puede deducir que presenta una buena adherencia de la fibra a la matriz; es el llamado fenómeno de puenteo, que mejora varias maneras de la tenacidad de la matriz ya que una grieta que se mueva a través de la matriz encuentra una fibra y está se encuentra

obligada a que no se prolongue o se siga abriéndose y a la vez su resistencia es mayor a la de un concreto convencional, mientras que en el concreto convencional no sucedía lo mencionado.

A nivel nacional Calderón Cañar en su investigación titulada "Diseño de concreto con canto rodado provenientes del río Chancay a través de los métodos ACI y O'Reilly" (2015), planteó como objetivo general, realizar un estudio de las características y propiedades físicas, mecánicas, químicas y mineralógicas de los materiales gruesos tipo canto rodado provenientes del río Chancay para lo cual quiere demostrar cómo pueden afectar en los diseños de concreto cuyas resistencias estén desde 210 kg/cm<sup>2</sup> hasta 280 kg/cm<sup>2</sup> para lo cual se realizaron ensayos físico mecánicos a los materiales pétreos de canto rodado dentro de las normas utilizadas de nuestro país a la vez se realizaron los diseños de mezcla incluyendo este tipo de agregado grueso con las resistencias requeridas ya que son las más utilizadas por la población pudiendo aportar que el agregado grueso de canto rodado dentro de los diseños de mezcla utilizados, solo cumplió con las resistencias de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

A nivel local tenemos a Portella y Rodríguez quienes exponen en su tesis titulada "Elaboración de concreto de resistencia estándar, con agregado grueso canto rodado provenientes del río Santa" (2011) para lo cual se planteó como objetivo determinar la calidad del concreto utilizando el canto rodado como agregado grueso en las resistencias estándar del concreto  $F'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ ,  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ,  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  pudiendo concluir en los ensayos mecánicos realizados (compresión, tracción, flexión) que este tipo de agregados grueso utilizado como alternativa en vez de la piedra chancada cumple con las resistencias estándares estudiada y que es muy buena alternativa de uso en elaboraciones de concreto.

Castro y Castillo en su trabajo titulado "Análisis de la calidad de los agregados para concretos de las canteras de la provincia del Santa" el objetivo que se tiene en esta investigación es analizar la calidad de los

agregados gruesos y finos para concreto de las canteras de la provincia del Santa con una metodología descriptiva comparativa la población en este estudio son las canteras se realizó un análisis comparativo de cada cantera para determinar los mejores agregados para concreto de la provincia del santa los cuales se encontraron que los materiales óptimos se encontraron en: la cantera San Luis que tiene la más conveniente piedra zarandeada de  $\frac{3}{4}$ " y la cantera Alva Gallo tiene la mejor piedra chancada de 1" y la Cantera de Dulong tiene el material más óptimo de piedra chancada de  $\frac{1}{2}$ " , el rio santa es la única cantera de canto rodado por lo cual tiene el mejor agregado grueso de  $\frac{1}{2}$ " y de  $\frac{3}{4}$ " también se observó que el rango granulométrico que da las especificaciones de la norma ASTM C-33 para piedras, no se adapta a los nuestros quedando estos mayormente fuera de rango.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

“El concreto es producto de una combinación homogénea que da como resultado un material aglutinante y está constituido por agregados finos, agregado grueso, agua y aire en proporciones adecuadas dependiendo de los métodos de diseño que se utilicen, eventualmente se adhiere aditivos para alcanzar algunas propiedades prefijadas que el especialista quiera utilizar” (Abanto, 1996, p 11)

Abanto (1996), distingue como cualidad del concreto, la facilidad que este tiene al momento de colocarse dentro de los encofrados de casi cualquier forma mientras esta mezcla tenga la particularidad de consistencia plástica; Su elevada resistencia a la compresión lo que hace adecuado para elementos sometidos fundamentalmente a compresión, como columnas y arcos; y su elevada resistencia al fuego y la penetración del agua. Pero el concreto también tiene desventajas como por ejemplo se prepara en sitios y en condiciones inadecuadas donde no existe un responsable absoluto de su preparación, es decir el control de

calidad no existe y una de las particularidades del concreto es que es un material de escasa resistencia a la tracción. (p. 11)

Tomado del libro de tecnología del concreto de abanto (1996, p. 13)

Para explicar las características del concreto, rivva expone:

La trabajabilidad es una de las propiedades del concreto al estado no endurecido la cual determina su capacidad para ser manipulado transportado, colocado y consolidado de manera adecuadamente, con un mínimo de trabajo y máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que se presente segregación. La presencia, en porcentajes adecuado, de las partículas más finas del agregado tiene a mejorar la trabajabilidad del concreto. (Rivva, 2016, p. 37)

La consistencia también es una de sus propiedades que define “la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; entendiéndose con ello que cuanto más humedad es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación [...] el método de determinación de la consistencia de mezcla se mide a través del ensayo realizado en un cono de asentamiento lo cual es llamado método del cono de Abrams” (Rivva, 2016, p. 38)

Los materiales importantes para la fabricación del concreto, abanto explica lo siguiente:

“El cemento es un material aglomerante que tiene propiedades de adherencia y cohesión, las cuales permite unir fragmentos de esta manera une las partículas y minerales entre si, para formar un todo compacto con resistencia y durabilidad adecuada. Teniendo una particularidad que fragua y endurecer en presencia de agua ya que con ella experimenta una reacción química. Este proceso se llama hidratación lo que hace que la

mezcla sea homogénea por lo cual son también llamados cementos hidráulicos (Sánchez, 2001, p. 27).

Para rivera (2015, el “cemento portland es un producto que se obtiene por la pulverización del Clinker Portland con la adición de una o más formas de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos siempre que su inclusión no afecte las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deben ser pulverizados conjuntamente con el Clinker” (p.18).

Para Abanto (19969, “la materia prima y fundamental para la elaboración del cemento portland son: la caliza y arcilla. La cual finamente molidas e íntimamente mezcladas entre si, se calientan hasta principio de la fusión (1400 – 1450 C°), usualmente en grandes hornos giratorios, que pueden llegar a medir más de 200 m de longitud y 5.50 m de diámetro. Al material parcialmente fundido que sale del horno se le denomina “Clinker” que son pequeñas esferas que presenta un color gris negruzco de características duras y de diferentes tamaños, estas esferas son enfriadas y llevas a un molino para convertirlas en polvo muy fino esto es lo que constituye el cemento portland comercial. Durante la molienda se agrega una pequeña cantidad de yeso (3% - 4%), para regular la fragua del cemento” (p.15).

Los “agregados llamados también áridos, materiales que son inertes estos se mezclan con los aglomerantes como lo es el cemento, cal, etc. Y el agua formando el concreto. La trascendencia de los agregados radica en que constituyen alrededor de 75% en el volumen de una mezcla típica del concreto. Por lo anterior, es importante que los agregados posean una buena resistencia durabilidad y resistencia propia, que su superficie esté libre de impurezas como barro, limo y que presenten materia



orgánica, que puedan debilitar el enlace con la pasta del cemento” (Abanto, 1996, p.23)

Donde también explica lo siguiente:

Que el agregado grueso es un material que es retenido en el tamiz 4.75 mm (N°4) y estos son provenientes de la disgregación natural o muchas veces explotadas estos deben cumplir con los límites que establece la NTP 400.037. también define a las gravas Comúnmente llamados “canto rodado”, es el conjunto de fragmentos minerales pequeños de piedras proveniente de la disgregación natural de las rocas por acción de hielo y otros agentes atmosféricos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos y que son depositados de forma natural por el transporte de las aguas de los ríos. Cada fragmento ha perdido sus aristas vivas y se presentan en forma más o menos. Las gravas pesan de 1600 a 1700 kg/m<sup>3</sup>. (Abanto, 1996, p.26)

Quiroz y salamanca hacen mención, que, en el caso de los cantos rodados, donde su superficie es lisa, dan mejor trabajabilidad, pero menor adherencia pasta-agregado, ya que cada fragmento de material pétreo ha perdido sus aristas vivas por el mismo traslado de las aguas y el desgaste al chocar entre si es por ello que presentan formas más o menos redondeadas. Definiendo así que un canto rodado es un fragmento de roca suelto, susceptible de ser transportado por medios naturales como las corrientes de las aguas los corrimientos de tierra, aunque no se hace distinción de forma en general ya que un canto rodado adquiere una morfología más o menos redondeada, subredondeada u oblonga, sin aristas y con la superficie lisa debido a los desgastes sufridos por los procesos erosivos, generalmente causados por la corrosión. (Quiroz y salamanca, 2006, p.38)

La piedra partida o chancada lo denomina el agregado grueso obtenido por la trituración artificial de rocas o gravas. Como agregado grueso se puede usar cualquier clase de piedra partida siempre que sea limpia, dura y resistente. Su función principal es la de dar volumen y aportar a su propia resistencia. Los ensayos indican que la piedra chancada o partida da concretos ligeramente más resistentes que los hechos con piedra redondeada NTP 400.011. El peso de la piedra chancada se estima en 1450 a 1500 kg/m<sup>3</sup> (Abanto, 1996, p. 26).

El tamaño máximo de los agregados grueso en el concreto armado se fija por la existencia que pueda entrar fácilmente en los encofrados y entre las barras de la armadura. En ningún caso el tamaño máximo del agregado grueso deberá ser mayor que: un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrado; un tercio de la altura de las losas y tres cuartos del espacio libre entre barras y alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, cables o ductos de pre-esfuerzo. Estas limitaciones están dirigidas a que las barras de refuerzo queden convenientemente recubiertas y no se presenten cavidades de las llamadas, cangrejeras (Abanto 1996, p.27).

Abanto expone lo siguiente:

“El agua es un elemento fundamental que se utiliza en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido. Donde señala que el elemento debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química el agua de mezcla del concreto tiene dos funciones principales: reaccionar con el cemento para hidratarlo y actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del grupo. Por lo consiguiente, la cantidad de agua que participa en la mezcla de concreto es normalmente por

razones de trabajabilidad mayor de la necesaria para la hidratación del cemento” (Abanto, 1996, p.21).

Para lo cual el, recomienda que el agua que se utiliza en la fabricación del concreto, deberá de ser una agua limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser perjudiciales para el concreto o al acero. (Abanto, 1996, p. 21).

Tomado del libro de tecnología del concreto de abanto (1996, p. 21)

Según Sánchez expone lo siguiente:

“Desde el presente siglo se ha desarrollado toda una tecnología para infórmarnos sobre la utilización de los aditivos, que son materiales distintos del agua, los agregados y el cemento hidráulico que se utilizan como ingredientes en concretos y morteros y se añaden a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado. En términos de su función, estos pueden ser reductores de agua, retardantes o acelerantes. Hay algunos, como los inclusores de aire, las puzolanas, los colorantes, etc. Pueden ser utilizados para modificar las propiedades del concreto de manera que lo hagan más adecuado para las condiciones de trabajo. Pero, también pueden ser usados por razones de orden económico, ya que permiten, en algunos casos, reducir los costos de fabricación del concreto (341, p. 43).

Tomado del libro Tecnología del Concreto y del Mortero (2001, p. 23)

Según Cross (1990), “Los métodos de diseño de mezcla son todos y cada uno de los pasos, técnicas o herramientas que se utilizan para diseñar o representan un numero de proporciones distintas de actividades que el diseñador utiliza y combina un proceso general de dicho diseño” (p.190)

Para Pasquel (1998), “El diseño de mezclas de concreto, es conceptualmente la aplicación técnica y practica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de la manera más eficiente los requerimientos particulares del proyecto constructivo” (Pasquel, 1998, p. 171).

Para definir el método del ACI, Pasquel nos explica lo siguiente:

“El método del ACI está basado en que los agregados cumplan con los requisitos físicos y granulométricos establecidos por ASTM C-33, puesto que este método define al agua de mezcla empíricamente en función del Tamaño Máximo del agregado que se va utilizar y del slump que se pretende obtener lo que nos da la trabajabilidad de la mezcla. Este método también Establece de manera empírica el volumen de agregado grueso compactado en seco en función del Tamaño Máximo de la piedra y el Modulo de Fineza de la arena exclusivamente, correlaciona la relación Agua/Cemento en peso con la Resistencia en compresión (Pasquel, 1998, p. 185).

“Las principales deficiencias de este método de diseño persisten en que no está concebido para agregados marginales ni condiciones constructivas especiales” (Pasquel, 1998, p. 185)

“Por motivos de simplificación no evalúa la granulometría integral de la mezcla de agregados, asumiendo que los valores empíricos de agregado grueso en función del módulo de Fineza, de la arena cubren todas las posibilidades, lo cual no es cierto en la práctica pues no distingue entre agregados angulosos y redondeados ni entre zarandeados y chancados, ni densos y porosos por ellos es que al realizar la mezcla presenta un material pedregoso (Pasquel, 1998, p. 186).

Para definir el método de Walker, Rivva plantea lo siguiente:

El método de diseño de Walker se desarrolla debido al interés del profesor Stanton Walker en relación con el hecho de que, sea cual fuera la resistencia de diseño de concreto, por lo tanto, su relación agua-cemento, contenido de cemento y características del agregado fino, la cantidad de agregado grueso tenía que ser la misma, ello cuando se aplicaba el procedimiento de diseño desarrollado por el comité 211 del ACI. La relación fina – grueso debería variar en función del contenido de la pasta en la mezcla, así como del perfil y tamaño máximo nominal del agregado grueso, y que otro factor que debería ser considerado era la mayor o menor fineza del agregado. Calculando el volumen absoluto del agregado fino, se determina el de agregado grueso por diferencia con el volumen absoluto total de agregado y, conocidos ambos, se determina el peso seco de cada uno de ellos en la mezcla (Rivva, 1998, p. 149)

Tomado del libro de diseño de mezcla de Rivva (1998, p. 149)

Según Rivvas explica lo siguiente “las propiedades del concreto han de ser en función del fin para el cual está destinado, la selección de las proporciones de la unidad cubica de concreto debe permitir obtener un concreto con la facilidad de colocación y cumplir con propiedades mecánicas para la cual se pretende utilizar como lo la Resistencia a la compresión, Resistencia a la Tracción, Resistencia a la flexión” (Rivvas, 2013, p. 37).

“Cuando hablamos de la resistencia mecánica del concreto podemos entender de su resistencia a la compresión ya que esta al ser una propiedad mecánica del concreto es la más simple de determinar este ensayo da a conocer la condición en la cual la carga en el concreto tiene la mayor capacidad para soportar esfuerzos, ya que mayormente los elementos estructurales se diseñan con el fin de obtener esta propiedad de esta manera estos

ensayos se realizan con parámetros ya establecidos por normas con la ventaja de reducir al mínimo las variaciones por defecto de forma, tamaño y preparación propias de cada muestra” (MTC, 2000, p. 1)

El procedimiento para llevarse a cabo el ensayo de resistencia a la compresión debe realizarse en una máquina que debe estar equipada con dos bloques de cargar de acero con caras endurecidas y lisas uno de los cuales es un bloque con rotula en la cual descansará el bloque cilíndrico de concreto sobre la superficie superior de la muestra se apoyará un bloque solido el cual ejercerá el peso sobre el espécimen, las caras donde se apoya el espécimen deben tener una dimensión de al menos de 3% mayor que el diámetro del espécimen, la muestra colocada en la máquina de ensayos debe cumplir con lo establecido en (MTC E 702 – 2000) que determina que los moldes de concreto deben ser sumergidas en agua con cal y ser retiradas 24 horas antes para su estudio para los periodos que se pretendan estudiar estos moldes deben ser cilíndricos 150 mm de diámetro por 300 mm de altura deben estar de acuerdo con la especificaciones ASTM C- 470” (MTC,2000, p. 1)

“El cálculo de la resistencia a la compresión se realizará dividiendo la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo, por el promedio del área de la sección transversal determinada” (MTC, 2000, p. 7).

Según Rivvas explica “Que el ensayo de resistencia a la tracción es una de las propiedades mecánicas del concreto y sirve para determinar la resistencia por fractura a la tensión de especímenes cilíndricos de concreto, tales como cilindro moldeados o núcleos extraídos” (Rivvas, 2013, p. 58).

“La máquina de ensayo se ajustará a los requerimientos y deberá tener la suficiente capacidad para aplicar la carga al espécimen que será colocado de manera horizontal y se deberá colocarse el espécimen sobre unas platinas de jebe, el espécimen de concreto debe colocarse de tal forma que la carga sea aplicada sobre la longitud total del cilindro.” (MTC, 2000, P. 1)

“Se aplica carga al cilindro en forma continua evitando impacto, a velocidad constante comprendida entre 700 kPa/min mientras se rompe el cilindro, la velocidad de aplicación de carga para cilindros normales está comprendida entre 50 y 100 kn/min” (MTC, 2000, p. 2).

“El esfuerzo de tracción indirecta se calcula mediante la ecuación en la cual T es esfuerzo de tracción indirecta en Kpa(lb/pulg<sup>2</sup>) la cual será igual entre 2 por P que es la carga máxima indicada por la máquina de ensayo en Kn sobre L que es la longitud del cilindro en milímetro por D que es el diámetro del cilindro en milímetros” (MTC, 2000, p. 3).

Para definir el método de ensayo de resistencia a la Flexión Rivas sostiene:

Que el esfuerzo determinado puede variar si existen diferencias en el tamaño del espécimen, preparación, condición de humedad, curado o las condiciones donde la viga haya sido moldeada, al tamaño requerido, uno de los objetivos es establecer el procedimiento para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto por medio del uso de un viga simple cargada en los tercios de la luz, para realizar este tipo de ensayos no se permitirá las máquinas de ensayo operadas a mano o con bombas que no suministren una carga continua, solo se permitirá una máquina que ejerza una carga continua con desplazamiento positivo, por lo consiguiente las reacciones deberán ser paralelas a la dirección de

las fuerzas aplicadas en todo momento durante el ensayo y la relación entre la distancia del punto de aplicación de la carga.

Según el Ministerio de transporte y comunicaciones en la adaptación de la norma ASTM C78 expone lo siguiente:

Gírese la muestra sobre un lado con respecto a su posición de moldeo y céntrese sobre los bloques de carga. Céntrese el sistema de carga en relación con la fuerza aplicada. Póngase los bloques de aplicación de carga en contacto con la superficie del espécimen en los puntos tercios entre los soportes. Si no se obtiene contacto completo sin carga entre el espécimen, los bloques de aplicación de carga y los soportes, de forma que se presenten una separación de 0.1 mm en una longitud de 25 mm o más larga, púlense o enfréntense las superficies de contacto de la muestra, con láminas de cuero (capping). Se recomienda minimizar el pulimiento de las superficies laterales de la muestra ya que esto puede variar las características físicas de esta y afectar los resultados del ensayo. Si la fractura se inicia en la zona de tensión, dentro del tercio medio de la luz libre se calcula el módulo de rotura de la siguiente forma: donde  $R$  es el módulo de rotura es igual a  $P$  que es máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo por  $L$  que es la longitud libre entre apoyos en milímetros entre  $B$  que es el ancho promedio de la muestra en milímetros por  $D$  que es la altura promedio de la muestra en milímetros elevado al cuadrado. Si la fractura ocurre en la zona de tensión, fuera del tercio medio de la luz libre en menos del 5% de la luz libre, calcúlese el módulo de rotura de la siguiente forma:  $R$  es igual a 3 por  $P$  por  $A$  que es la distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medido sobre la zona de tensión de la viga en milímetros entre  $B$  que es el ancho promedio de la muestra en milímetros por  $D$  que es la altura promedio de la muestra en milímetros elevado al cuadrado. (6, p.3)



Tomado del manual de ensayo de materiales MTC E709 (2000, p.3)

#### **1.4. Formulación del problema**

De lo desarrollado, se ha planteado la siguiente interrogante: **¿Cuál es el resultado del análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con agregados piedra chancada y canto rodado – Chimbote 2018?**

#### **1.5. Justificación del estudio**

Con la presente investigación se pretende analizar las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=280\text{kg/m}^2$  elaborado con dos tipos de agregados grueso, el primero se realizará con agregado de piedra chancada y el segundo se realizará con agregado grueso de canto rodado cumpliendo con las normas técnicas establecidas. Permitiendo así la optimización de los métodos de diseño existentes.

Conociendo las características mecánicas de los agregados debido a que es de vital importancia en el diseño de la mezcla del concreto, ya que estos influyen de manera directa en el comportamiento del mismo, llegando a producirse fallas estructurales por el manejo apresurado de estos y de un mal análisis.

Con los resultados obtenidos a nivel de propuesta esperamos que a través de los interesados se pueda poner en práctica para la ejecución de obras del sector involucrado.

Los principales beneficiarios serían la población de Chimbote ya que se dará a conocer las propiedades mecánicas del concreto de acuerdo al agregado que resulte beneficioso y más óptimo también servirá como referencia a los profesionales del sector construcción.

En el distrito de Chimbote la población va en aumento por lo que se van construyendo viviendas, sin realizar los estudios necesarios para conocer qué clase de agregado grueso es el más óptimo y si cumple con las normas ASTM o NTP, la cual influye en el diseño de mezcla del concreto para que esta pueda alcanzar su resistencia.

Según las normas E – 060 CONCRETO ARMADO estipula que el concreto dosificado debe ajustarse a los requisitos de durabilidad y a los criterios para ensayos de resistencia a compresión. El cual garantiza la calidad del concreto para que alcance su máxima vida útil.

Los resultados de la investigación permitirán contribuir a la solución de los problemas que existen en el concreto como sus fisuras, rajaduras, poniendo en peligro las obras y vidas humanas; estableciendo la utilización del agregado grueso más óptimo.

## **1.6. Objetivos**

El objetivo general de esta investigación es “Realizar el análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto  $F'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> elaborado con agregados piedra chancada y canto rodado – Chimbote 2018.

Los objetivos específicos son:

- Realizar el diseño de mezcla por el método del ACI y Walker para un concreto  $F'C=280$  Kg/Cm<sup>2</sup> utilizando piedra chancada proveniente de la cantera del Dulong.

- Realizar el diseño de mezcla por el método del ACI y Walker para un concreto  $F'C=280$  Kg/Cm<sup>2</sup> utilizando canto rodado proveniente de la cantera del Rio Santa.
- Determinar la resistencia a la compresión de un concreto  $F'C=280$  Kg/Cm<sup>2</sup> utilizando piedra chancada.
- Determinar la resistencia a la compresión de un concreto  $F'C=280$  Kg/Cm<sup>2</sup> utilizando piedra de canto rodado.
- Determinar la resistencia a la tracción de un concreto  $F'C=280$  Kg/Cm<sup>2</sup> utilizando piedra chancada
- Determinar la resistencia a la tracción de un concreto  $F'C=280$  Kg/Cm<sup>2</sup> utilizando piedra de canto rodado.
- Determinar la resistencia a la flexión de un concreto  $F'C=280$  Kg/Cm<sup>2</sup> utilizando piedra chancada
- Determinar la resistencia a la flexión de un concreto  $F'C=280$  Kg/Cm<sup>2</sup> utilizando piedra de canto rodado

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de Investigación

Según la investigación que se desarrolló corresponde a una investigación: No experimental: de estudio descriptivo comparativo ya que se tomaran los datos tal y como ocurre en la realidad.

La presente investigación es descriptiva- comparativa, debido a que se pretende comparar dos tipos de agregado grueso (piedra chancada y canto rodado) con  $F'c=280\text{kg/cm}^2$ , así mismo se utilizaran dos métodos de diseño de mezcla de concreto y se

describirá el material más óptimo que cumpla con las propiedades mecánicas de concreto.

## **2.2. Variables, operacionalización**

### **2.2.1. Variable independiente:**

Propiedades mecánicas del concreto

#### **2.2.1.1. Definición Conceptual**

“Las propiedades mecánicas del concreto refleja la relación entre la fuerza aplicada hacia el espécimen que pretenda estudiar y la respuesta del material ante algún esfuerzo (o sea, su deformación)”. (Rivvas, 2013, p. 37).

#### **2.2.1.2. Definición Operacional**

Realizar el análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto  $F'c=280\text{kg/cm}^2$ .

#### **2.2.1.3. Dimensiones**

- Compresión del concreto
- Tracción de concreto
- Flexión del concreto

#### **2.2.1.4. Indicadores**

- Resistencia a la compresión del concreto ( $F'c=280\text{kg/cm}^2$ )
- Resistencia a la tracción de concreto ( $F'c=280\text{kg/cm}^2$ )
- Resistencia a la flexión de concreto ( $F'c=280\text{kg/cm}^2$ )

#### **2.2.1.5. Escala de medición**

- Nominal

## **2.3. Población, muestra**

### **2.3.1. Población**

La población con la cual se trabajo esta investigación está constituida por las 108 probetas de concreto de  $F'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>

### 2.3.2. Muestra

La muestra que se utilizaron fueron las siguientes:

- 36 probetas de concreto  $F'c= 280$  Kg/cm<sup>2</sup> diseñado por el método del ACI utilizando piedra chancada para los ensayos a compresión.
- 36 probetas de concreto  $F'c= 280$  Kg/cm<sup>2</sup> diseñado por el método del Walker utilizando piedra chancada para ensayos a compresión.
- 36 probetas de concreto  $F'c= 280$  Kg/cm<sup>2</sup> diseñado por el método del ACI utilizando piedra chancada para ensayos tracción.
- 36 probetas de concreto  $F'c= 280$  Kg/cm<sup>2</sup> diseñado por el método de Walker utilizando piedra de canto rodado para ensayos a tracción.
- 36 probetas de concreto  $F'c= 280$  Kg/cm<sup>2</sup> diseñado por el método de ACI utilizando piedra chancada para ensayos a flexión.
- 36 probetas de concreto  $F'c= 280$  Kg/cm<sup>2</sup> diseñado por el método de Walker utilizando piedra de canto rodado para ensayos a flexión.

### 2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad

La técnica de recolección de datos y manejo de la información con las que fue desarrollado el estudio se presenta a continuación.

Técnica	Instrumento	Tipo de investigación
---------	-------------	-----------------------

<b>Observación directa de los hechos</b>	Protocolos (ensayos de laboratorio)	Investigación descriptiva
--	-------------------------------------	---------------------------

Esta investigación se trabajo con protocolos de ensayos de laboratorio de mecánicas de suelos. Cabe mencionar que estos instrumentos serán válidos por, profesionales del área a investigar.

Los instrumentos a utilizar son los siguientes:

- Diseño de mezcla:  
    Por el comité de diseño 211 ACI  
    Por el método de Walker
- Resistencia a la compresión ASTM C – 39 / MTC E 704 – 2000
- Resistencia a la tracción MTC E 708 - 2000
- Resistencia a la flexión MTC E 709 – 2000

## 2.5. Método de Análisis de Datos

El método de análisis fue descriptivo y tendrá un enfoque cuantitativo, pero cabe aclarar que no lleva un procedimiento estadístico para obtener los resultados.

El desarrollo de este proyecto se realizará de la siguiente manera:

- Exploración del lugar de estudio: consiste en ir a campo y realizar el recojo de las muestras de los materiales de las canteras.
- Análisis descriptivo: se describirá el comportamiento del concreto en cuanto a sus propiedades mecánicas para cada agregado utilizado.

## 2.6. Aspectos Éticos

La realización de esta investigación, se basa en diversos aspectos éticos, que rigen la relación estrecha entre estudiantes, el entorno y la población.

### **Responsabilidad social**

La investigación que se realizó, será llevada a cabo con la finalidad de beneficiar a la población del distrito en estudio, aportando información fundamental sobre el terreno de fundación de sus viviendas.

### **Responsabilidad ambiental**

En la investigación se procuro hacer la recolección de datos, teniendo en cuenta el no causar ningún daño o alteración al medio ambiente.

### **Ética**

La información los datos, puntos de vista y/o observaciones hechas serán, tal y como se encuentran serán contrastados.

### **Honestidad**

La información y los datos que se obtendrán dentro de esta investigación serán veraces sin hacer omisiones de alguno por razones económicas, políticas, sociales u otro con el propósito de presentar un estudio, tal y como se presenta en el periodo de estudio.

## **III. RESULTADOS**

### **3.1. Diseño de mezcla según ACI y WALKER con agregado grueso piedra chancada y canto rodado**

#### **3.1.1. METODOS ACI y WALKER con agregado grueso piedra chancada**

Se muestra a continuación el producto de los diseños de mezcla de un concreto  $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , por los 2 métodos que fueron diseñados con material de agregado grueso (Piedra chancada) de la cantera Dulong.

**TABLA N° 01: METODOS DE DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA DE LA CANTERA DULONG.**

MATERIAL	METODOS DE DISEÑO DE MEZCLA	
	ACI	WALKER
CEMENTO (pie <sup>3</sup> )	1	1
AGREGADO FINO (pie <sup>3</sup> )	1.42	2.23
AGREGADO GRUESO (pie <sup>3</sup> )	2.16	2.24
AGUA (lt/bolsas)	20.44	24.78

Fuente: resultados de los diseños de mezcla de la cantera Dulong.

Los resultados expresados en la tabla N° 01 y el grafico N° 01, métodos de diseño con el material de agregado grueso de piedra chancada de la cantera Dulong; se muestra por el método del ACI teniendo la dosificación en volumen: 1 pie<sup>3</sup> de cemento, 1.42 pie<sup>3</sup> de agregado fino, 2.16 pie<sup>3</sup> de agregado grueso y 20.44 lt/bls de agua; por el método de Walker teniendo la dosificación en volumen: 1 pie<sup>3</sup> de cemento, 2.23 pie<sup>3</sup> de agregado fino, 2.24 pie<sup>3</sup> de agregado grueso y 24.78 lt/bls de agua.

### **3.1.2. Diseño de mezcla según ACI y WALKER con agregado grueso canto rodado.**

Se muestra en el presente recuadro los resultados de los diseños de mezcla de un concreto  $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$  elaborado



con 2 métodos que fueron diseñados con material de agregado grueso (canto rodado) de la cantera rio Santa.

**TABLA N° 02: METODOS DE DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO GRUESO CANTO RODADO DE LA CANTERA RIO SANTA.**

MATERIAL	METODOS DE DISEÑO DE MEZCLA	
	ACI	WALKER
CEMENTO (pie <sup>3</sup> )	1	1
AGREGADO FINO (pie <sup>3</sup> )	1.34	2.23
AGREGADO GRUESO(pie <sup>3</sup> )	2.01	2.01
AGUA	20.30	24.68

Fuente: resultados de los diseños de mezcla de la cantera Rio Santa.

Los resultados expresados en la tabla N° 02 y grafico N° 02, métodos de diseño con el material de la cantera de rio santa; se muestra por el método del ACI teniendo la dosificación en volumen: 1 pie<sup>3</sup> de cemento 1.34 pie<sup>3</sup> de agregado fino, 2.01 pie<sup>3</sup> de agregado grueso y 20.30 lt/bolsa de agua; por el método de Walker teniendo la dosificación en volumen: 1 pie<sup>3</sup> de cemento, 2.23 pie<sup>3</sup> de agregado fino, 2.01 pie<sup>3</sup> de agregado grueso y 24.68 lt/bls de agua.

**3.2. Determinación de la resistencia a la compresión de un concreto f'c=280 kg/cm2 de agregados piedra chancada y canto rodado con los métodos ACI y WALKER**

**3.2.1. Resultados de la rotura de probetas a compresión a los siete días.**

**TABLA N° 03 PROBETAS DEL METODO DEL ACI A LOS SIETE DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA DE CANTERA DULONG.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	185.15	66.125	65.19
2	3" - 4"	178.98	63.921	
3	3" - 4"	182.78	65.278	
4	3" - 4"	183.34	65.478	

Fuente: Protocolos de ensayos de laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la tabla N° 03 probetas del método del ACI a los 7 días del material de agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong donde se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 185.15 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 66.12% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia 178.98 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 63.92% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 182.78 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 65.27% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 183.34 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 65.47%.; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 65.19%.

**TABLA N° 04 PROBETAS DEL METODO DEL ACI A LOS SIETE DIAS DE AGREGADO GRUESO DE CANTO RODADO DE CANTERA DE RIO SANTA.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	184.13	65.76	66.08
2	3" - 4"	182.32	65.11	
3	3" - 4"	186.40	66.57	
4	3" - 4"	187.30	66.89	

Fuente: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la tabla N° 04 probetas del método de ACI preparado para ser ensayados a compresión en el periodo de 7 días de agregado grueso(canto rodado) de la cantera de Rio Santa donde se muestra que la probeta: N° 1 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 184.13 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 65.76% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 182.32 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 65.11% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 186.40 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 66.57% de resistencia adquirida; y N° 4 que tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 187.39 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 66.89 % de resistencia adquirida ; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 66.08%.

**TABLA N° 05: PROBETAS DEL METODO WALKER A LOS SIETE DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA DE LA CANTERA DULONG.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	130.21	46.50	45.37
2	3" - 4"	125.00	44.64	
3	3" - 4"	125.85	44.95	
4	3" - 4"	127.09	45.39	

te: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la tabla N° 05 probetas del método de WALKER preparado para ser ensayados a compresión en el periodo de 7 días de agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong donde se muestra que la probeta: N° 1 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 130.21 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 46.50% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 125.00 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 44.64% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 125.85 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 44.95% de resistencia adquirida; y N° 4 que tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 127.09 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 45.39 % de resistencia adquirida ; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 45.37%.

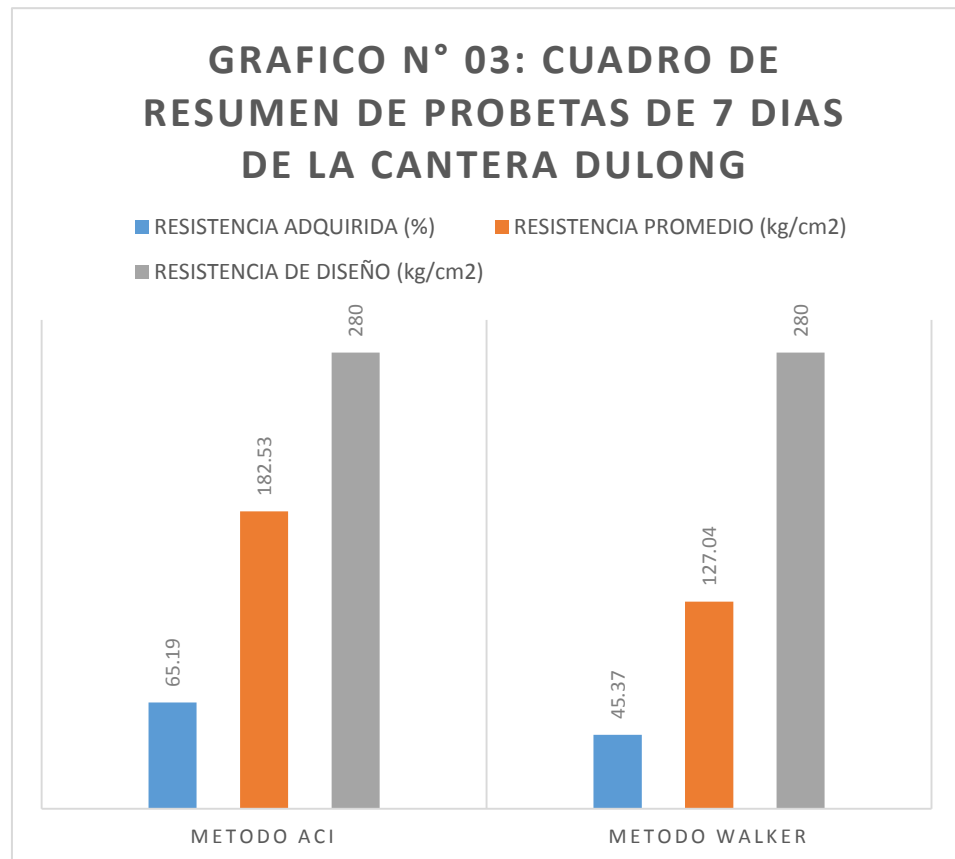
**TABLA N° 06 PROBETAS DEL METODO DEL WALKER  
A LOS SIETE DIAS DE AGREGADO GRUESO DE  
CANTO RODADO DE CANTERA DE RIO SANTA**

N° F	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
u 1	3" - 4"	157.82	56.36	54.22
e 2	3" - 4"	148.71	53.11	
n 3	3" - 4"	149.90	53.53	
t 4	3" - 4"	150.92	53.9	

e: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la tabla N° 06 probetas del método de WALKER preparado para ser ensayados a compresión en el periodo de 7 días de agregado grueso (canto rodado) de la cantera de Rio Santa donde se muestra que la probeta: N° 1 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 157.82 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 56.36% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 148.71 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 53.11% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 149.90 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 53.53% de resistencia adquirida; y N° 4 que tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 150.92 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 53.90 % de resistencia adquirida ; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 54.22%

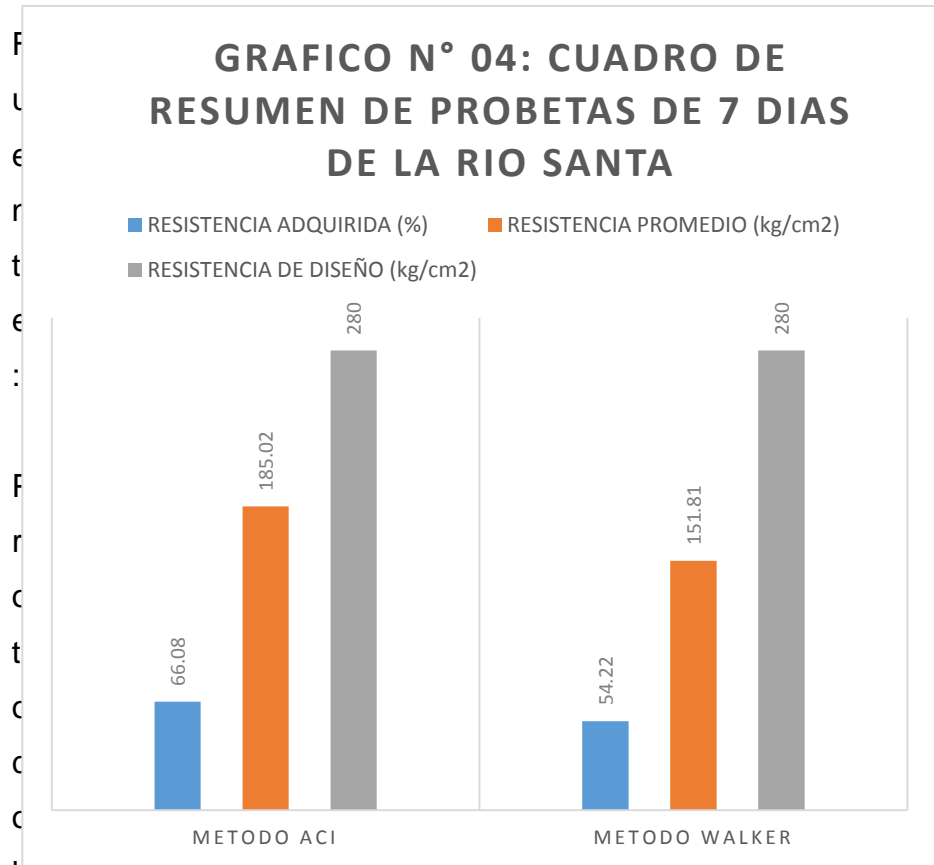
**GRAFICO N° 3: RESUMEN DE PROBESTAS A LOS 7 DIAS DE  
LA CANTERA DULONG METODO ACI Y WALKER**



los de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el grafico N° 03 podemos observar el resumen de las probetas al periodo de 7 días del material que se utilizó en la mezcla como agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong; teniendo en la segunda fila del método del ACI con un 65.19% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 183.53 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280 kg/cm<sup>2</sup>, en la tercera fila observamos el método de Walker con un 45.37 % de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 127.04 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **GRAFICO N°04: RESUMEN DE PROBETAS A LOS 7 DIAS DE LA CANTERA RIO SANTA METODO ACI Y WALKER**



os de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el grafico N° 04 se aprecia el resumen de las probetas al periodo de 7 días del material que se utilizó en la mezcla como agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa; teniendo en la segunda fila del método del ACI con un 66.08% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 185.02 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280 kg/cm<sup>2</sup>, en la tercera fila observamos el método de Walker con un 54.22 % de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 151.81 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.2.2. Resultados de las roturas de probetas a compresión a los catorce días.

**TABLA N° 07 PROBETAS DEL METODO DEL ACI A LOS  
CATORCE DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA  
CHANCADA DE CANTERA DULONG.**

F u e n t e	N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
	1	3" - 4"	253.68	90.60	90.23
	2	3" - 4"	252.55	90.20	
	3	3" - 4"	251.57	89.84	
	4	3" - 4"	252.89	90.31	

: Protocolos de ensayos de laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la tabla N° 07 probetas del método del ACI a los 14 días del material de agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong donde se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 253.68 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 90.60% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia 252.55 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 90.20% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 251.57 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 89.84% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 252.89 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 90.31%.; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 90.23%.

**TABLA N° 8 PROBETAS DEL METODO DEL ACI A LOS  
CATORCE DIAS DE AGREGADO GRUESO DE CANTO  
RODADO DE CANTERA DE RIO SANTA.**



N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	246.04	87.87	83.23
2	3" - 4"	253.06	90.37	
3	3" - 4"	245.91	87.82	
4	3" - 4"	253.51	66.89	

te: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la tabla N° 08 probetas del método de ACI preparado para ser ensayados a compresión en el periodo de 14 días de agregado grueso (canto rodado) de la cantera de Rio Santa donde se muestra que la probeta: N° 1 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 246.04 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 87.87% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 253.05 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 90.37% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 245.91 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 87.82% de resistencia adquirida; y N° 4 que tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 253.51 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 66.89 % de resistencia adquirida ; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 83.23%.

**TABLA N° 09: PROBETAS DEL METODO WALKER A LOS CATORCE DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA DE LA CANTERA DULONG.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	41 225.38	80.49	80.13
2	3" - 4"	224.25	80.09	
3	3" - 4"	223.28	79.74	
4	3" - 4"	224.59	80.21	

Fuente: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la tabla N° 09 probetas del método de Walker preparado para ser ensayados a compresión en el periodo de 14 días de agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong donde se muestra que la probeta: N° 1 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 225.38 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 80.49% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 224.25 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 80.09% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 223.28 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 79.74% de resistencia adquirida; y N° 4 que tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 224.59 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 80.21 % de resistencia adquirida ; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 80.13%.

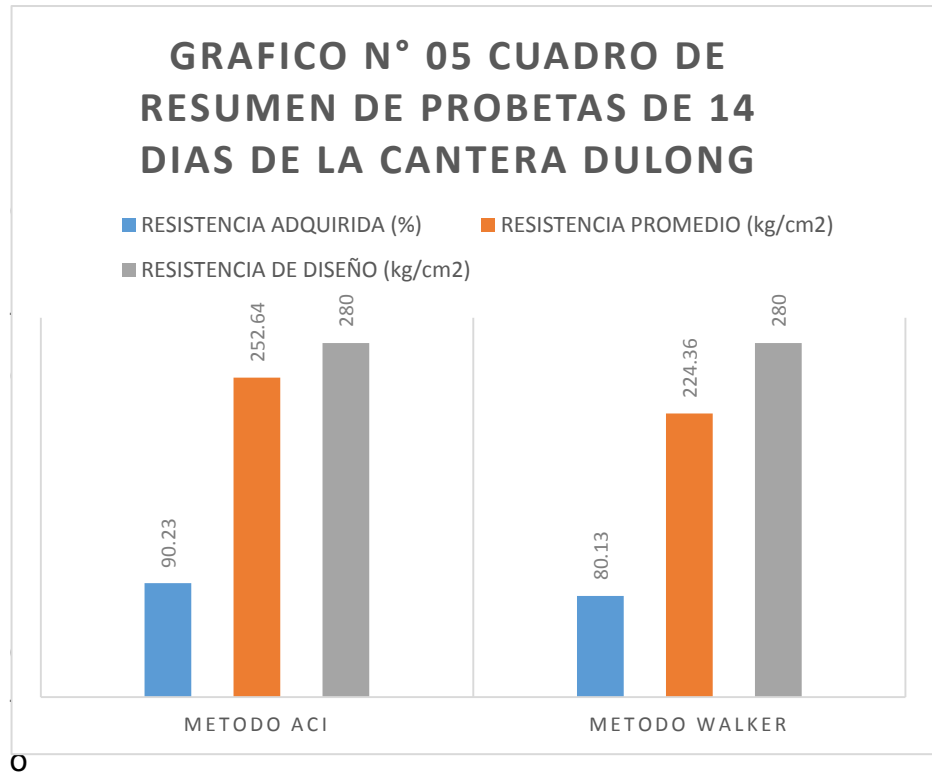
**TABLA N° 10: PROBETAS DEL METODO DEL WALKER  
A LOS CATORCE DIAS DE AGREGADO GRUESO DE  
CANTO RODADO DE CANTERA DE RIO SANTA**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	240.83	86.01	86.60
2	3" - 4"	247.17	88.28	
3	3" - 4"	240.21	85.79	
4	3" - 4"	241.74	86.34	

te: Protocolos de ensayos de laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la tabla N° 10 probetas del método de Walker preparado para ser ensayados a compresión en el periodo de 14 días de agregado grueso (canto rodado) de la cantera de Rio Santa donde se muestra que la probeta: N° 1 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 240.83 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 86.01% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 247.17 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 88.27% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 240.21 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 85.78% de resistencia adquirida; y N° 4 que tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 241.74 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 86.33 % de resistencia adquirida ; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 86.60%.

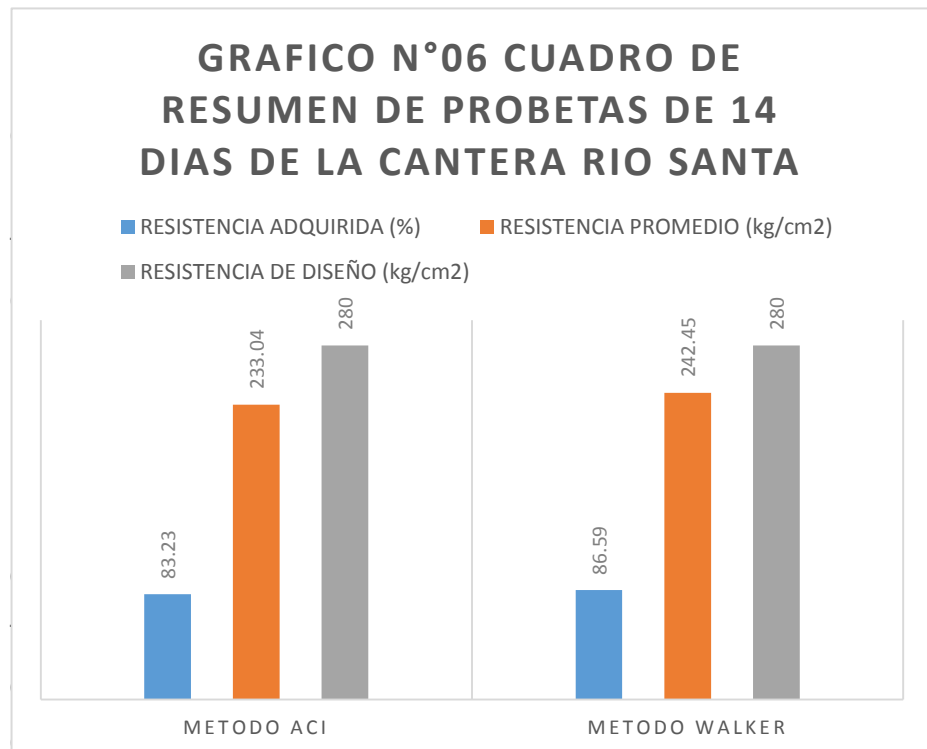
**GRAFICO N° 05: RESUMEN DE PROBETAS A LOS 14 DIAS DE  
LA CANTERA DULONG METODO ACI Y WALKER**



colos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el grafico N° 05 se aprecia el resumen de las probetas al periodo de 14 días del material que se utilizó en la mezcla como agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong; teniendo en la segunda fila del método del ACI con un 90.23% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 252.64 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280 kg/cm<sup>2</sup>, en la tercera fila observamos el método de Walker con un 80.13 % de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 224.36 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280 kg/cm<sup>2</sup>.

**GRAFICO N° 06: RESUMEN DE PROBESTAS A LOS 14 DIAS DE LA CANTERA RIO SANTA METODO ACI Y WALKER**



olos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el grafico N° 06 se aprecia el resumen de las probetas al periodo de 14 días del material que se utilizó en la mezcla como agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa; teniendo en la segunda fila del método del ACI con un 83.23% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 233.04 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280 kg/cm<sup>2</sup>, en la tercera fila observamos el método de Walker con un 86.59 % de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 242.45 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.2.3. Resultados de las roturas de probetas a compresión a los Veinte ocho días.

Se presentan los resultados en el ensayo a la compresión a la edad de 28 días para ello se prepararon 4 probetas; con los siguientes resultados:

**TABLA N° 11 PROBETAS DEL METODO DEL ACI A LOS VEINTE OCHO DIAS CANTERA DULONG**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	287.06	102.52	101.54
2	3" - 4"	279.76	99.91	
3	3" - 4"	285.65	102.01	
4	3" - 4"	284.86	101.73	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la tabla N° 11 probetas del método del ACI a los 28 días del material de agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong donde se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 287.06 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 102.52% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia 279.76kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 99.91% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 285.65 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 102.01% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 284.86 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 101.73%.; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 101.54%.

**TABLA N° 12 PROBETAS DEL METODO DEL ACI A LOS  
VEINTE OCHO DIAS DE AGREGADO GRUESO DE CANTO  
RODADO DE CANTERA DE RIO SANTA.**

F u e N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	281.07	100.38	100.07
2	3" - 4"	279.26	99.73	
3	3" - 4"	279.54	99.83	
4	3" - 4"	281.01	100.36	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la tabla N° 12 probetas del método del ACI a los 28 días del material de agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa donde se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 281.07 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 100.38% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia 279.26kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 99.73% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 279.54 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 99.83% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 281.01 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 100.36%.; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 100.07%.

**TABLA N° 13: PROBETAS DEL METODO WALKER A LOS VEINTE OCHO DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA DE LA CANTERA DULONG.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	253.11	90.40	89.43
2	3" - 4"	245.81	87.79	
3	3" - 4"	251.70	89.89	
4	3" - 4"	251.02	89.65	

: Protocolos de ensayo del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la tabla N° 13 probetas del método del WALKER a los 28 días del material de agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong donde se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 253.11 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 90.40% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia 245.81kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 87.79% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 251.70 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 89.89% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 251.02 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 89.65%.; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 89.43%.



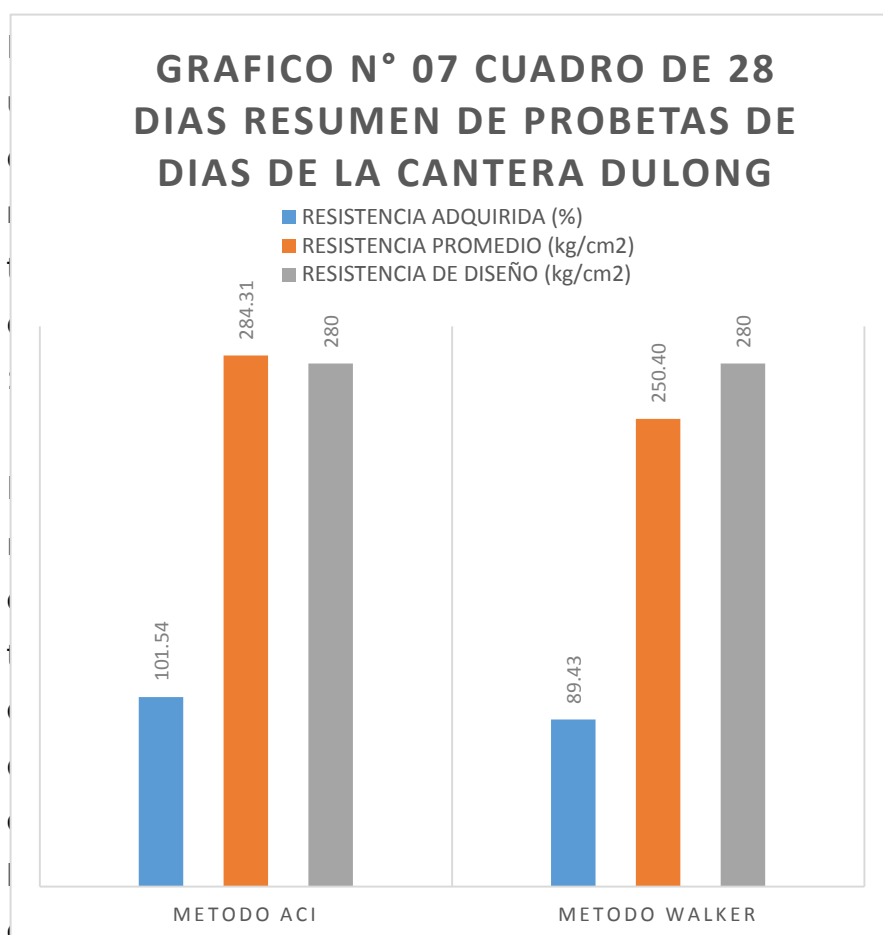
**TABLA N° 14: PROBETAS DEL METODO WALKER A LOS VEINTE OCHO DIAS DE AGREGADO GRUESO CANTO RODADO DE LA CANTERA RIO SANTA.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	281.46	102.52	100.68
2	3" - 4"	279.65	99.87	
3	3" - 4"	279.43	99.79	
4	3" - 4"	281.58	100.56	

: Protocolos de ensayo del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la tabla N° 14 probetas del método del WALKER a los 28 días del material de agregado grueso (canto rodado) de la cantera de Rio Santa donde se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 281.46 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 102.52% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia 279.65kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 99.87% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 279.43 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 99.79% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 4" alcanzando una resistencia de 281.58 kg/cm<sup>2</sup> la cual registro un 100.56%.; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 100.68%.

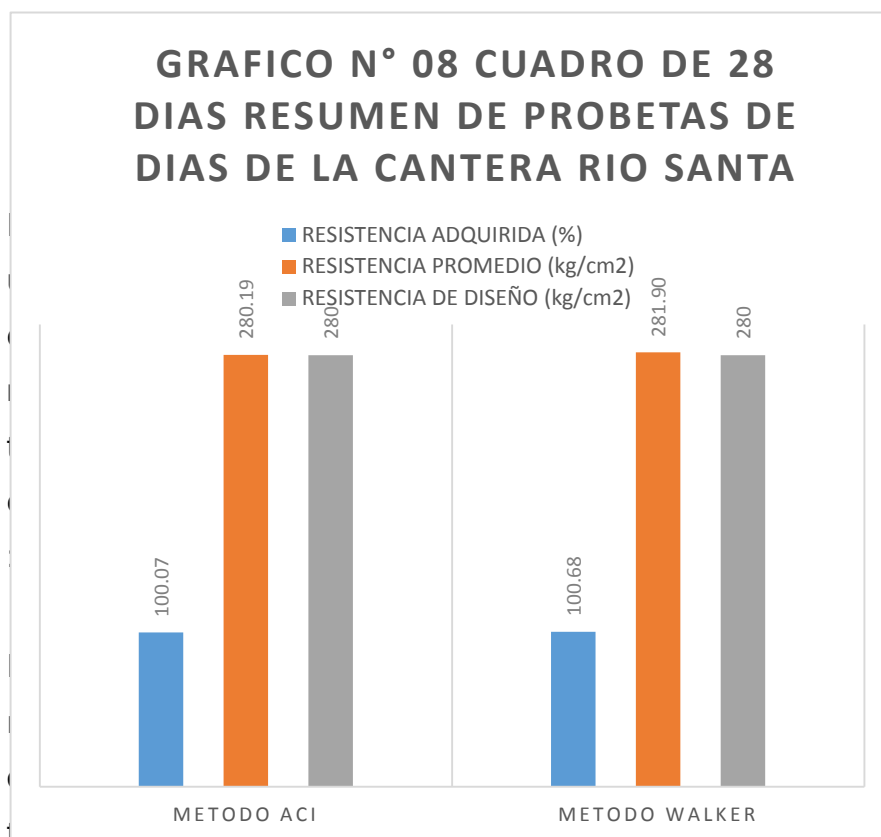
**GRAFICO N° 07: RESUMEN DE PROBESTAS A LOS 28 DIAS DE LA CANTERA DULONG.**



s de ensayo del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el grafico N° 07 se aprecia el resumen de las probetas al periodo de 28 días del material que se utilizó en la mezcla como agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong; teniendo en la segunda fila del método del ACI con un 101.54% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 284.31 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280 kg/cm<sup>2</sup>, en la tercera fila observamos el método de Walker con un 89.43 % de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 250.40 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280 kg/cm<sup>2</sup>.

**GRAFICO N° 08: RESUMEN DE PROBETAS A LOS 28 DIAS DE LA CANTERA RIO SANTA.**



ocolos de ensayo del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el grafico N° 08 se aprecia el resumen de las probetas al periodo de 28 días del material que se utilizó en la mezcla como agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa; teniendo en la segunda fila del método del ACI con un 100.07% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 280.19kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280 kg/cm<sup>2</sup> , en la tercera fila observamos el método de Walker con un 100.68 % de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 281.90 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280 kg/cm<sup>2</sup>.

**3.3. Determinación de la resistencia a la tracción de un concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> de agregados piedra chancada y canto rodado con los métodos ACI y WALKER**

**3.3.1. Resultados de la rotura de probetas a tracción a los siete días.**

**TABLA N° 15: PROBETAS DEL METODO DEL ACI A LOS 7 DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA CANTERA DULONG.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	116.78	41.71	44.22
2	3" - 4"	127.50	45.54	
3	3" - 4"	124.20	44.36	
4	3" - 4"	126.80	45.29	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 15 realizadas utilizando el método ACI elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong en el periodo de 7 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 116.78 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 41.71% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 127.50 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 45.54% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 124.20 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 44.36% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 126.80 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 45.29% de

resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 44.22%.

**TABLA N° 16: PROBETAS DEL METODO DE ACI A LOS 7 DIAS DE AGREGADO GRUESO CANTO RODADO DE LA CANTERA RIO SANTA.**

F U e	N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
e	1	3" - 4"	116.78	41.71	42.03
n	2	3" - 4"	118.76	42.41	
t	3	3" - 4"	121.00	43.21	
e	4	3" - 4"	114.20	40.79	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 16 realizadas utilizando el método Walker elaborado con agregado grueso (canto rodado ) de la cantera Rio Santa en el periodo de 7 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 116.78 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 41.71% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 118.76 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 42.41% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 121.00 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 43.21% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 114.20 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 40.79% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 42.03%.

**TABLA N° 17: PROBETAS DEL METODO DEL WALKER A**

O N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	53 86.7	30.96	31.21
2	3" - 4"	87.20	31.14	
3	3" - 4"	88.10	31.46	
4	3" - 4"	87.60	31.29	

**S 7 DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA CANTERA DULONG.**

Fuente: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 17 realizadas utilizando el método de WALKER elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong en el periodo de 7 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 86.70 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 30.96% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 87.20 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 31.14% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 88.10 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 31.46% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 87.60 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 31.29% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 31.21%.

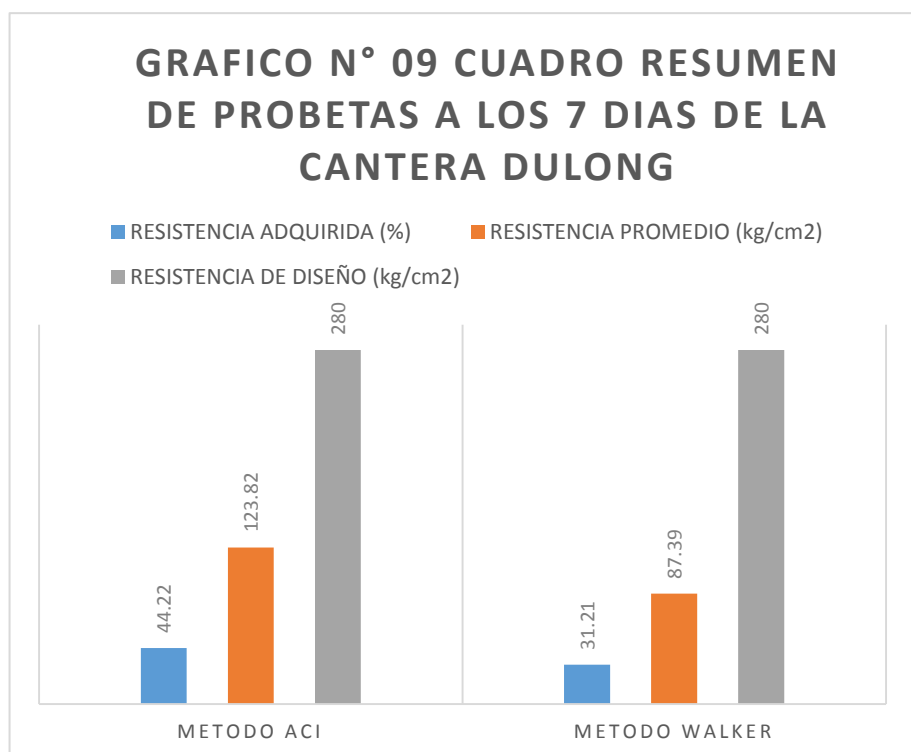
**TABLA N° 18: PROBETAS DEL METODO DE WALKER A LOS 7 DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA DE CANTO RODADO DE LA CANTERA RIO SANTA.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	86.78	30.99	30.78
2	3" - 4"	81.40	29.07	
3	3" - 4"	87.20	31.14	
4	3" - 4"	89.30	31.89	

Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 18 realizadas utilizando el método de WALKER elaborado con agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa en el periodo de 7 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3” a 4” alcanzando una resistencia de 86.78 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 30.99% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3” a 4” alcanzando una resistencia de 81.40 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 29.07% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3” a 4” alcanzando una resistencia de 87.20 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 31.14% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3” a 4” alcanzando una resistencia de 89.30 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 31.89% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 30.78%.

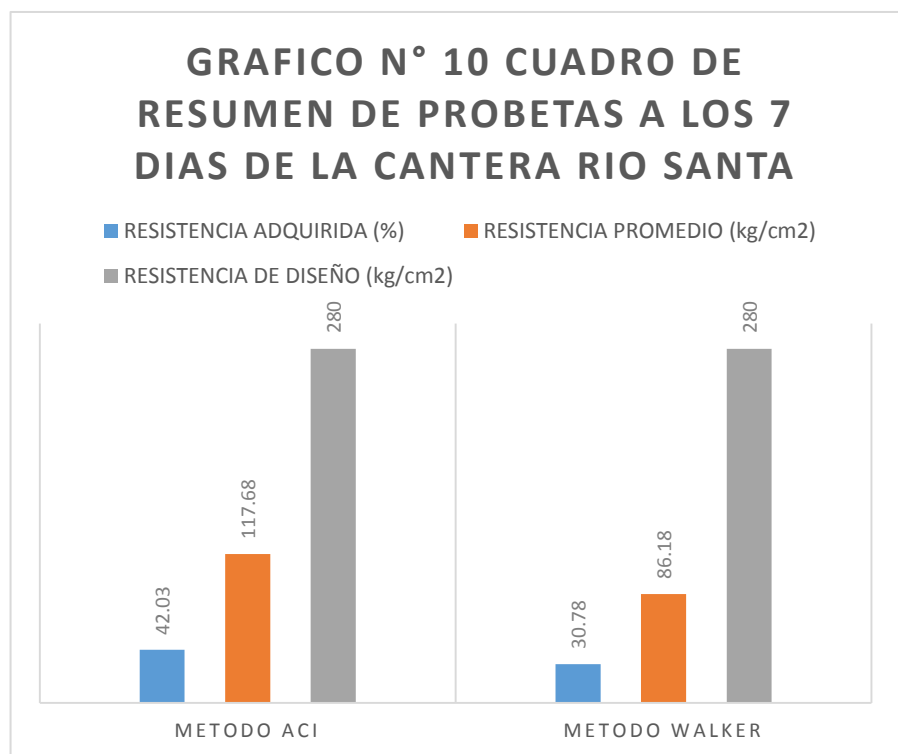
**GRAFICO N° 09: RESUMEN DE PROBETAS A LOS 7 DIAS DE LA CANTERA DULONG.**



Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el grafico N° 09 se puede apreciar el resumen de las probetas a los 7 días elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong, elaborado con el método ACI teniendo, en la segunda fila un 44.22% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio 123.82 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup> en la tercera fila tenemos el método de Walker con un 31.21% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 87.39 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup>.

**GRAFICO N° 10: RESUMEN DE PROBETAS A LOS 7 DIAS DE LA CANTERA RIO SANTA.**



Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.



De el del grafico N° 10 se puede apreciar el resumen de las probetas a los 7 días elaborado con agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa, elaborado con el método ACI teniendo, en la segunda fila un 42.03% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio 117.68 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup> en la tercera fila tenemos el método de Walker con un 30.78% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 86.18 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3.2. Resultados de la rotura de probetas a tracción a los catorce días.

**TABLA N° 19: PROBETAS DEL METODO DEL ACI A LOS 14 DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA CANTERA DULONG.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	146.00	52.14	50.90
2	3" - 4"	142.75	50.98	
3	3" - 4"	140.30	50.11	
4	3" - 4"	141.07	50.38	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 19 realizadas utilizando el método ACI elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong en el periodo de 14 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una

resistencia de 146.00 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 52.14% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 142.75kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 50.98% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 140.30 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 50.11% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 141.07 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 50.38% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 50.90%.

**TABLA N° 20: PROBETAS DEL METODO DE ACI A LOS 14 DIAS DE AGREGADO CANTO RODADO DE LA CANTERA RIO SANTA.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	137.90	49.25	49.25
2	3" - 4"	135.60	48.43	
3	3" - 4"	136.98	48.92	
4	3" - 4"	141.07	50.38	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 20 realizadas utilizando el método de ACI elaborado con agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa en el periodo de 14 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 137.90 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 49.25% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 135.60 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 48.43% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un

asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 136.98 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 48.92% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 141.07 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 50.38% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 49.25%.

**TABLA N° 21: PROBETAS DEL METODO DE WALKER A LOS 14 DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA DE LA CANTERA DULONG.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	92.40	33.00	33.30
2	3" - 4"	93.20	33.29	
3	3" - 4"	94.00	33.57	
4	3" - 4"	93.40	33.36	

Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 21 realizadas utilizando el método WALKER elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong en el periodo de 14 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 92.40 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 33.00% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 93.20kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 33.29% de resistencia adquirida: N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 94.00 kg/cm<sup>2</sup> la cual

registra un 33.57% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 93.40 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 33.36% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 33.30%.

**TABLA N° 22: PROBETAS DEL METODO DE WALKER A LOS 14 DIAS DE AGREGADO CANTO RODADO DE LA CANTERA RIO SANTA.**

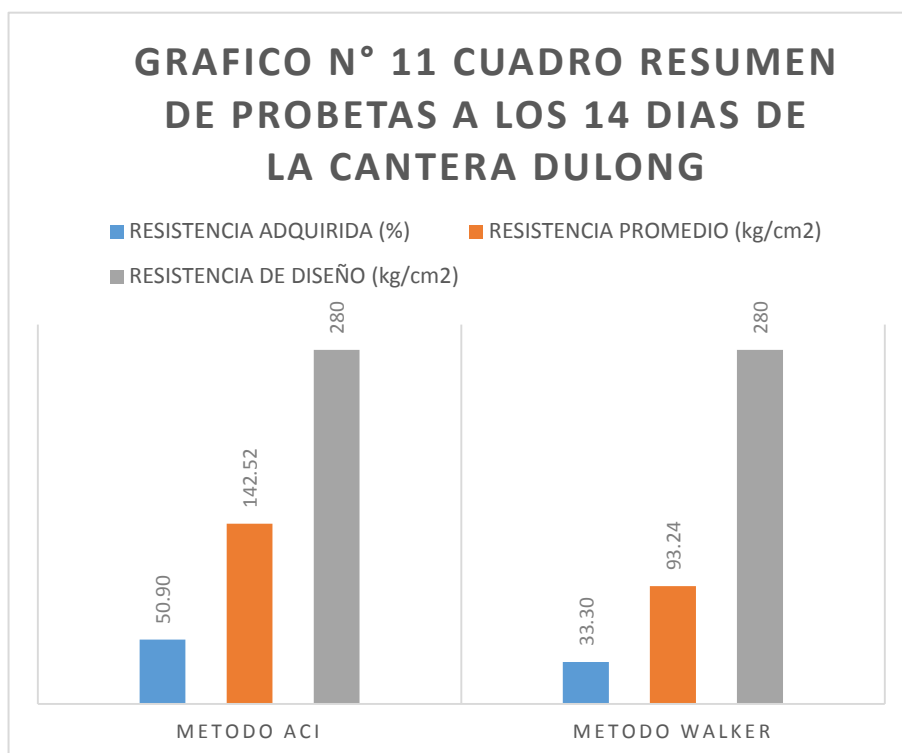
N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	107.85	38.52	38.30
2	3" - 4"	104.90	37.46	
3	3" - 4"	106.80	38.14	
4	3" - 4"	109.40	39.07	

Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 22 realizadas utilizando el método de WALKER elaborado con agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa en el periodo de 14 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 107.85kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 38.52% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 104.90 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 37.46% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 106.80 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 38.14% de resistencia adquirida; y

N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 109.40kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 50.38% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 38.30%.

**GRAFICO N° 11: RESUMEN DE PROBETAS A LOS 14 DIAS DE LA CANTERA DULONG.**



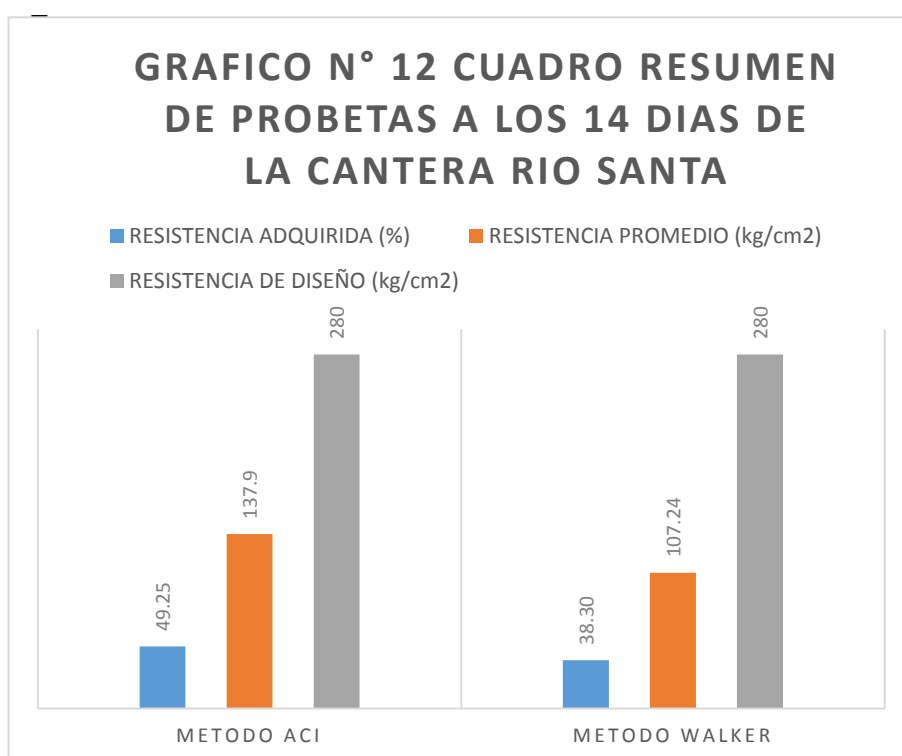
O

colos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el N° 11 se puede apreciar el resumen de las probetas a los 14 días elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong, elaborado con el método ACI teniendo,

en la segunda fila un 50.90% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio  $142.52 \text{ kg/cm}^2$  de una resistencia general de  $280 \text{ kg/cm}^2$  en la tercera fila tenemos el método de Walker con un 33.30% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de  $93.24 \text{ kg/cm}^2$  de una resistencia general de  $280 \text{ kg/cm}^2$ .

**GRAFICO N° 12: RESUMEN DE PROBETAS A LOS 14 DIAS DEL RIO SANTA.**



olos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el grafico N° 12 se puede apreciar el resumen de las probetas a los 14 días elaborado con agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa, elaborado con el método ACI teniendo, en la segunda fila un 49.25% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio  $137.90 \text{ kg/cm}^2$  de una resistencia general de  $280 \text{ kg/cm}^2$  en la tercera fila

tenemos el método de Walker con un 38.30% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 107.24 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3.3. Resultados de la rotura de probetas a tracción a los veinte ocho días.

**TABLA N° 23: PROBETAS DEL METODO ACI A LOS 28 DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA DE LA CANTERA DULONG.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	192.40	68.71	69.22
2	3" - 4"	197.10	70.39	
3	3" - 4"	189.40	67.64	
4	3" - 4"	196.40	70.14	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 23 realizadas utilizando el método ACI elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong en el periodo de 28 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 192.40 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 68.71% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 197.10/cm<sup>2</sup> la cual registra un 70.39% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 189.40 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 67.64% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene

un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 196.40 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 70.14% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 69.22%.

**TABLA N° 24: PROBETAS DEL METODO ACI A LOS 28 DIAS DE AGREGADO GRUESO CANTO RODADO RIO SANTA.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	161.50	57.68	57.34
2	3" - 4"	159.66	57.02	
3	3" - 4"	158.60	56.64	
4	3" - 4"	162.45	58.02	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 24 realizadas utilizando el método de ACI elaborado con agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa en el periodo de 28 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 161.50kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 57.68% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 159.66kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 57.02% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 158.60 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 56.04% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 162.45kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 58.02% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 57.34%.



**TABLA N° 25: PROBETAS DEL METODO WALKER A LOS 28 DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA DE LA CANTERA DULONG.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	103.40	36.93	36.45
2	3" - 4"	101.20	36.14	
3	3" - 4"	99.40	35.50	
4	3" - 4"	104.20	37.21	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 25 realizadas utilizando el método WALKER elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong en el periodo de 28 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 103.40 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 36.93% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 101.20/cm<sup>2</sup> la cual registra un 36.14% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 99.40 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 35.50% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 104.20 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 37.21% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 36.45%.

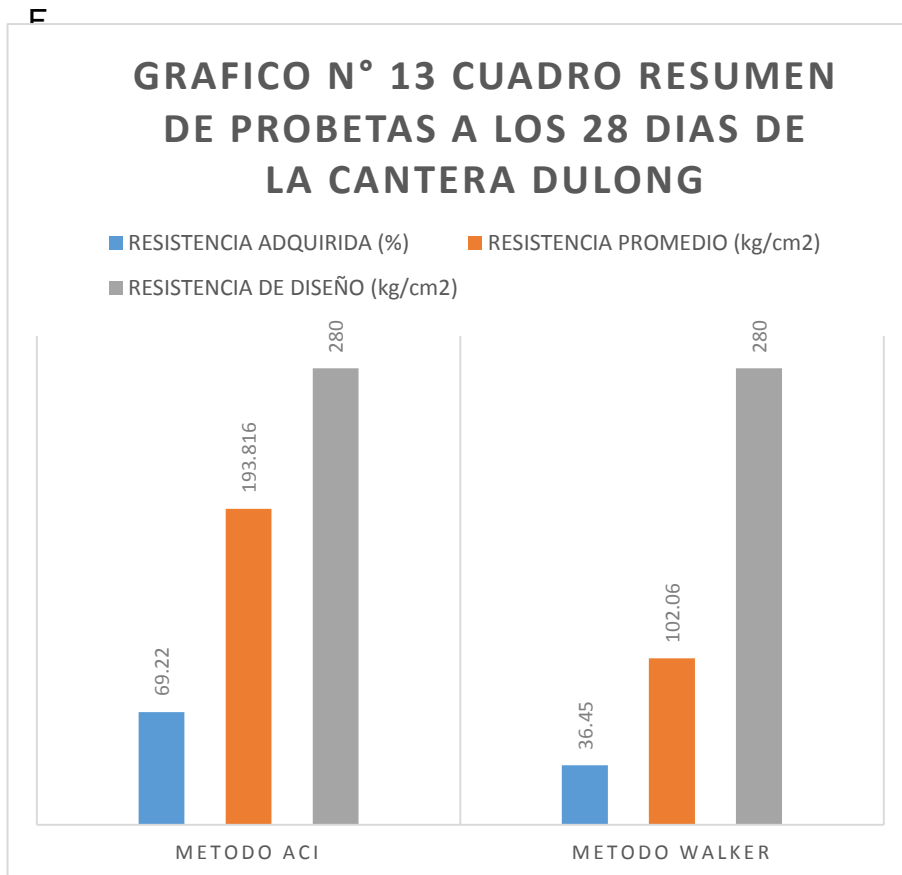
**TABLA N° 26: PROBETAS DEL METODO WALKER A LOS 28 DIAS DE AGREGADO GRUESO CANTO RODADO DE LA CANTERA RIO SANTA.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	127.90	45.68	46.13
2	3" - 4"	129.60	46.29	
3	3" - 4"	131.00	46.79	
4	3" - 4"	128.20	45.79	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 26 realizadas utilizando el método WALKER elaborado con agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa en el periodo de 28 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 127.90 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 45.68% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 129.60/cm<sup>2</sup> la cual registra un 46.29% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 131.00 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 46.79% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 128.20 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 45.79% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 46.13%.

**GRAFICO N° 13: RESUMEN DE PROBETAS A LOS 28 DIAS DE LA CANTERA DULONG.**

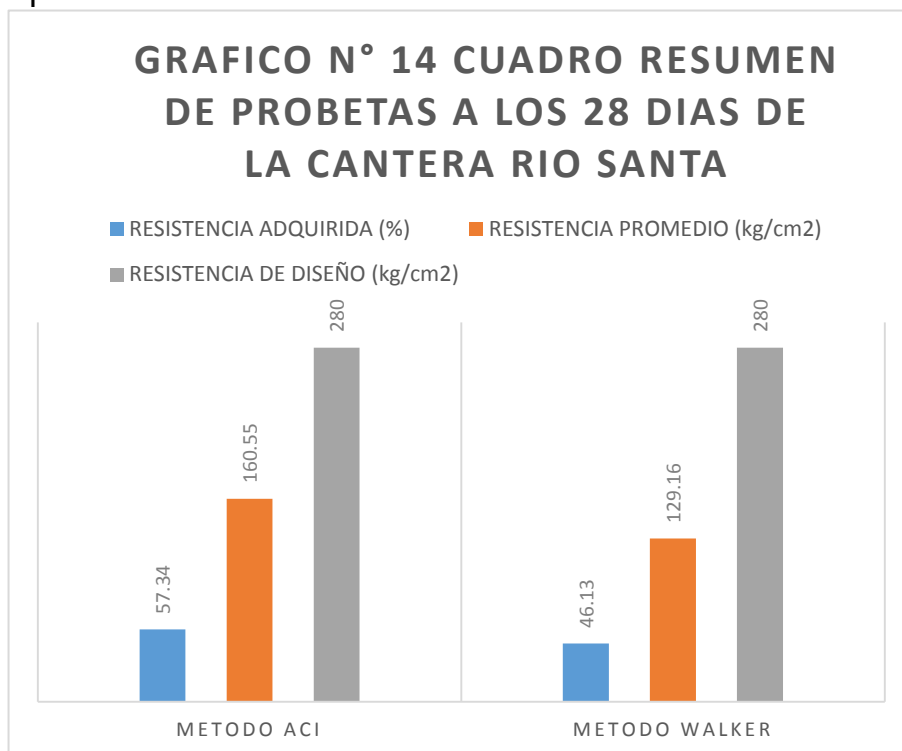


os de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el grafico N° 13 se puede apreciar el resumen de las probetas a los 28 días elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong, elaborado con el método ACI teniendo, en la segunda fila un 69.22% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio 193.82 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup> en la tercera fila tenemos el método de Walker con un 36.45% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 102.06 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup>.

**GRAFICO N° 14: RESUMEN DE PROBETAS A LOS 28 DIAS DEL RIO SANTA.**

F



O

los de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el grafico N° 14 se puede apreciar el resumen de las probetas a los 28 días elaborado con agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa, elaborado con el método ACI teniendo, en la segunda fila un 57.34% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio 160.55 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup> en la tercera fila tenemos el método de Walker con un 46.13% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 129.16 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup>.

**3.4. Determinación de la resistencia a la flexión de un concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> de agregados piedra chancada y canto rodado con los métodos ACI y WALKER**

**3.4.1. Resultados de la rotura de probetas a Flexión a los siete días.**

**TABLA N° 27: PROBETAS DEL METODO DEL ACI A LOS 7 DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA CANTERA DULONG.**

F u N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
e 1	3" - 4"	16.75	5.98	6.12
n 2	3" - 4"	17.80	6.36	
t 3	3" - 4"	16.80	6.00	
e 4	3" - 4"	17.20	6.14	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 27 realizadas utilizando el método ACI elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong en el periodo de 7 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 16.75kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 5.98% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 17.80kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 6.36% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 16.80 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 6.00% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 17.20 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 6.14% de resistencia adquirida;

teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 6.12%.

**TABLA N° 28: PROBETAS DEL METODO DE ACI A LOS 7 DIAS DE AGREGADO GRUESO CANTO RODADO DE LA CANTERA RIO SANTA.**

F u e n t e	N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
	1	3" - 4"	19.80	7.07	7.39
	2	3" - 4"	21.00	7.50	
	3	3" - 4"	20.00	7.14	
	4	3" - 4"	22.00	7.86	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 28 realizadas utilizando el método Walker elaborado con agregado grueso (canto rodado ) de la cantera Rio Santa en el periodo de 7 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 19.80kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 7.07% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 21.00 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 7.50% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 20.00kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 7.14% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 22.00 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 7.86% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 7.39%.

**TABLA N° 29: PROBETAS DEL METODO WALKER A LOS 7 DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA DE LA CANTERA DULONG.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	26.75	9.55	9.68
2	3" - 4"	27.90	9.96	
3	3" - 4"	26.40	9.43	
4	3" - 4"	27.40	9.79	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 29 realizadas utilizando el método WALKER elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong en el periodo de 7 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 27.80kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 9.93% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 27.90/cm<sup>2</sup> la cual registra un 9.96% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 26.40kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 9.43% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 27.40 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 9.79% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 9.78%.

**TABLA N° 30: PROBETAS DEL METODO WALKER A LOS 7 DIAS DE AGREGADO GRUESO CANTO RODADO DE LA CANTERA RIO SANTA.**

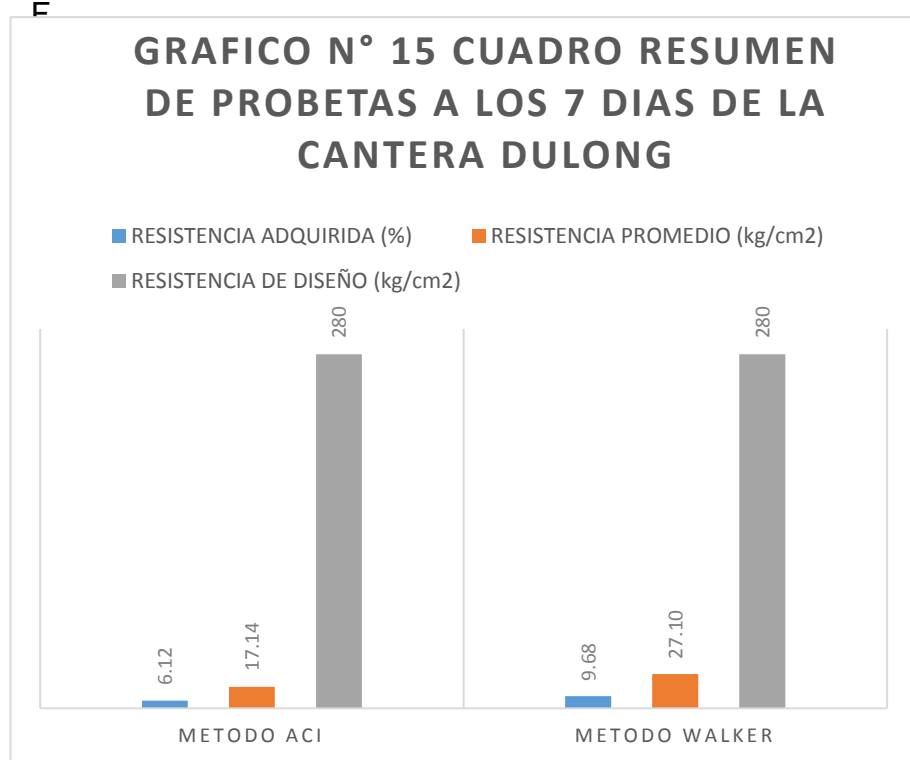
U N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	27.70	9.89	9.78
2	3" - 4"	28.20	10.07	
3	3" - 4"	26.50	9.46	
4	3" - 4"	27.10	9.68	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 30 realizadas utilizando el método WALKER elaborado con agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa en el periodo de 7 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 27.70kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 9.89% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 28.20/cm<sup>2</sup> la cual registra un 10.07% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 26.50 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 9.46% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 27.10 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 9.68% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 9.78%.



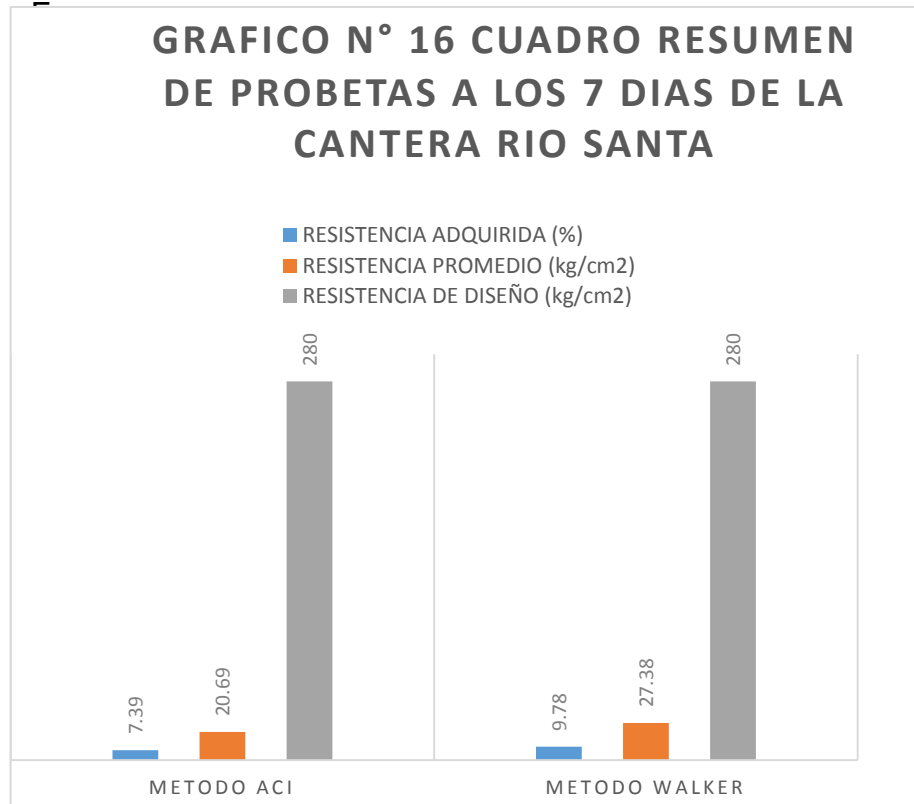
**GRAFICO N° 15: RESUMEN DE PROBETAS A LOS 7 DIAS DE LA CANTERA DULONG.**



olos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el grafico N° 15 se puede apreciar el resumen de las probetas a los 7 días elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Rio Santa, elaborado con el método ACI teniendo, en la segunda fila un 6.12% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio 17.14 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup> en la tercera fila tenemos el método de Walker con un 9.78% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 27.10 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup>.

**GRAFICO N° 16: RESUMEN DE PROBETAS A LOS 7 DIAS DEL RIO SANTA.**



los de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el grafico N° 16 se puede apreciar el resumen de las probetas a los 7 días elaborado con agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa, elaborado con el método ACI teniendo, en la segunda fila un 9.68% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio 27.10 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup> en la tercera fila tenemos el método de Walker con un 9.78% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 27.38 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup>.

**3.4.2. Resultados de la rotura de probetas a Flexión a los catorce días.**

**TABLA N° 31: PROBETAS DEL METODO DEL ACI A LOS 14 DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA CANTERA DULONG.**

F u e n t e	N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
	1	3" - 4"	20.10	7.18	7.30
	2	3" - 4"	19.80	7.07	
	3	3" - 4"	21.00	7.50	
	4	3" - 4"	20.90	7.46	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 31 realizadas utilizando el método ACI elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong en el periodo de 14 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 20.10kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 7.18% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 19.80kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 7.07% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 21.00 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 7.50% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 20.90 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 7.46% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 7.30%.

**TABLA N° 32: PROBETAS DEL METODO DE ACI A LOS 14 DIAS DE AGREGADO GRUESO CANTO RODADO DE LA CANTERA RIO SANTA.**

F u e n t e	N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1		3" - 4"	24.00	8.57	8.44
2		3" - 4"	25.00	8.93	
3		3" - 4"	23.00	8.21	
4		3" - 4"	22.50	8.04	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 32 realizadas utilizando el método Walker elaborado con agregado grueso (canto rodado ) de la cantera Rio Santa en el periodo de 14 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 24.00kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 8.57% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 25.00 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 8.93% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 23.00kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 8.21% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 22.50 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 8.04% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 8.44%.

**TABLA N° 33: PROBETAS DEL METODO WALKER A LOS 14 DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA DE LA CANTERA DULONG.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	29.40	10.50	10.50
2	3" - 4"	29.85	10.66	
3	3" - 4"	28.80	10.29	
4	3" - 4"	29.60	10.57	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 33 realizadas utilizando el método WALKER elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong en el periodo de 14 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 29.40/cm<sup>2</sup> la cual registra un 10.50% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 29.85/cm<sup>2</sup> la cual registra un 10.66% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 28.80kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 10.29% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 29.60 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 10.57% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 10.50%.

**TABLA N° 34: PROBETAS DEL METODO WALKER A LOS 14 DIAS DE AGREGADO GRUESO CANTO RODADO DE LA CANTERA RIO SANTA.**

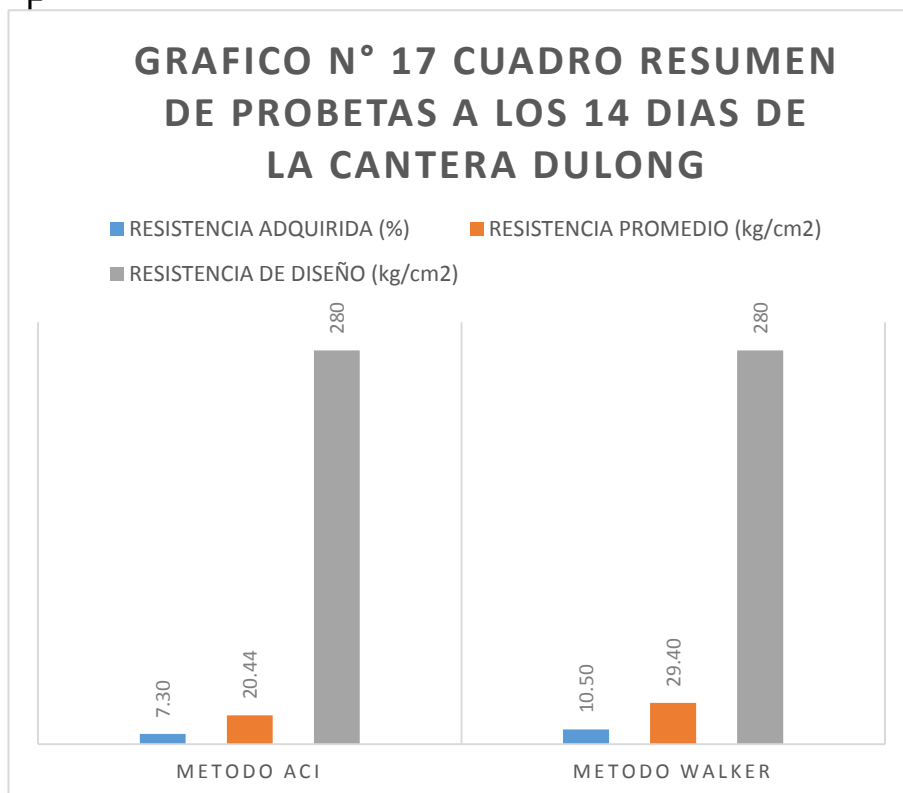
N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	33.00	11.79	12.06
2	3" - 4"	36.00	12.86	
3	3" - 4"	34.50	12.32	
4	3" - 4"	31.60	11.29	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 34 realizadas utilizando el método WALKER elaborado con agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa en el periodo de 14 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 33.00kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 11.79% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 36.00kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 12.86% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 34.50 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 12.32% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 31.60 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 11.29% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 12.06%.

### GRAFICO N° 17: RESUMEN DE PROBETAS A LOS 14 DIAS DE LA CANTERA DULONG.

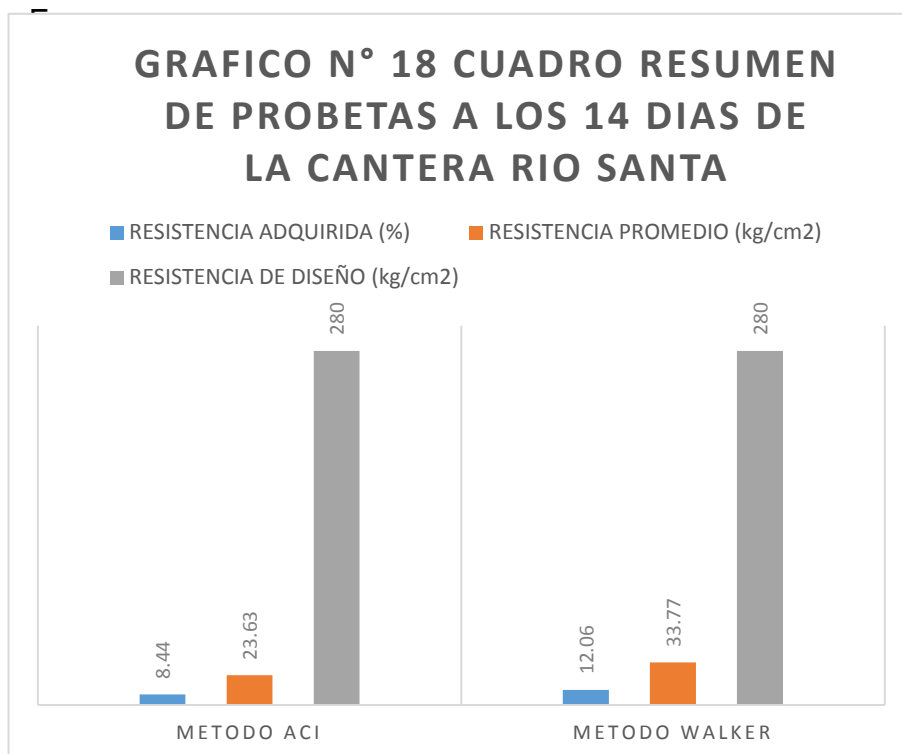
F



los de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el grafico N° 17 se puede apreciar el resumen de las probetas a los 14 días elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong, elaborado con el método ACI teniendo, en la segunda fila un 7.30% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio 20.44 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup> en la tercera fila tenemos el método de Walker con un 10.50% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 29.40kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup>.

### GRAFICO N° 18: RESUMEN DE PROBETAS A LOS 14 DIAS DEL RIO SANTA.



ulos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el grafico N° 18 se puede apreciar el resumen de las probetas a los 14 días elaborado con agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa, elaborado con el método ACI teniendo, en la segunda fila un 8.44% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio 23.63 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup> en la tercera fila tenemos el método de Walker con un 12.06% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 33.77 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup>.



**3.4.3. Resultados de la rotura de probetas a Flexión a los veinte ocho días.**

**TABLA N° 35: PROBETAS DEL METODO DEL ACI A LOS 28 DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA CANTERA DULONG.**

F u e n t e	N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1		3" - 4"	25.80	9.21	9.27
2		3" - 4"	25.20	9.00	
3		3" - 4"	26.00	9.29	
4		3" - 4"	26.80	9.57	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 35 realizadas utilizando el método ACI elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong en el periodo de 28 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 25.80kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 9.21% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 25.20kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 9.00% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 26.00 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 9.29% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 26.80 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 9.57% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 9.27%.

**TABLA N° 36: PROBETAS DEL METODO DE ACI A LOS 28 DIAS DE AGREGADO GRUESO CANTO RODADO DE LA CANTERA RIO SANTA.**

F u e n t e	N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1		3" - 4"	27.80	9.93	10.02
2		3" - 4"	27.00	9.64	
3		3" - 4"	28.00	10.00	
4		3" - 4"	29.40	10.50	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 36 realizadas utilizando el método Walker elaborado con agregado grueso (canto rodado ) de la cantera Rio Santa en el periodo de 28 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 27.80kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 9.93% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 27.00 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 9.64% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 28.00kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 10.00% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 29.40 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 10.50% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 10.02%.

**TABLA N° 37: PROBETAS DEL METODO WALKER A LOS 28 DIAS DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA DE LA CANTERA DULONG.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	31.20	11.14	11.19
2	3" - 4"	31.80	11.36	
3	3" - 4"	30.90	11.04	
4	3" - 4"	31.40	11.21	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 37 realizadas utilizando el método WALKER elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong en el periodo de 28 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 31.20kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 11.14% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 31.38kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 11.36% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 30.90kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 11.04% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 31.40 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 11.21% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 11.19%.

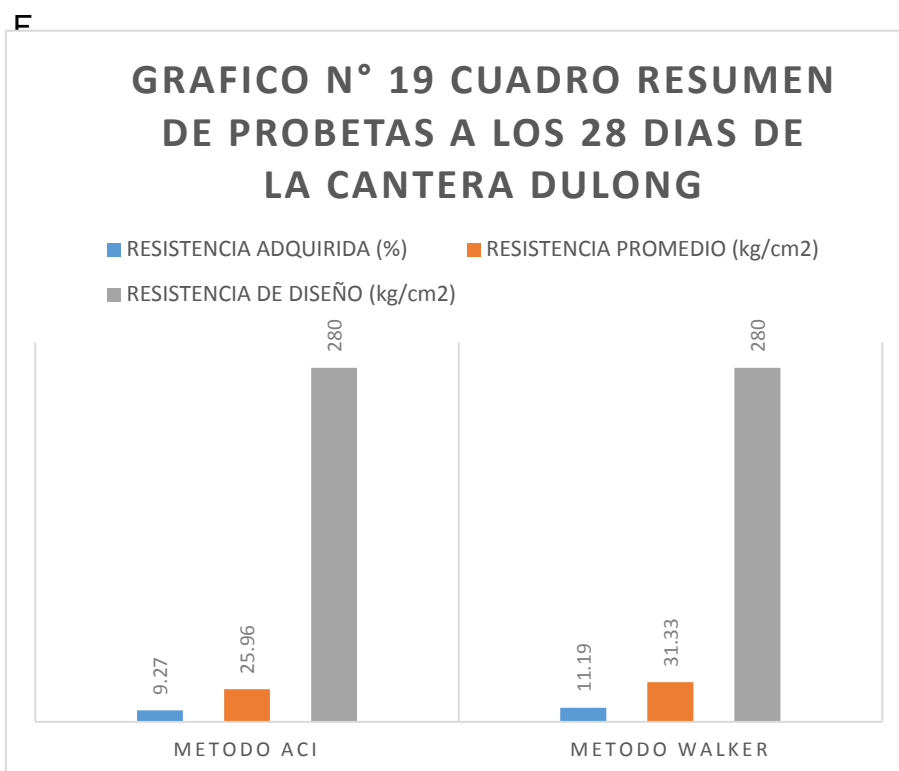
**TABLA N° 38: PROBETAS DEL METODO WALKER A LOS 28 DIAS DE AGREGADO GRUESO CANTO RODADO DE LA CANTERA RIO SANTA.**

N°	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)	PROMEDIO (%)
1	3" - 4"	37.00	13.21	13.13
2	3" - 4"	36.80	13.14	
3	3" - 4"	35.80	12.79	
4	3" - 4"	37.40	13.36	

: Protocolos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De la presente tabla N° 38 realizadas utilizando el método WALKER elaborado con agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa en el periodo de 28 días se muestra que la probeta N° 1 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 37.00kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 13.21% de resistencia adquirida; N° 2 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 36.80kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 13.14% de resistencia adquirida; N° 3 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 35.80 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 12.79% de resistencia adquirida; y N° 4 tiene un asentamiento de 3" a 4" alcanzando una resistencia de 37.40 kg/cm<sup>2</sup> la cual registra un 13.36% de resistencia adquirida; teniendo un promedio general de las cuatro probetas de 13.13%.

**GRAFICO N° 19: RESUMEN DE PROBETAS A LOS 28 DIAS DE LA CANTERA DULONG.**

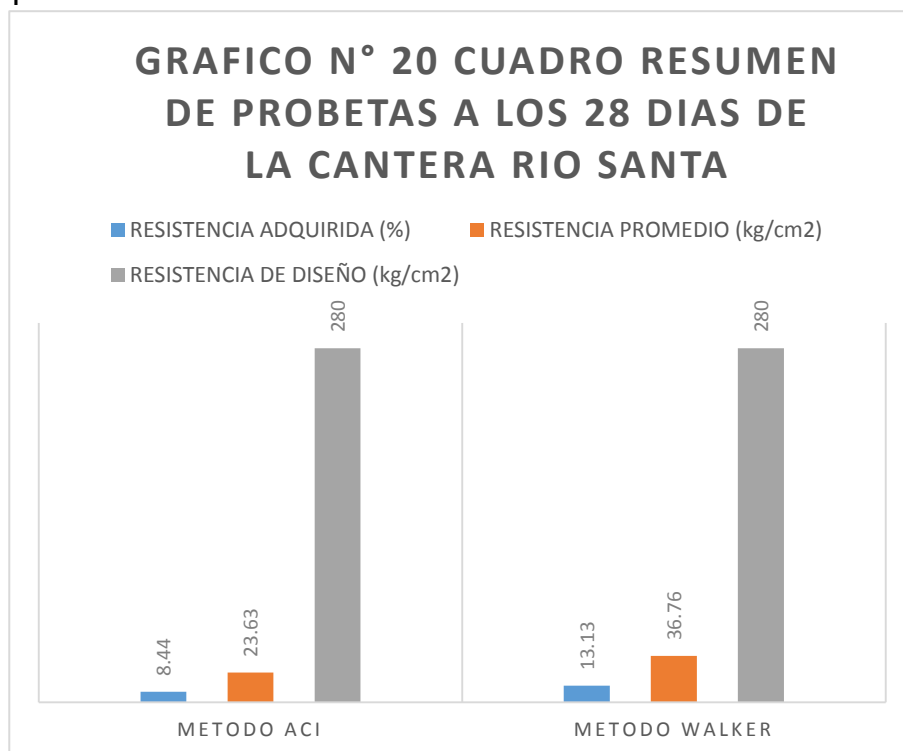


datos de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el grafico N° 19 se puede apreciar el resumen de las probetas a los 28 días elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Dulong, elaborado con el método ACI teniendo, en la segunda fila un 7.30% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio 20.44 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup> en la tercera fila tenemos el método de Walker con un 12.92% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 36.18 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup>.

**GRAFICO N° 20: RESUMEN DE PROBETAS A LOS 28 DIAS DEL RIO SANTA.**

F



O

los de ensayos del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

De el grafico N° 20 se puede apreciar el resumen de las probetas a los 28 días elaborado con agregado grueso (canto rodado) de la cantera Rio Santa, elaborado con el método ACI teniendo, en la segunda fila un 8.44% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio 23.63 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup> en la tercera fila tenemos el método de Walker con un 13.13% de resistencia adquirida registrando una resistencia promedio de 36.76 kg/cm<sup>2</sup> de una resistencia general de 280kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.5. Comparación general de ensayos de las propiedades mecánicas del concreto.

Una vez realizado los ensayos de Compresión, Tracción y Flexión las cuales son las propiedades mecánicas del concreto de  $F'c= 280\text{kg/cm}^2$ ; estas serán presentadas en los siguientes cuadros y gráficos comparativos generales que se muestran:

#### 3.5.1. Comparación general con el método de diseño ACI

**TABLA 39: cuadro comparativo con el método de diseño ACI**

	METODO DE DISEÑO ACI						
	RESISTENCIA	PIEDRA CHANCADA			CANTO RODADO		
		7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
COMPRESIÓN	182.53	252.64	284.31	185.02	233.04	280.19	
TRACCIÓN	123.82	142.52	193.81	117.68	137.9	160.55	
FLEXIÓN	17.14	20.44	25.96	27.10	23.63	23.63	

Elaboración propia

Se puede apreciar de la Tabla N° 39 los valores obtenidos de los ensayos realizados en los periodos de 7, 14, 28 días con el agregado grueso piedra chancada utilizando el método ACI, por lo cual se observa que en el ensayo a compresión a los 7 días presenta un porcentaje  $182.53\text{ kg/cm}^2$  y en el periodo de 14 días presenta una resistencia  $252.64\text{ kg/cm}^2$  se aprecia que en el periodo de 28 días tiene un porcentaje de  $284.31\text{ kg/cm}^2$ . Con el agregado grueso canto rodado en el periodo de los 7 días presenta un porcentaje  $185.02\text{kg/cm}^2$ ; en el periodo a los 14 días presenta un porcentaje de  $233.04\text{kg/cm}^2$  y en el periodo de 28 días presenta un porcentaje  $280.19\text{ kg/cm}^2$ .

En el ensayo a tracción en el periodo de 7 días con el método ACI el agregado grueso de piedra chancada presenta 123.82 kg/cm<sup>2</sup> ; en el periodo de 14 días presenta un porcentaje 142.52 kg/cm<sup>2</sup> y luego se presenta en el periodo de 28 días 193.81 kg/cm<sup>2</sup> ; en consiguiente se presenta el agregado grueso de canto rodado en el periodo de 7 días la cual presenta una resistencia de 117.68 kg/cm<sup>2</sup> ; en el periodo de 14 días presenta 137.90 kg/cm<sup>2</sup> y en el periodo de 28 días presenta una resistencia a la tracción de 160.55 kg/cm<sup>2</sup> .

En los ensayos a flexión con el método ACI utilizando el agregado grueso piedra chancada en el periodo de 7 días presenta un porcentaje de resistencia 17.14 kg/cm<sup>2</sup> así mismo en el periodo de 14 días presenta una resistencia de 20.44 kg/cm<sup>2</sup> y en el periodo de 28 días presenta un porcentaje de 25.96 kg/cm<sup>2</sup> y con el agregado grueso de canto rodado en el periodo de los 7 días 27.10 kg/cm<sup>2</sup> ; en el periodo de 14 días presenta una resistencia 23.63 kg/cm<sup>2</sup> y en el periodo de 28 días con el método del ACI presenta una resistencia de 23.63 kg/cm<sup>2</sup>

### 3.5.2. Comparación general con el método de diseño WALKER

**TABLA 40: Cuadro comparativo con el método WALKER**

<b>METODO DE DISEÑO WALKER</b>						
<b>RESISTENCIA</b>	<b>PIEDRA CHANCADA</b>			<b>CANTO RODADO</b>		
	<b>7 DIAS</b>	<b>14 DIAS</b>	<b>28 DIAS</b>	<b>7 DIAS</b>	<b>14 DIAS</b>	<b>28 DIAS</b>
<b>COMPRESIÓN</b>	127.04	224.36	250.40	151.81	242.45	281.90
<b>TRACCIÓN</b>	87.39	93.24	102.06	86.18	107.24	129.16
<b>FLEXIÓN</b>	27.38	29.40	31.33	27.38	33.77	36.76

Fuente: Elaboración propia.



Se puede apreciar de la Tabla N° 40 los valores obtenidos de los ensayos realizados en los periodos de 7, 14, 28 días con el agregado grueso piedra chancada utilizando el método WALKER, por lo cual se observa que en el ensayo a compresión a los 7 días presenta un porcentaje  $127.04 \text{ kg/cm}^2$  y en el periodo de 14 días presenta una resistencia  $224.36 \text{ kg/cm}^2$  se aprecia que en el periodo de 28 días tiene un porcentaje de  $250.40 \text{ kg/cm}^2$ . Con el agregado grueso canto rodado en el periodo de los 7 días presenta un porcentaje  $151.81 \text{ kg/cm}^2$ ; en el periodo a los 14 días presenta un porcentaje de  $242.45 \text{ kg/cm}^2$  y en el periodo de 28 días presenta un porcentaje  $281.90 \text{ kg/cm}^2$ .

En el ensayo a tracción en el periodo de 7 días con el método WALKER el agregado grueso de piedra chancada presenta  $87.39 \text{ kg/cm}^2$ ; en el periodo de 14 días presenta un porcentaje  $102.06 \text{ kg/cm}^2$  y luego se presenta en el periodo de 28 días  $193.81 \text{ kg/cm}^2$ ; en consiguiente se presenta el agregado grueso de canto rodado en el periodo de 7 días la cual presenta una resistencia de  $86.18 \text{ kg/cm}^2$ ; en el periodo de 14 días presenta  $107.24 \text{ kg/cm}^2$  y en el periodo de 28 días presenta una resistencia a la tracción de  $129.16 \text{ kg/cm}^2$ .

En los ensayos a flexión con el método WALKER utilizando el agregado grueso piedra chancada en el periodo de 7 días presenta un porcentaje de resistencia  $27.38 \text{ kg/cm}^2$  así mismo en el periodo de 14 días presenta una resistencia de  $29.40 \text{ kg/cm}^2$  y en el periodo de 28 días presenta un porcentaje de  $31.33 \text{ kg/cm}^2$  y con el agregado grueso de canto rodado en el periodo de los 7 días  $27.38 \text{ kg/cm}^2$ ; en el periodo de 14 días presenta una resistencia  $33.77 \text{ kg/cm}^2$  y en el periodo de 28 días con el método del WALKER presenta una resistencia de  $36.76 \text{ kg/cm}^2$ .

## IV. DISCUSIÓN

Para esta investigación el propósito ha sido analizar y comparar el material de agregado grueso y el método de diseño de mezcla que garantice las propiedades del concreto con una  $F'c=280\text{kg/cm}^2$ .

En el estudio una vez realizada los dos diseños de mezcla: método del ACI y Walker se procede haciendo una comparación de como varia la dosificación de acuerdo a como son las características físicas del agregado grueso siendo que la piedra chancada es de forma angulosa y el agregado de piedra canto rodado es de forma redondeada de esta manera según Pasquel menciona que el método ACI del comité 211 no diferencia de finos y gruesos ni redondeados ni angulosos, es por ello que cuando se realiza lo dosificación existe mayor porcentaje de agregado grueso por esto el comité 211 menciona que el diseño ACI es un diseño pedregoso a comparación del método Walker el método considera que el agregado fino y grueso debe considerarse el mismo porcentaje y esto hace que la mezcla sea más compacta mientras que con el método ACI es fluida.

De acuerdo al ensayo de resistencia a compresión con el método ACI de la tabla N° 39 el agregado de piedra chancada en los periodos 7,14 y 28 días cumple con las propiedades del concreto y que de acuerdo a la norma ACI 318 que nos da los porcentajes de dureza que debe alcanzar el concreto en los periodos mencionados se puede decir que con este método y el agregado de piedra chancada cumple el porcentaje de dureza del concreto y sobre pasa la resistencia requerida en el periodo final mientras que con el agregado de canto rodado se puede notar que en el periodo de los 7 días no cumple con el porcentaje de dureza del concreto según la norma ACI 318 pero a medida que pasan los días llega a alcanzar su resistencia requerida y la dureza adecuada según la norma ACI 318.

De los ensayos de resistencia a tracción según la tabla N° 39 el agregado de piedra chancada con el método ACI da una mejor resistencia a tracción en comparación con el agregado grueso de canto rodado en los periodos siguientes con los datos arrojados a través de los ensayos realizados el agregado de piedra chancada favorece a la propiedad mecánica del concreto de resistencia a tracción.

Del ensayo de resistencia a flexión con el método de diseño ACI de la tabla N°39 donde muestra un cuadro comparativo entre el agregado de piedra chancada y canto rodado donde el agregado de canto rodado da una mejor resistencia en los periodos

de 7 y 14 días en comparación con el agregado grueso de piedra chancada y en el periodo final de 28 días se demuestra que el agregado de piedra chancada con el método del ACI da una mejor resistencia a la flexión en comparación con el agregado de canto rodado.

De acuerdo a los ensayos realizados y que se muestran en la tabla N° 40 el ensayo a compresión con el método de diseño Walker con el agregado de piedra chancada en el periodo de 7 días en comparación con el agregado de canto rodado este método nos da mejor resistencia utilizando el agregado de canto rodado así mismo a los 14 días el método de diseño Walker utilizando el agregado de piedra chancada y comparándolo con el agregado de canto rodado nos arroja una mejor resistencia a los 14 días y cumple con la resistencia a la dureza que nos proporciona la norma ACI 318 de esta manera se estudia el periodo final a los 28 días donde el material de canto rodado tiene una mejor resistencia a la compresión utilizando este método de diseño cabe indicar que según el profesor Stanton Walter este método da proporciones de finos y gruesos la misma cantidad es por ello que este método si diferencia entre agregados finos y gruesos y es ahí donde con el agregado de piedra chancada no alcanza la resistencia requerida.

De los ensayos de resistencia a tracción según la tabla N° 40 donde se realiza un comparativo entre el agregado grueso de piedra chancada y el agregado grueso de canto rodado se puede señalar que el agregado de piedra chancada proporciona una mejor resistencia a tracción a los 7 días en comparación con el agregado de canto rodado para luego en los periodos siguientes el agregado de canto rodado en los ensayos a tracción en el periodo de 14 y 28 días da mejores resistencias a comparación con agregado de piedra chancada.

De la misma manera se realizaron los ensayos de la propiedad mecánica del concreto de la resistencia a flexión con el método Walker que señala en la tabla N° 40 en un cuadro comparativo entre el agregado de piedra chancada y canto rodado nos arroja que el agregado de canto rodado en el periodo de 7 días es similar al ensayo realizado con el agregado de piedra chancada en los periodos siguientes de 14 y 28 días el agregado de canto rodado da mejores resistencias a flexión en comparación con el agregado grueso de piedra chancada

## V. CONCLUSIÓN

1. Del diseño de mezcla obtenido para un concreto de  $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$  según los métodos ACI y Walker utilizando piedra chancada se puede concluir que se necesita un mayor volumen de agregado grueso para diseñar con el método ACI ya que este requiere un volumen de  $943.97 \text{ kg/m}^3$  de agregado grueso mientras que con el método de Walker se requiere un volumen de  $811.33 \text{ kg/m}^3$ .
2. Del diseño de mezcla obtenido para un concreto de  $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$  según los métodos ACI y Walker utilizando piedra de canto rodado se puede concluir que se necesita un mayor volumen de agregado grueso para diseñar con el método ACI ya que este requiere un volumen de  $1033.03 \text{ kg/m}^3$  de agregado grueso mientras que con el método de Walker se requiere un volumen de  $855.61 \text{ kg/m}^3$ .
3. Se determinó que la resistencia a la compresión con el agregado de piedra chancada y canto rodado con el diseño ACI en el periodo final, el agregado de piedra chancada cumple con las propiedades mecánicas del concreto obteniendo una mejor resistencia a la compresión con una  $f'c = 284.31 \text{ kg/cm}^2$ .
4. Se determinó que la resistencia a la compresión con el agregado de piedra chancada y canto rodado con el diseño de mezcla Walker, que en el periodo final el agregado de canto rodado cumple con las propiedades mecánicas del concreto obteniendo una mejor resistencia a la compresión con el método de Walker  $f'c = 281.90 \text{ kg/cm}^2$ .
5. De acuerdo a la determinación de la resistencia a la tracción con el agregado de piedra chancada y canto rodado utilizando el método ACI se concluye que el agregado grueso de piedra chancada cumple con las propiedades mecánicas del concreto obteniendo una mejor resistencia a la tracción de  $f'c = 193.81 \text{ kg/cm}^2$ .
6. Se determinó de la resistencia a la tracción con el agregado grueso de piedra chancada y canto rodado con el método de diseño Walker se concluye que en el periodo final el material más óptimo es el agregado de canto rodado ya que cumple con la propiedad de resistencia a la tracción obteniendo una mejor resistencia de  $f'c = 129.16 \text{ kg/cm}^2$ .
7. se determinó que la propiedad de resistencia a la flexión con el agregado de piedra chancada y piedra de canto rodado utilizando el método ACI se concluye que el

agregado de piedra chancada en el periodo final cumple con la propiedad de resistencia a la flexión ya que obtiene una  $f'c=25.96\text{kg/cm}^2$ .

8. Se determinó que la propiedad de resistencia a la flexión con el agregado de piedra chancada y canto rodado con el método Walker se concluye que el agregado de canto rodado en el periodo final, es el material más óptimo para ser utilizado dentro del concreto ya que contribuye con su resistencia propia del material dándonos un mejor resultado a la flexión de  $f'c= 36.76\text{kg/cm}^2$ .

## **VI. RECOMENDACIONES**

A la población de Chimbote se le recomienda utilizar el agregado grueso de canto rodado con el método de ACI ya que proporciona las mejores propiedades mecánicas

A los ingenieros encargados de las diferentes obras civiles donde se utilice el concreto se recomienda que para zonas rurales donde no se cuenta con la presencia de agregado de piedra chancada se utilice el agregado de canto rodado teniendo en cuenta el periodo de encofrado ya que el concreto con canto rodado tiene su mejor resistencia después de los 14 días.

A los futuros investigadores, se recomienda utilizar un acelerante para concreto utilizando el agregado de canto rodado utilizando el método de Walker que le permita desencofrar las estructuras antes de los 14 días.

## VII. REFERENCIAS

ABANTO CASTILLO, Flavio. Tecnología del concreto. 1<sup>ra</sup> ed. Lima: editorial San Marcos, 1996. 91p.

ABSALON FERNÁNDEZ, Víctor y SALAS RUIZ, Ringo. Influencia en el diseño de agregados de diferente procedencia en el Estado Mérida. Trabajo de grado (ingeniero civil). Mérida, Venezuela: Universidad de los Andes, escuela de ingeniería civil, 2008. 128p.

ARANDA PRIETO, Carlos y MUGUERZA SEVILLANO, Julio. Optimización del concreto de aditivos y agregados de la zona. Tesis (ingeniero civil). Chimbote, Perú: Universidad Nacional del Santa, facultad de ingeniería civil, 2004. 189p.

CÁDER VALENCIA, Gustavo. Adaptación del método de diseño de mezclas de concreto según aci 211.1 utilizando los tipos de cemento astm c-1157 tipo gu y astm c-1157 tipo he. Tesis (ingeniero civil). Sana Ana, el salvador: universidad de el salvador, facultad multidisciplinaria de occidente departamento de ingeniería y arquitectura, 2012. 173 p.

CASTILLO FERNÁNDEZ, Víctor y GÓMEZ RODRÍGUEZ, Miguel. Estudios de la calidad del concreto en los distritos de Chimbote y Nuevo Chimbote. Tesis (ingeniero civil). Chimbote, Perú: Universidad Nacional del Santa, facultad de ingeniería civil, 2004. 114p.

COMISION guatemalteca de Normas (Guatemala). NTG 41017-h16, método de ensayo, determinación del módulo de elasticidad estático y la relación de poisson del concreto a compresión. Ciudad de Guatemala, Guatemala: COGUANOR, 2005. 13pp.

GUTIÉRREZ DE LÓPEZ, Libia. El concreto y otros materiales para la construcción [En línea]. 2da ed. Manizales, Colombia: Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia, 2003 [Fecha de consulta: 15 de abril 2016]. Disponible en: <[http://www.bdigital.unal.edu.co/6167/5/9589322824\\_Parte1.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/6167/5/9589322824_Parte1.pdf)> I.S.B.N 958-9322-82-4

INSTITUTO Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Perú). NTP 400.019: Agregados, Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados por abrasión e impacto en La máquina de los ángeles. Lima, Perú: INDECOPI, 2002. 9pp.

INSTITUTO Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Perú). NTP 400.022: Agregados, Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. Lima, Perú: INDECOPI, 2002. 9pp.

INSTITUTO Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Perú). NTP 400.037: Agregados, Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto). Lima, Perú: INDECOPI, 2002. 18pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). MTC E 704 -2000, resistencia a la compresión testigos cilíndricos. Lima, Perú: MTC, 2000. 8pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). MTC E 708 -2000, tracción indirecta de cilindros estándar de concreto. Lima, Perú: MTC, 2000. 4pp.



MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). MTC E 709 -2000, resistencia a la flexión del concreto método de la viga simple cargada en los tercios de la luz. Lima, Perú: MTC, 2000. 6pp.

QUIROZ, Mariela y SALAMANCA, Lucas. Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de tecnología de hormigón. 1er ed. Cochabamba: Universidad Mayor De San Simón, 2006. 338pp.

RIVERA, Gerardo. Concreto simple [En línea]. Colombia: Universidad del cauca, 2015. [Fecha de consulta: 29 de setiembre 2017]. Disponible en: <<http://civilgeeks.com/2013/08/28/libro-de-tecnologia-del-concreto-y-mortero-ing-gerardo-a-rivera-l/>>

RIVVAS LOPEZ, Enrique. Diseño de mezclas. 2da ed. Lima: Williams 2013. 292p.

# **ANEXOS**

# **ANEXOS I: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### TÍTULO:

“Análisis comparativo de las Propiedades Mecánicas de un Concreto  $F'_{C}=280$  Kg/cm<sup>2</sup> elaborado con Agregados grueso piedra chancada y canto rodado – Chimbote

### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Administración y seguridad en la construcción

### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO	INDICADORES	JUSTIFICACIÓN
¿Cuál es el resultado del análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto F'c=280 Kg/Cm2 elaborado con agregados piedra chancada	<b>General:</b> Realizar el análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto F'c=280 Kg/Cm2 elaborado con agregados piedra chancada y canto rodado– Chimbote 2018.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso específico</li> <li>• Peso unitario</li> <li>• Análisis granulométrico</li> <li>• Módulo de fineza</li> <li>• Contenido de humedad</li> <li>• Absorción</li> </ul>	Con los resultados obtenidos esperamos que a través de los interesados se pueda poner en práctica para la

En el Perú podemos ver que en cuestiones de preparación de mezclas de concreto mayormente se opta por la utilización del agregado grueso (piedra chancada) por lo cual en el sector construcción es mínima la utilización de la piedra de canto rodado, en el sector local podemos observar que en Chimbote hay distintos asentamientos humanos, pueblos jóvenes o diversos lugares donde no se cuenta con información acerca del concreto con el cual se construyen sus obras civiles, la cual es información fundamental para la construcción de dichas edificaciones ya que conocer el diseño adecuado para las estructuras de concreto a construir aporta a la ejecución de obras seguras ya que se diseña el concreto teniendo en cuenta el peligro sísmico en el que el Perú se encuentra, que cumpla con los estándares de propiedades del concreto, el cual garantice el cumplimiento de la Durabilidad del mismo sin la pérdida de sus propiedades.

Con el objetivo de incrementar información existente sobre el concreto y sus propiedades, en el presente proyecto de investigación se realiza el análisis comparativo del concreto utilizando piedra chancada y canto rodado como agregado grueso para una resistencia de  $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$  con la finalidad de poder determinar el material más óptimo que cumpla de manera beneficiosa con las propiedades mecánicas del concreto y que aporte a la economía a los ciudadanos.

<p>y canto rodado— Chimbote 2018?</p>	<p><b>Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el diseño de mezcla por el método del ACI y Walker para un concreto <math>F'C=280 \text{ Kg/Cm}^2</math> utilizando piedra chancada proveniente de la cantera del Dulong.</li> <li>• Realizar el diseño de mezcla por el método del ACI y Walker para un concreto <math>F'C=280 \text{ Kg/Cm}^2</math> utilizando canto rodado proveniente de la cantera del Rio Santa.</li> <li>• Determinar la resistencia a la compresión de un concreto <math>F'C=280 \text{ Kg/Cm}^2</math> utilizando piedra chancada y canto rodado.</li> <li>• Determinar la resistencia a la tensión de un concreto <math>F'C=280 \text{ Kg/Cm}^2</math> utilizando piedra chancada y canto rodado.</li> <li>• Determinar la resistencia a la tracción de un concreto <math>F'C=280 \text{ Kg/Cm}^2</math> utilizando piedra chancada y canto rodado.</li> </ul>	<p>Resistencia a la compresión del concreto (<math>f'c</math>) 280.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia a la tracción de concreto (<math>f'c</math>)280.</li> <li>• Resistencia a la flexión del concreto (<math>f'c</math>) 280.</li> </ul>	<p>ejecución de obras del sector involucrado debido a que se dará a conocer las propiedades mecánicas del concreto de acuerdo al agregado que resulte beneficioso y más óptimo también servirá como referencia a los profesionales del sector construcción. Así mismo los resultados de la investigación permitirán contribuir a la solución de los problemas que existen en el concreto como sus fisuras, rajaduras, poniendo en peligro las obras y vidas humanas; estableciendo la utilización del agregado grueso más óptimo.</p>
---	--	---	---

# **ANEXOS II: PROTOCOLOS DE ENSAYOS**

# **ANEXOS III: FORMATOS EN BLANCO**



## ANALISIS GRANULOMETRICO (ASTM C 136 / NTP 400.037)

### ARENA

<b>Peso inicial seco (gr)</b>	
-----------------------------------	--

Mallas	Abertura	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	Peso retenido (gr)	Peso retenido (gr)
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
N° 04	4.750					
N° 08	2.360					
N° 16	1.180					
N° 30	0.600					
N° 50	0.300					
N° 100	0.150					
Cazoleta						
TOTAL						

### PIEDRA

<b>Peso inicial seco (gr)</b>	
-----------------------------------	--

Mallas	Abertura	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	Peso retenido (gr)	Peso retenido (gr)
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
N° 04	4.750					
Cazoleta						
TOTAL						

**CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D - 2216 - 80)**

		ARENA	PIEDRA
1	Peso de la tara (gr)		
2	Peso tara + suelo humedo (gr)		
3	Peso tara + suelo seco (gr)		
4	Peso de agua		
5	Peso del suelo seco		
6	Contenido de humedad (%)		

**PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO**

**PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C-29 - NTP 400.017)**

1	Peso del molde (gr)			PROMEDIO	
2	Volumen del molde (cm3)				
3	Peso del molde + muestra suelta (gr)				
4	Peso de la muestra suelta (gr)				
5	Peso unitario suelto (kg/m3)				
<table border="1" style="width: 100px; height: 20px; margin-left: auto;"> <tr> <td></td> </tr> </table>					

**PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C-19 - NTP 400.017)**

1	Peso del molde (gr)			PROMEDIO	
2	Volumen del molde (cm3)				
3	Peso del molde + muestra compacta (gr)				
4	Peso de la muestra compacta (gr)				
5	Peso unitario compacta (kg/m3)				
<table border="1" style="width: 100px; height: 20px; margin-left: auto;"> <tr> <td></td> </tr> </table>					

## PESO UNITARIO DE LA PIEDRA

### PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C-29 - NTP 400.017)

1	Peso del molde (gr)			PROMEDIO
2	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )			
3	Peso del molde + muestra suelta (gr)			
4	Peso de la muestra suelta (gr)			
5	Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )			
<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div>				

### PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C-19 - NTP 400.017)

1	Peso del molde (gr)			PROMEDIO
2	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )			
3	Peso del molde + muestra compacta (gr)			
4	Peso de la muestra compacta (gr)			
5	Peso unitario compacta (kg/m <sup>3</sup> )			
<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div>				

## PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO (ASTM C-128 / NTP 400.022)

### ESTRA: ARENA GRUESA

1	Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)			PROMEDIO
2	Peso de la muestra seca (gr)			
3	Peso del picnómetro + agua			
4	Peso del picnómetro + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr)			
5	<b>ρ específico nominal</b>			
6	<b>absorción (%)</b>			

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C-127 / NTP 400.021)**

**ESTRA: PIEDRA**

1	Peso de la muestra seca (gr)			MEDIO
2	Peso del picnómetro + agua			
3	Peso del picnómetro + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr)			
4	<b>o específico nominal</b>			
5	<b>orción (%)</b>			

# **ANEXOS IV: NORMAS TECNICAS**

## **AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras**

AGGREGATES. Standard practice for sampling aggregates

**2001-01-24**  
**2ª Edición**

R.0011-2001/INDECOPI-CRT.Pública el 2001-02-07

Precio basado en 06 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: agregados, extracción, preparación de muestras agregados, exploración de canteras potenciales, número y medidas necesarias para estimar las características.

## ÍNDICE

	<b>página</b>
ÍNDICE	i
PREFACIO	i
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. SIGNIFICADO Y USO	2
4. MUESTRAS CONFIABLES	3
5. ENVÍO DE LAS MUESTRAS	6
6. PALABRAS CLAVES	6
7. ANTECEDENTES	6

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Agregados, Hormigón (Concreto), Hormigón Armado y Hormigón Pretensado, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de enero a mayo del 2000, utilizó como antecedente la Norma Técnica ASTM D 75-1997.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Agregados, Hormigón (Concreto), Hormigón Armado y Hormigón Pretensado, presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – CRT, con fecha 2000-09-28, el PNTP 400.010:2000, para su revisión y aprobación; siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2000-11-29, no habiéndose presentado ninguna objeción fue oficializado como Norma Técnica Peruana **NTP 400.010:2001 AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras**, 2ª Edición, el 07 de febrero del 2000.

A.3 La NTP 400.010:2000 reemplaza a la NTP 400.010:1976. Esta NTP tomó íntegramente la norma ASTM D 75-1997. La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACIÓN PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - SENCICO.
------------	---

Presidente	Ing. Carlos Pérez Bardález.
------------	-----------------------------

Secretaria	Ing. Vanna Guffanti Parra.
------------	----------------------------

ENTIDAD	REPRESENTANTE
---------	---------------

UNICON	Enrique Pasquel
--------	-----------------



SIDERPERÚ S.A.A.	Irma Vargas Armando Kuyeng Manuel Espinoza
DURACRETO S.A	Francisco Gómez de La Torre
ACEROS AREQUIPA S.A.	Victor Granados
ETERNIT	Mauro Quezada Diego Fernandez
QUÍMICA SUIZA S.A.	Milan Pejnovic
CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.	Rosaura Vásquez
COSAPI	Javier Arranz
MTCVC	José Dominguez César Manrique
INFES	Pedro Morales
INADE	Augusto Pehovaz Scerpella
INVERMET	Guillermo Vivanco
ASOCEM	Manuel Gonzales de La Cotera
ARPL TECNOLOGÍA INDUSTRIAL S.A.	Wilfredo Quintana
CIP-CAPÍTULO DE CIVILES	Ana Biondi Carlos Tapia
UNI	Ana Torre Rafael Cachay
URP	Gonzalo Luque
SENCICO	Carlos Pérez Vanna Guffanti

—oooOooo—

## AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras

### 1. OBJETO

La presente Norma Técnica Peruana establece los procedimientos del muestreo del agregado grueso, fino y global, para los propósitos siguientes:

- Investigación preliminar de la fuente potencial de abastecimiento
- Control en la fuente de abastecimiento.
- Control de las operaciones en el sitio de su utilización.
- Aceptación o rechazo de los materiales

NOTA 1: Los planes de muestreo para aceptación y control de los ensayos, varían con el tipo de construcción donde se utiliza el material (Véase norma ASTM E 105 y ASTM D 3665)

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia en todo momento.

#### 2.1 Normas Técnicas Peruanas

- |       |                  |   |
|-------|------------------|---|
| 2.1.1 | NTP 339.047:1979 | HORMIGÓN (CONCRETO). Definiciones y terminología relativas al hormigón                |
| 2.1.2 | NTP 400.011:1976 | AGREGADOS. Definiciones y clasificación de agregados para uso en morteros y concretos |

2.1.3 NTP 400.037:2000 AGREGADOS. Requisitos

## 2.2 Normas Técnicas de Asociación

2.2.1 ASTM C 702:1998 Standard Practice for Reducing Field Samples of Aggregates to Testing Size

2.2.2 ASTM D 2234:1999 Standard Practice for Test Method for Collection of a Gross Sample of Coal

2.2.3 ASTM D-3665:1999 Standard Practice for Random Sampling of Construction Materials

2.2.4 ASTM E 105-58:1996 Standard Practice for Probability Sampling of Materials

2.2.5 ASTM E 122:1999 Standard Practice for Choice of Sample Size to Estimate the Average Quality of a Lot of Process

2.2.6 ASTM E 141-91:1997 Standard Practice for Acceptance of Evidence Based on the Results of Probability Sampling

## 3. SIGNIFICADO Y USO

3.1 El muestreo y el ensayo son importantes, por lo tanto el operador deberá tener siempre la precaución de obtener muestras que denoten la naturaleza y condiciones del material al cual representan.

3.2 Las muestras para los ensayos de investigación preliminar serán obtenidas por la parte responsable del desarrollo de la fuente potencial (Véase Nota 2). Las muestras de materiales para el control de la producción en la cantera o el control en la obra, serán

obtenidas por el productor, contratistas u otras partes responsables para verificar el trabajo. Las muestras utilizadas para aceptación o rechazo serán tomadas por el comprador o su representante autorizado.

NOTA 2: La investigación preliminar y el muestreo de potenciales canteras de agregados, ocupan un lugar muy importante porque ello determina la conveniencia de su utilización. Es necesario el control de calidad del material para asegurar la durabilidad de la estructura resultante, esto influenciará en el tipo de construcción y en la parte económica de la obra.  
Esta investigación deberá ser realizada sólo por personal entrenado y con experiencia.

#### 4. MUESTRAS CONFIABLES

**4.1 Generalidades:** De preferencia, las muestras para los ensayos de calidad deberán ser obtenidas de productos acabados. La muestra de productos acabados para ser ensayada por pérdida al desgaste de abrasión no estará sujeta a chancado posterior o reducido manualmente, a menos que la medida del producto acabado sea tal que requiera reducción posterior para los propósitos del ensayo.

**4.2 Inspección:** El material será inspeccionado para determinar variaciones perceptibles. El vendedor proveerá el equipo conveniente y necesario para la inspección y el muestreo.

#### 4.3 Procedimiento

**4.3.1 Muestreo de flujos de corriente de agregados (Descarga de depósitos o cintas):** De la producción seleccionar muestras al azar, tal como se indica en la práctica normalizada ASTM D 3665.

Obtener por lo menos 3 incrementos iguales, seleccionados al azar de la unidad que está siendo muestreada y combinarlos para formar una muestra cuya masa iguale o exceda lo mínimo recomendado en el apartado 4.4.2. Tomar cada incremento a través de toda la sección del elemento de descarga. Es necesario contar con un dispositivo especial para ser utilizado en cada planta en particular. Este dispositivo consistirá en un recogedor de medida suficiente para interceptar la sección transversal del chorro de descarga para retener la cantidad requerida de material sin derramar. Un conjunto de rieles podrán ser necesarios para servir como guía al recogedor mientras pasa por el chorro de descarga.

Hasta donde sea posible, mantener el depósito continuamente lleno o casi lleno para reducir la segregación (Véase Nota 3).

NOTA 3: Deberá evitarse la toma de muestras de la descarga inicial o final de pocas toneladas de un depósito o de una faja transportadora, pues esto incrementa la posibilidad de obtener material segregado.

**4.3.2 Muestreo de fajas transportadoras:** Seleccionar el muestreo al azar de la producción, tal como se indica en la práctica normalizada ASTM D 3665. Obtener por lo menos 3 incrementos aproximadamente iguales, seleccionados al azar, de la unidad que está siendo muestreada y combinarlos para formar una muestra de campo cuya masa iguale o exceda a la mínima recomendada en el apartado 4.4.2. Insertar 2 plantillas de la misma forma de la correa de la faja transportadora y separarlas de tal modo que el material contenido entre ellas producirá un incremento de la masa requerida. Extraer cuidadosamente extraer con la cuchara todo el material entre las plantillas y colocarlo en un contenedor y luego coleccionar los finos sobre la faja con una brocha y pala y adicionarlos al contenedor.

**4.3.3 Muestreo de depósitos o unidades de transporte:** De ser posible evitar este tipo de muestreo, particularmente para la determinación de las propiedades del agregado que puedan ser dependientes de su granulometría. Si las circunstancias hacen necesario realizar este tipo de muestreo, designar un plan de muestreo para este caso, aceptado por todas las partes involucradas; esto permitirá a la entidad que realiza el muestreo el uso de un plan que le dará confianza de los resultados obtenidos.

El plan de muestreo definirá el número de muestras necesarias para representar los lotes o sub-lotes de medidas específicas. Los principios generales para el muestreo de depósitos, son aplicables a muestreo de camiones, vagones, barcazas u otras unidades de transporte.

**4.3.4 Muestreo de carreteras (bases y sub-bases):** Seleccionar las muestras al azar, tal como se indica en la práctica normalizada ASTM D 3665. Obtener por lo menos tres incrementos iguales, seleccionados al azar de la unidad que está siendo muestreada y combinarlos para formar una muestra de campo, con una masa igual o mayor que la mínima recomendada en el apartado 4.4.2. Tomar todos los incrementos de la profundidad total del vagón, teniendo cuidado de excluir el material subyacente, marcar claramente las áreas específicas de las que se tomó las muestras: un separador metálico para delimitar el área podrá asegurar incrementos de masa iguales.

#### 4.4 Número y masa de las muestras de campo:

4.4.1 El número de las muestras de campo (obtenidas por uno de los métodos descritos en el apartado 4.3) requeridas depende del estado y variación de la propiedad a medirse. Designar cada unidad de la que se obtuvo la muestra de campo, previa al muestreo. El número de muestras de la producción deberá ser suficiente como para otorgar la confianza deseada en los resultados de los ensayos (Véase Nota 4).

NOTA 4: Una guía para determinar el número de muestras requeridas para obtener el nivel de confianza en los resultados de ensayo, podrá basarse en los métodos de ensayos normalizados que se presentan en ASTM D 2234, ASTM E 105, ASTM E 122 y ASTM E 141.

**Tabla 1 - Medida de las muestras**

Tamaño máximo nominal del agregado <sup>A</sup>	Masa mínima aproximada para la muestra de campo kg <sup>B</sup>
Agregado fino	
2,36 mm	10
4,76 mm	10
Agregado grueso	
9,5 mm	10
12,5 mm	15
19,0 mm	25
25,0 mm	50
37,5 mm	75
50,00 mm	100
63,00 mm	125
75,00 mm	150
90,00 mm	175

<sup>A</sup> Para agregado procesado, el tamaño máximo nominal es la menor malla donde se produce el primer retenido.

<sup>B</sup> Para agregado global (por ejemplo base o sub-base) la masa mínima requerida será la mínima del agregado grueso más 10 kg .

4.4.2 Las masas de las muestras de campo citadas son tentativas. Las masas deberán ser previstas para el tipo y cantidad de ensayos a los cuales el material va a estar

sujeto y obtener material suficiente para ejecutar los mismos. La norma de aceptación y ensayos de control están cubiertas por las NTPs, donde se especifica la porción de la muestra de campo requerida para cada ensayo. En general, las cantidades indicadas en la Tabla 1 proveerán material adecuado para análisis granulométrico y ensayos de calidad rutinarios. Se extraerán porciones de muestra en el campo de acuerdo con el método de ensayo normalizado que se presenta en ASTM C 702 o por otros métodos de ensayo que sean aplicables.

## 5. ENVÍO DE LAS MUESTRAS

5.1 Transportar los agregados en bolsas u otros contenedores contruidos como para prevenir pérdidas o contaminación de alguna parte de la muestra; o daños al contenido por el manipuleo durante el transporte.

5.2 La identificación individual de los contenedores de embarque para muestras de agregado estará anexa o incluida tanto en el reporte de campo, en el parte de laboratorio y en el reporte de ensayo.

## 6. PALABRAS CLAVES

Agregados: exploración de canteras potenciales; número y medidas necesarias para estimar las características

## 7. ANTECEDENTES

7.1 NTP 400.010:1976 AGREGADOS. Extracción y muestreo

7.2 ASTM D 75:1997 Standard Practice for Sampling Aggregates

---000O000---

## **AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado**

AGGREGATE. Standard Test Method for Unit Weight and Voids in Aggregate

**1999-04-21**  
**2ª Edición**

R.0021-99/INDECOPI-CRT.Pública el 99-04-29

Precio basado en 10 páginas

I.C.S.: 91.100.30

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptor: Hormigón, Método de ensayo, Probetas cilíndricas, curado de la probeta



## ÍNDICE

	página
ÍNDICE	i
PREFACIO	ii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. TERMINOLOGÍA	2
4. SIGNIFICADO Y USO	2
5. APARATOS	2
6. MUESTRAS DE ENSAYO	3
7. CALIBRACIÓN DE LA MEDIDA	4
8. SELECCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	4
9. PROCEDIMIENTO DE APISONADO	4
10. MÉTODO DE PERCUSIÓN	5
11. DETERMINACIÓN DEL PESO SUELTO	5
12. CÁLCULOS	5
13. EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS	6
14. PRECISIÓN	7
15. ANTECEDENTES	10

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico Permanente de Agregados, Hormigón, Hormigón Armado, Hormigón Pretensado, en reuniones realizadas entre los meses de abril de 1996 a agosto de 1998, mediante el Sistema 2 u Ordinario, utilizando como documento inicial la norma ASTM C 29/C 29M:1991.

A.2 El Comité Técnico Permanente de Agregados, Hormigón, Hormigón Armado, Hormigón Pretensado, presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - CRT, con fecha 98-11-13, el PNTP 400.017:1998; para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 99-03-22, oficializándose como Norma Técnica Peruana **NTP 400.017:1999 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado**. 2ª Edición el 29 de abril de 1999.

A.3 La presente Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 400.017:1977. Esta presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

SECRETARÍA	SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACIÓN PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - SENCICO
PRESIDENTE	Carlos Pérez Bardález
SECRETARIA	Vanna Guffanti Parra
<b>ENTIDAD</b>	<b>REPRESENTANTE</b>
UNICON	Rodolfo Hilbck
ACERCO PERUANA S.A.	Eduardo Ríos de Armero

CEMENTOS LIMA	Telmo Bazán
PREMIX S.A.	Jorge Saravia
DURACRETO S.A.	Francisco Gómez de la Torre
ARENERA SAN MARTIN.	Enrique Oyague
CEMENTO ANDINO S.A.	Juan Carlos
ACEROS AREQUIPA S.A.	Víctor Granados
SAG CONCRETO S.A.	Carlos Moreno
ETERNIT S.A.	Mauro Quezada Diego Fernández
CAPECO	Dina Carrillo
GREMCO	César Ponce
Ministerio de Transportes, Comunicación, Vivienda y Construcción	José Domínguez Julio César Manrique
INFES	Hugo Chávez
INADE	Augusto Pehovaz
ASOCEM	Manuel Gonzáles de la Cotera
ARPL Tecnología Industrial S.A.	Wilfredo Quintana
CIP-Capítulo de Ing. Civil	Ana Biondi
UNI	Carlos Barzola
URP	Gonzalo Luque
SENCICO	Carlos Pérez
UNA	Rosa Miglio

—oooOooo—

## AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

### 1. OBJETO

Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm .

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia en todo momento.

#### Normas Técnicas Peruanas

- |     |                  |  |
|-----|------------------|--|
| 2.1 | NTP 400.010:1976 | AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras  |
| 2.2 | NTP 400.021:1977 | AGREGADOS. Método de ensayo para la determinación del peso específico y la absorción del agregado grueso |
| 2.3 | NTP 400.022:1979 | AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso específico y la absorción del agregado fino          |

### **3. TERMINOLOGÍA**

- 3.1 Masa = Cantidad de materia de un cuerpo.
- 3.2 Peso Unitario = Peso por unidad de volumen.
- 3.3 Peso = Fuerza ejercida sobre un cuerpo por la gravedad.
- 3.4 Vacíos en un volumen unitario de agregado - El espacio entre las partículas en una masa de agregado, no ocupado por materia mineral sólida (Nota).

Nota: La determinación por este método no incluye los vacíos permeables o impermeables dentro de las partículas.

### **4. SIGNIFICADO Y USO**

- 4.1 Este método se utiliza siempre para determinar el valor del peso unitario utilizado por algunos métodos de diseño de mezclas de concreto.
- 4.2 También puede utilizarse para la determinación de la relación masa/volumen para conversiones, en acuerdo con el comprado ya que no se conoce la relación entre el grado de compactación del agregado en una unidad de transporte o depósito y aquella contiene humedad absorbida y superficial (que posteriormente puede afectar la capacidad), mientras que este método determina el peso unitario seco.
- 4.3 Se incluye un procedimiento para calcular el porcentaje de vacíos entre las partículas del agregado a partir de este método de peso unitario.

## 5. APARATOS

**5.1 Balanza:** Una balanza con aproximación a 0,05 kg y que permita leer con una exactitud de 0,1% del peso de la muestra.

**5.2 Barra Compactadora:** Recta, de acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en punta semiesférica.

**5.3 Recipiente de Medida:** Cilíndricos, metálicos, preferiblemente con asas. Estancos con tapa y fondo firmes y parejos, con precisión en sus dimensiones interiores y suficientemente rígido para mantener su forma en condiciones severas de uso. Los recipientes tendrán una altura aproximadamente igual al diámetro, pero en ningún caso la altura será menor del 80% ni mayor que 150% del diámetro. La capacidad dependerá del tamaño del agregado de acuerdo con los límites establecidos en la Tabla 1. El espesor del metal se indica en la Tabla 2. El borde superior será pulido y plano dentro de 0,25 mm y paralelo al fondo dentro de 0,5%. La pared interior deberá ser pulida y continua.

Si la medida se usa también en la determinación del peso unitario del concreto, deberá ser hecho de acero u otro material adecuado, resistente al ataque de la pasta de cemento.

**5.4 Pala de Mano:** Una pala o cucharón de suficiente capacidad para llenar el recipiente con el agregado.

**5.5 Equipo de Calibración:** Una plancha de vidrio de por lo menos 6 mm (1/4 pulg) de espesor y 25 mm (1 pulg) mayor del diámetro del recipiente a calibrar.

## 6. MUESTRAS DE ENSAYO

6.1 Una extracción y preparación de la muestra se hará de acuerdo con la norma NTP 400.010 .

6.2 La muestra de ensayo será de aproximadamente 125% a 200% de la cantidad requerida para llenar la medida y será manipulada evitando su segregación. Secar el agregado a peso constante en un horno preferiblemente a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  .

## 7. CALIBRACIÓN DE LA MEDIDA

7.1 Llene la medida con agua a temperatura ambiente y cubra con la placa de vidrio de tal manera de eliminar las burbujas y el exceso de agua.

7.2 Determine el peso del agua en la medida.

7.3 Mida la temperatura del agua y determine su densidad, de la Tabla 3, interpolando si es necesario.

7.4 Calcule el volumen "V" de la medida dividiendo el peso del agua requerida para llenar la medida entre su densidad. Alternativamente, calcule el factor del recipiente (1/V) dividiendo la densidad del agua entre el peso requerido para llenar el recipiente de medida.

7.5 Los recipientes de medida deberán ser calibrados por lo menos una vez al año o cuando exista razón para dudar de la exactitud de la calibración.

## 8. SELECCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

El procedimiento para la determinación de peso unitario suelto se usará sólo cuando sea indicado específicamente. De otro modo, el peso unitario compactado será determinado por el procedimiento de apisonado para agregados que tengan un tamaño máximo nominal de 37,5 mm (1 ½ pulg) o menos; o por el procedimiento de percusión para agregados con tamaño máximo nominal entre 37,5 mm y 150 mm (1 ½ pulg a 6 pulg).

## 9. PROCEDIMIENTO DE APISONADO

9.1 Se llena la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano. Se apisona la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Finalmente, se llena la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla.

9.2 Al compactar la primera capa, se procura que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se emplea la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente.

9.3 Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registra los pesos con una aproximación de 0,05 kg (0,1 lb).

## 10. MÉTODO DE PERCUSIÓN

10.1 El recipiente de medida se llena en tres capas aproximadamente iguales. Cada capa se compacta colocando el recipiente con el agregado sobre un piso firme (v.g. un piso de concreto), se inclina hasta que el borde opuesto a la base de apoyo diste unos 5 cm del piso, para luego dejarlo caer en forma tal que dé un golpe seco. Mediante este procedimiento, las partículas del agregado se acomodan de modo compacto. Cada capa se compacta, dejando caer el recipiente 50 veces en la forma descrita, 25 veces cada extremo. El agregado sobrante se elimina con una regla.

10.2 Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente y se registran los pesos con una aproximación de 0,05 kg (0,1 lb).

## 11. DETERMINACIÓN DEL PESO SUELTO

11.1 **Procedimiento con pala:** El recipiente de medida se llena con una pala o cuchara hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 50 mm (2") por encima de la parte superior del recipiente. El agregado sobrante se elimina con una regla.

11.2 Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente y se registran los pesos con una aproximación de 0,05 kg (0,1 lb).

## 12. CÁLCULOS

12.1 **Peso Unitario.-** Calcular el peso unitario compactado o suelto, como sigue:



$$M = (G - T)/V \quad (1)$$
$$M = (G - T)*F \quad (2)$$

donde:

M = Peso Unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup> (lb/p<sup>3</sup>)

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg (lb)

T = Peso del recipiente de medida en kg (lb)

V = Volumen de la medida en m<sup>3</sup> (p<sup>3</sup>), y

F = Factor de la medida en m<sup>-3</sup> (p<sup>-3</sup>)

El peso unitario determinado por este método de ensayo es para agregado en la condición seco. Si se desea calcular el peso unitario en la condición saturado con superficie seca (SSS), utilice el procedimiento descrito en este método y en este caso calcule el peso unitario SSS utilizando la siguiente expresión:

$$M_{SSS} = M[1 + (A/100)] \quad (3)$$

donde:

M<sub>SSS</sub> = Peso Unitario en la condición Saturado Superficial Seco, en kg/m<sup>3</sup> (lb/p<sup>3</sup>);

y

A = Porcentaje de absorción del agregado determinado de acuerdo con la norma NTP 400.021 ó NTP 400.022

**12.2 Contenido de Vacíos:** Calcular el contenido de vacíos en el agregado utilizando el peso unitario calculado según 12.1, como sigue:

$$\% \text{ vacíos} = 100[(S \times W) - M]/(S \times W) \quad (4)$$

donde:

M = Peso Unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup> (lb/p<sup>3</sup>)

S = Peso Especifico de masa (base seca) determinado de acuerdo con la norma NTP 400.022, y

W = Densidad del agua, 998 kg/m<sup>3</sup> (62,3 lb/p<sup>3</sup>)

## 13. EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

13.1 Reporte los resultados del peso unitario con una aproximación de 10 kg/m<sup>3</sup> (1

lb/p<sup>3</sup>), como sigue:

- 13.1.1       Peso unitario compactado por apisonado, o
  
- 13.1.2       Peso unitario compactado por percusión, o
  
- 13.1.3       Peso unitario suelto.
  
- 13.2         Reporte los resultados del contenido de vacíos con una aproximación de 1%,  
como sigue:
  - 13.2.1       Vacíos en el agregado compactado por apisonado, %, o
  
  - 13.2.2       Vacíos en el agregado compactado por percusión, %, o
  
  - 13.2.3       Vacíos en el agregado suelto, % .

## 14.         **PRECISIÓN**

### 14.1        **Agregado Grueso (Peso Unitario):**

**14.1.1       Precisión para un sólo operador (REPETIBILIDAD):** La desviación típica ha sido establecida en 14 kg/m<sup>3</sup> (0,88 lb/p<sup>3</sup>). Luego los resultados de dos ensayos realizados por un sólo operador con el mismo material no diferirán en más de 40 kg/m<sup>3</sup> (2,5 lb/p<sup>3</sup>).

**14.1.2       Precisión Multilaboratorio (REPRODUCTIBILIDAD):** La desviación típica ha sido establecida en 30 kg/m<sup>3</sup> (1,87 lb/p<sup>3</sup>). Luego dos resultados realizados en dos diferentes laboratorios con el mismo material no diferirán en más de 85 kg/m<sup>3</sup> (5,3 lb/p<sup>3</sup>).

14.1.3       Estos índices de precisión, desviación típica y máxima diferencia, han sido establecidos para peso normal y de tamaño máximo nominal de 25 mm (1"), utilizando un recipiente de medida de 14 L (1/2 p<sup>3</sup>) de capacidad.

**14.2 Agregado Fino (Peso Unitario):**

**14.2.1 Precisión para un sólo operador (REPETIBILIDAD):** La desviación típica ha sido establecida en  $14 \text{ kg/m}^3$  ( $0,88 \text{ lb/p}^3$ ). Luego los resultados de dos ensayos realizados por un sólo operador con un mismo material no diferirán en más de  $40 \text{ kg/m}^3$  ( $2,5 \text{ lb/p}^3$ ).

**14.2.2 Precisión Multilaboratorio (REPRODUCTIBILIDAD):** La desviación típica ha sido establecida en  $44 \text{ kg/m}^3$  ( $2,76 \text{ lb/p}^3$ ). Luego dos resultados realizados en dos diferentes laboratorios con el mismo material no diferirán en más de  $125 \text{ kg/m}^3$  ( $7,8 \text{ lb/p}^3$ ).

**14.2.3** Estos índices de precisión, desviación típica y máxima diferencia, han sido establecidos para peso unitario suelto, utilizando un recipiente de medida de  $2,8 \text{ L}$  ( $1/10 \text{ p}^3$ ).

TABLA 1 - Capacidad de la medida

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO		CAPACIDAD DE LA MEDIDA <sup>A</sup>	
mm	Pulgadas	L ( $\text{m}^3$ )	$\text{p}^3$
12,5	$\frac{1}{2}$	2,8 (0,0028)	1/10
25,0	1	9,3 (0,0093)	1/3
37,5	$1 \frac{1}{2}$	14,0 (0,014)	1/2
75,0	3	28,0 (0,028)	1
112,0	$4 \frac{1}{2}$	70,0 (0,070)	$2 \frac{1}{2}$
150,0	6	100,0 (0,100)	$3 \frac{1}{2}$

<sup>A</sup> La medida indicada será utilizada para ensayar agregados con Tamaño Máximo Nominal igual o menor.

TABLA 2 - Requisitos para los recipientes de medida

Espesor del metal, mínimo			
Capacidad de medida	Fondo	Sobre 1 ½ pulg ó 38 mm de pared <sup>A</sup>	Espesor Adiciona l
Menos de 0,4p <sup>3</sup>	0,20 pulg	0,10 pulg	0,10 pulg
De 0,4 p <sup>3</sup> a 1,5p <sup>3</sup> , incluido	0,20 pulg	0,20 pulg	0,12 pulg
Sobre 1,5 a 2,8p <sup>3</sup> , incluido	0,40 pulg	0,25 pulg	0,15 pulg
Sobre 2,8 a 4,0p <sup>3</sup> , incluido	0,50 pulg	0,30 pulg	0,20 pulg
Menos de 11 L	5,0 mm	2,5 mm	2,5 mm
11 a 42 L, incluido	5,0 mm	5,0 mm	3,0 mm
Sobre 42 a 80 L, incluido	10,0 mm	6,4 mm	3,8 mm
Sobre 80 a 133 L, incluido	13,0 mm	7,6 mm	5,0 mm

<sup>A</sup>El espesor adicional en la porción superior de la pared puede obtener por la colocación de una banda de refuerzo alrededor de la parte superior de la medida.

TABLA 3 - Densidad del Agua

Temperatura		kg/m <sup>3</sup>	lb/p <sup>3</sup>
°C	°F		
15,6	60	999,01	62,366
18,3	65	998,54	62,336
21,1	70	997,97	62,301
(23,0)	(73,4)	(997,54)	(62,274)
23,9	75	997,32	62,261
26,7	80	996,59	62,216
29,4	85	995,83	62,166

**15. ANTECEDENTES**

- 15.1 ASTM C 29/C 29M:1991 Standard Test Method for Unit Weight and Voids in Aggregate.
- 15.2 NTP 400.017:1977 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles

AGGREGATES. Standard test method for resistance to degradation of small size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles machine

2002-01-30  
2ª Edición

R.0007-2002/INDECOPI-CRT. Publicada el 2002-02-09

Precio basado en 9 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Abrasión, agregado (grueso, tamaños menores), degradación, impacto, máquina de Los Angeles



## ÍNDICE

	página
ÍNDICE	i
PREFACIO	ii
1. OBJETO	I
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	2
4. DEFINICIONES	3
5. RESUMEN DEL MÉTODO	3
6. APARATOS	3
7. MUESTREO	5
8. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO	5
9. PROCEDIMIENTO	6
10. CÁLCULO	6
11. INFORME	7
12. PRECISIÓN	7
13. ANTECEDENTE	7
ANEXOS	
ANEXO A	8
ANEXO B	9

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Agregados, Hormigón (Concreto), Hormigón Armado y Hormigón Pretensado, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de enero a agosto del 2001, utilizó como antecedente a la ASTM C 131:1996 Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Agregados, Hormigón (Concreto), Hormigón Armado y Hormigón Pretensado presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales -CRT, con fecha 2001-10-12, el PNTP 400.019:2001, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2001-11-26. No habiéndose presentado ninguna observación, fue oficializado como Norma Técnica Peruana NTP 400.019:2002 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles, 2ª Edición, el 09 de febrero del 2002.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 400.019:1977 y fue tomada en su totalidad de la ASTM C 131:1996. La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	SERVICIO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - SENCICO
Presidente	Carlos Pérez Bardález
Secretaria	Vanna Guffanti Parra



ENTIDAD	REPRESENTANTE
UNICON	ENRIQUE PASQUEL
ACEROS AREQUIPA S.A.	VICTOR GRANADOS
ETERNIT	MAURO QUEZADA
QUÍMICA SUIZA S.A.	MILAN PEJNOVIC
CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.	ROSAURA VÁSQUEZ
INVERMET	GUILLERMO VIVANCO
ASOCEM	MANUEL GONZALES DE LA COTERA
ARPL TECNOLOGÍA INDUSTRIAL S.A.	WILFREDO QUINTANA
CIP-CAPÍTULO DE CIVILES	ANA BIONDI
UNI	ANA TORRE RAFAEL CACHAY
URP	GONZALO LUQUE
SENCICO	CARLOS PÉREZ VANNA GUFFANTI

---0000000---

## AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles

### 1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para ensayar agregados gruesos de tamaños menores que 37,5 mm (1 ½ pulg) para determinar la resistencia a la degradación utilizando la máquina de Los Angeles.

NOTA 1: En la NTP 400.020 se presenta un procedimiento para ensayar agregados gruesos de tamaños mayores que 19,0 mm (¾ pulg).

Los valores están establecidos en unidades del Sistema Internacional y serán considerados como estándar.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia en todo momento.

#### 2.1 Normas Técnicas Peruanas

- 2.1.1 NTP 400.012:2001 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global



- |       |                                      |  |
|-------|--------------------------------------|--|
| 2.1.2 | NTP 339.047:1979                     | HORMIGÓN (CONCRETO). Definiciones y terminología relativas al hormigón   |
| 2.1.3 | NTP 400.020:2002                     | HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaño grande por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles |
| 2.1.4 | NTP 400.010:2001                     | AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras  |
| 2.1.5 | NTP 350.001:1970                     | TAMICES DE ENSAYO  |
| 2.2   | <b>Normas Técnicas de Asociación</b> |  |
| 2.2.1 | ASTM C 670:1996                      | Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials  |
| 2.2.2 | ASTM C 702:1998                      | Standard Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size  |

### 3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica ampliamente como un indicador de la calidad relativa o sobre la competencia de agregados de varias fuentes teniendo una composición mineral similar. Los resultados no permiten realizar automáticamente comparaciones válidas entre fuentes de diferente origen, composición o estructura. Los límites especificados para este método deberán asignarse con extremo cuidado, considerando los tipos de agregados disponibles y su comportamiento histórico en su utilización para fines específicos.

#### 4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las definiciones contenidas en la NTP 339.047.

#### 5. RESUMEN DEL MÉTODO

Este método de ensayo es una medida de la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero en rotación que contiene un número especificado de esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo. Al rotar el tambor, la muestra y las bolas de acero son recogidas por una pestaña de acero transportándolas hasta que son arrojadas al lado opuesto del tambor, creando un efecto de trituración por impacto. Este ciclo es repetido mientras el tambor gira con su contenido. Luego de un número de revoluciones establecido, el agregado es retirado del tambor y tamizado para medir su degradación como porcentaje de pérdida.

#### 6. APARATOS

6.1 **Máquina de Los Angeles:** La máquina de Los Angeles tendrá las características esenciales que se muestran en la Figura 1 (Anexo A). La máquina consistirá en un cilindro hueco de acero, cerrado en ambos extremos, de dimensiones mostradas en la Figura 1, con un diámetro interior de  $711 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$  (28 pulg  $\pm 0,2$  pulg) y una longitud interior de  $508 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$  (20 pulg  $\pm 0,2$  pulg). El cilindro será montado sobre ejes salientes de sus costados, no pasantes, de tal manera que pueda rotar con el eje en posición horizontal, con una tolerancia en la inclinación de 1 en 100. El cilindro debe tener una abertura para la introducción de la muestra de ensayo. Tiene una cubierta hermética al polvo y provista de medios para atornillarla en su lugar. El cobertor también será diseñado para mantener el contorno cilíndrico de la superficie interior. Una pestaña removible de acero, que abarque toda la longitud del cilindro y se proyecte radialmente hacia adentro  $89 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  (3,5 pulg  $\pm 0,1$  pulg), será montada en el interior de la superficie cilíndrica del cilindro, de tal manera que un plano centrado en la cara mayor coincida con un plano axial. La pestaña deberá ser de 25,4 mm de espesor y montada por tornillos u otros medios de tal modo que quede firme y rígida. La localización de la pestaña se hará de tal manera que la muestra y las esferas de acero no impacten en las cercanías de la abertura y su cubierta; y, la distancia desde la pestaña hasta la abertura, medida a lo largo de la circunferencia del

exterior del cilindro en la dirección de rotación, no será menor de 1270 mm (50 pulg). Inspeccionar periódicamente la pestaña para determinar que no está inclinada a lo largo o desde su posición normal radial con respecto al cilindro. Si se encuentra una de estas condiciones, repare o reemplace la pestaña antes de realizar futuros ensayos.

NOTA 2: Es preferible el uso de una pestaña de acero resistente al desgaste de sección rectangular y montada independientemente de la cubierta. No obstante se puede utilizar una pestaña que consiste en una sección de perfil angular laminado, apropiadamente montada en el interior del plato cobertor, provisto que la dirección de rotación es tal que la carga sea recogida sobre la cara exterior del ángulo.

6.1.1 La máquina deberá ser impulsada y equilibrada como para mantener una velocidad periférica uniforme (Nota 3). Si se utiliza un ángulo como pestaña, la dirección de rotación deberá ser tal que la carga sea recogida sobre la cara exterior del ángulo.

NOTA 3: Una pérdida de carrera en el mecanismo de impulsión puede arrojar resultados que no sean reproducidos por otra máquina de Los Angeles con velocidad periférica constante.

6.2 Tamices: Conforme con la NTP 350.001.

6.3 Balanza: Una balanza o báscula con exactitud al 0,1 % de la carga de ensayo sobre el rango requerido para este ensayo.

6.4 Carga: La carga consistirá en esferas de acero de aproximadamente 46,8 mm (1 27/32 pulg) de diámetro y cada una tendrá una masa entre 390 g y 445 g .

6.4.1 La carga, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo como se describe en el capítulo 8, será como sigue:

Gradación	Número de esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2 500 ± 15

NOTA 4: Podrá utilizarse cojinetes de bola de 46,00 mm (1 13/16 pulg) y 47,6 mm (1 7/8 pulg) de diámetro, cada una con una masa de aproximadamente 400 g y 440 g, respectivamente. Podrán utilizarse también esferas de acero de 46,8 mm (1 27/32 pulg) de diámetro; con una masa de aproximadamente 420 g. La carga podrá consistir en una mezcla de estas medidas conforme a las tolerancias de masa indicadas en los apartados 6.4 y 6.4.1.

TABLA 1 - Gradación de las muestras de ensayo

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	1250 ± 25	.....	.....	.....
25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (¾ pulg)	1250 ± 25	.....	.....	.....
19,0 mm (¾ pulg)	12,5 mm (½ pulg)	1250 ± 10	2500 ± 10	.....	.....
12,5 mm (½ pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	1250 ± 10	2500 ± 10	.....	.....
9,5 mm (3/8 pulg)	6,3 mm (¼ pulg)	.....	.....	2500 ± 10	.....
6,3 mm (¼ pulg)	4,75 mm (Nº4)	.....	.....	2500 ± 10	.....
4,75 mm (Nº4)	2,36 mm (Nº8)	.....	.....	.....	5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

## 7. MUESTREO

Se obtendrá una muestra de campo de acuerdo con la NTP 400.010 y se reducirá a un tamaño adecuado de acuerdo con la ASTM C 702.

## 8. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO

Lavar y secar al horno la muestra reducida a peso constante, a 110 °C ± 5 °C (véase apartado 9.1.1), separar cada fracción individual y recombinar a la gradación de la Tabla 1, lo más cercano correspondiendo al rango de medidas en el agregado como conforme para el trabajo. Registrar la masa de la muestra previamente al ensayo con aproximación a 1 g.

## 9. PROCEDIMIENTO

9.1 Colocar la muestra de ensayo y la carga en la máquina de Los Angeles y rotarla a una velocidad entre 30 rpm a 33 rpm, por 500 revoluciones. Luego del número prescrito de revoluciones, descargar el material de la máquina y realizar una separación preliminar de la muestra sobre el tamiz normalizado de 1,70 mm (No. 12). Tamizar la porción más fina que 1,70 mm, conforme a la NTP 400.012. Lavar el material más grueso que la malla de 1,70 mm y secar al horno a  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , hasta peso constante (véase el apartado 9.1.1) y determinar la masa con una aproximación a 1 g (Nota 6).

9.1.1 Si el agregado está esencialmente libre de revestimiento y polvo el requerimiento de lavado puede ser obviado, pero siempre se requiere secar antes del ensayo. Por lo tanto, en el caso de ensayos de arbitraje se efectuará el lavado.

NOTA 5: La eliminación del lavado después del ensayo raramente reducirá las pérdidas de medida en mas de 0,2 % de la masa original de la muestra.

NOTA 6: Información válida sobre la uniformidad de la muestra de ensayo podrá obtenerse por la determinación de la pérdida luego de 100 revoluciones. Esta pérdida podría ser determinada sin lavado del material más grueso que el tamiz normalizado de 1,70 mm (No. 12). La relación de la pérdida después de 100 revoluciones frente a la pérdida luego de 500 revoluciones no excedería mayormente 0,20 para material de dureza uniforme. Cuando se realiza esta determinación, tener cuidado de evitar pérdida de alguna parte de la muestra, retornar la muestra entera incluyendo el polvo de la fractura, a la máquina de ensayo para las 400 revoluciones finales requeridas para completar el ensayo.

## 10. CÁLCULO

Calcular la pérdida (diferencia entre la masa inicial y final de la muestra) como un porcentaje de la masa original de la muestra de ensayo. Informar este valor como el porcentaje de pérdida.

NOTA 7: El porcentaje de pérdida determinado por este método no tiene una relación consistente conocida con el porcentaje de pérdida del mismo material cuando se determina por el método de ensayo NTP 400.020

**11. INFORME**

11.1. Proporcionar la siguiente información:

11.1.1 Identificación del agregado como fuente, tipo y tamaño nominal máximo.

11.1.2 Gradación de acuerdo con la Tabla I, utilizada para el ensayo; y

11.1.3 Pérdida por abrasión e impacto de la muestra, expresada con aproximación al 1 % por masa

**12. PRECISIÓN**

Para tamaño máximo nominal de agregado grueso de 19,0 mm (3/4 pulg), con porcentajes de pérdida en el rango de 10 % a 45 %, el coeficiente de variación multilaboratorio ha sido establecido en 4,5 %<sup>1</sup>. Luego, los resultados de dos ensayos efectuados por dos laboratorios diferentes con muestras del mismo agregado grueso, no diferirán en más de 12,7 %<sup>1</sup> de su promedio. El coeficiente de variación para un mismo operador ha sido establecido en 2 %<sup>1</sup>. Luego, los resultados de dos ensayos efectuados por el mismo operador con muestras del mismo agregado grueso, no diferirán en más de 5,7 % de su promedio<sup>1</sup>.

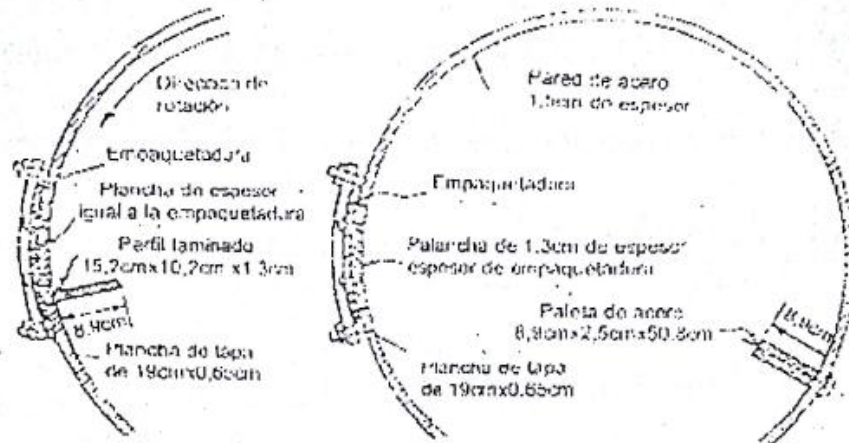
**13. ANTECEDENTE**

13.1 ASTM C 131:1996 Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine

<sup>1</sup> Estos números representan los límites (1S%) y (D2S%), respectivamente, como se describen en la práctica ASTM C 670.



ANEXO A  
(NORMATIVO)



DISEÑO ALTERNATIVO CON  
PERFIL LAMINADO

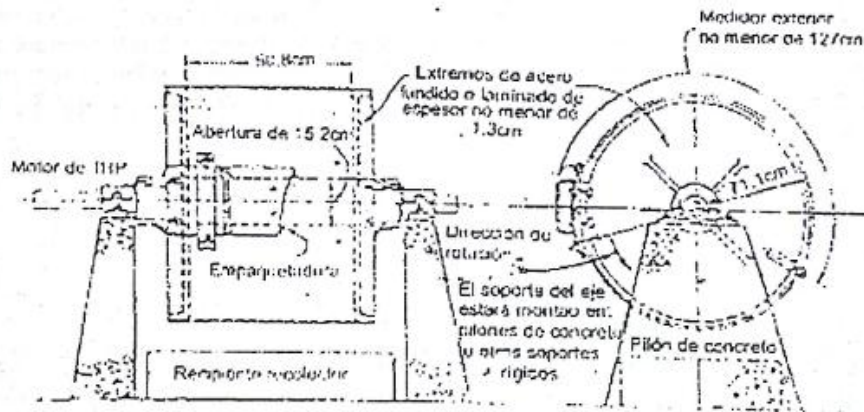


FIGURA 1 – Máquina de ensayo Los Angeles

## ANEXO B (INFORMATIVO)

### MANTENIMIENTO DE LA PESTAÑA

B.1 La pestaña de la máquina de Los Angeles está sujeta a severo desgaste superficial e impacto. Con el uso, la superficie de trabajo de la pestaña es martillada por las esferas y tiende a desarrollar resaltes paralelos acerca de 32 mm (1 ¼ pulg) en la conexión de la pestaña y la superficie interior del cilindro. Si la pestaña es hecha de perfil angular laminado, no solamente puede desarrollar estos canales sino la pestaña misma puede ser curvada longitudinal o transversalmente de su posición propia.

B.2 La pestaña deberá ser inspeccionada periódicamente para determinar que no está curvada longitudinalmente o de su posición radial normal con respecto al cilindro. Si se encuentra alguna de estas condiciones, la pestaña deberá ser separada o reemplazada antes de realizar nuevos ensayos. La influencia sobre los resultados del ensayo del resalte desarrollado mediante el martilleo de la cara de trabajo de la pestaña no se conoce. Luego, para condiciones uniformes de ensayo, se recomienda que los resaltes no sobrepasen 2 mm (0,1 pulg) en su altura.

Comisión de reglamentos Técnicos y Comerciales –INDECOPI

AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO  
Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

INDICE:

PREFACIO

1. OBJETO
2. REFERENCIAS NORMATIVAS
3. CAMPO DE APLICACIÓN
4. DEFINICIONES
5. APARATOS
6. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA
7. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO
8. EXPRESIÓN DE RESULTADOS
9. REPORTE
10. ANTECEDENTE

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Agregados, Hormigón (Concreto), Hormigón Armado y Hormigón Pretensado, mediante el Sistema 2 u Ordinario , durante los meses de Enero a Agosto del 2001, utilizando como antecedente a la ASTM C 127-88 (Reprobada en 1993).

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Agregados, Hormigón (Concreto), Hormigón Armado y Hormigón Pretensado, presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – CRT, con fecha 2001-12 – 27 , el PNTP 400.021:2001, para su revisión y aprobación ; siendo sometido a la Etapa de Discusión Pública el 2002-03-11.No habiéndose presentado ninguna observación, fue oficializado como Norma Técnica Peruana NTP 400.021:2002 AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO, 2ª Edición, 30 de Mayo del 2002.

A.3 Esta NTP, reemplaza a la NTP 400:022:1979, y fue tomada en su totalidad de la ASTM C 128:1997. La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA.

SECRETARÍA: Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción –SENCICO.

PRESIDENTE: Carlos Pérez Bardalez.

SECRETARIA: VannaGuffani Parra.

## ENTIDAD – REPRESENTANTE

UNICOM – Enrique Pasquel.  
DURACRETO S.A – Francisco Gómez de la Torre  
CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A – Víctor Granados  
ETERNIT S.A – Mauro Quezada  
QUÍMICA SUIZA – MilanPejnovic  
CEMENTOS PACASMAYO – Rosaura Vásquez  
COSAPI – Javier Martín Arranz  
MTCVC-DIRECCION GENERAL DE VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN -Teresa Barba  
INADE – María Antonieta Chevarría  
INVERMET – Guillermo Vivanco  
ASOCEM – Manuel Gonzales de la Cotera  
ARPL TECNOLOGÍA INDUSTRIAL S.A – Wilfredo Quintana  
CIP-CAPÍTULOS DE CIVILES – Ana Biondi  
PUCP – Julia Mendoza  
URP – Gonzalo Luque  
SENCICO – Carlos Pérez  
VannaGuffani

---

AGREGADOS. Métodos de Ensayo Normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

### 1. OBJETO

La presente NTP establece un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. El peso específico saturado con superficie seca y la absorción están basados en agregados remojados en agua después de 24 horas. Este método de ensayo no es aplicable para agregados ligeros.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta NTP. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos a base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las NTP en vigencia.

## Normas Técnicas Peruanas

- 2.1 NTP 400.022:1979 – AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso específico y la absorción del agregado fino.
- 2.2 NTP 400.017:1999 - AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.
- 2.3 NTP 400.012:2001 - AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
- 2.4 NTP 339.047:1979 – HORMIGÓN (CONCRETO). Definiciones y terminología relativas al hormigón.
- 2.5 NTP 339.185:2001 – AGREGADOS. Método de ensayo para el contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
- 2.6 NTP 350.001:1970 – TAMICES DE ENSAYO.

## Normas Técnicas de Asociación

- 2.1 ASTM C 702.1998
- 2.2 ASTM D 448.1998

### 3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta NTP se aplica para determinar el peso específico seco, el peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado grueso, a fin de usar estos valores tanto en el cálculo y corrección de diseños de mezclas, como el control de uniformidad de sus características físicas.

Este método de ensayo no es aplicable para agregados ligeros por cuanto con la inmersión en agua por 24 horas, no asegura que los poros se llenen completamente, lo cual es un requisito necesario para poderlo aplicar eficientemente.

### 4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta NTP se aplicarán las definiciones siguientes:

- 4.1 **Absorción:** Es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en ésta, se expresa como porcentaje del peso seco. El agregado se considera “seco” cuando éste ha sido mantenido a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por tiempo suficiente para remover toda el agua sin combinar.

- 4.2 Peso Específico: Es la relación, a una temperatura estable, de la masa (o peso en el aire) de un volumen unitario del material, a la masa del mismo volumen del agua a las temperaturas indicadas. Los valores son adimensionales.
- 4.3 Peso Específico Aparente: Es la relación a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario del agregado (incluyendo los poros permeables e impermeables en las partículas, pero no incluyendo los poros entre partículas); a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas.
- 4.4 Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco (SSS): Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado incluyendo la masa de agua de los poros llenos hasta colmarse por sumersión en agua por 24 horas aproximadamente (pero no incluyendo los poros entre partículas), comparada con la masa en el aire de un igual volumen de agua de agua destilada libre de gas.

## 5. RESUMEN DE MÉTODO

Una muestra de agregado se sumerge en agua por 24 horas aproximadamente para llenar los poros esencialmente. Luego se retira del agua, se seca el agua de la superficie de las partículas, y se pesa. La muestra se pesa posteriormente mientras es sumergida en agua. Finalmente la muestra es secada al horno y se pesa una tercera vez. Usándolos así obtenidos y fórmulas en este método de ensayo; es posible calcular tres tipos de peso específico.

## 6. APARATOS

- 6.1 Balanza: Sensible a 0.5gy con capacidad de 5000g o más. La balanza estará equipada con un dispositivo capaz de suspender la muestra en la cesta con malla de alambre en el recipiente con agua desde el centro de la plataforma del pesado.
- 6.2 Cesta con Malla de Alambre: Con abertura correspondiente al tamiz N°6 o abertura menor, también se puede utilizar un recipiente aproximadamente igual ancho y altura con capacidad de 4L a 7L para tamaños máximos nominales de 37,5 mm (1 ½ pulg.) o menores, y un cesto más grande como sea necesario para ensayar agregados con tamaños máximos mayores. El cesto deberá ser construido de tal forma de prevenir el aire atrapado cuando esté sumergido.

6.3 Depósito de agua: Un depósito estanco adecuado para sumergir la cesta de alambre en el agua y un dispositivo para suspenderla del centro de la escala de balanza.

6.4 Tamices: Un tamiz normalizado de 4.75 mm (Nº4) o de otros tamaños como sean necesarios, de acuerdo a la NTP 350.001.

6.5 Estufa: Una estufa capaz de mantener una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .



## 7. MUESTREO

Se selecciona la muestra siguiendo el método indicado NTP 400.010

Mezclar la muestra y reducirla aproximadamente a la cantidad necesaria usando el procedimiento descrito en la ASTM C 702. Descartar todo el material que pase el tamiz 4.75 mm (Nº4) por tamizado seco y luego lavar el material para remover polvo u otras impurezas superficiales. Si el agregado grueso contiene cantidades importantes de material más fino que el tamiz 4.75 mm (Nº4) (tales como tamaños Nº 8 y 9 considerados en la Clasificación de la ASTM D 448), usar el tamiz 2.36 mm (Nº 8) en vez del tamiz 4.75mm (Nº4).



Alternativamente, separar el material más fino que el tamiz 4.75 mm y ensayarlo de acuerdo a la NTP. 400.022.

El peso mínimo de la muestra de ensayo que será usado se presenta en la tabla 1.

TABLA 1 – Peso mínimo de la muestra de ensayo

Tamaño máximo nominal mm (pulg.)	Peso mínimo de la muestra de ensayo Kg(lb.)
1,25(1/2) o menos	2(4,4)
19,0(3/4)	3(6,6)
25,0(1)	4(8,8)
37,5(1 ½)	5(11)
50(2)	8(18)
63(2 ½)	12(26)
75(3)	18(40)
90( 3 ½)	25(55)
100(4)	40(88)
112(4 ½)	50(110)
125(5)	75(165)
150(6)	125(276)

## 8. PROCEDIMIENTO

Secar la muestra a peso constante, a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , ventilar en un lugar fresco a temperatura ambiente de 1h a 3h para muestras de ensayo de tamaños máximos nominales de 37,5 mm (1 ½ pulg.) o mayores para tamaños más grandes hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto (aproximadamente  $50^{\circ}\text{C}$ ). Inmediatamente sumergir el agregado en agua a una temperatura ambiente por un periodo de  $24\text{h} \pm 4\text{h}$ .

Cuando los valores de peso específico y la absorción van a ser usados en proporción a la mezcla de hormigón (concreto) en los cuales los agregados van a ser usados en su condición natural de humedad, el requerimiento inicial del secado a peso constante puede ser eliminada y, si las superficies de las partículas de la muestra van a ser mantenidas continuamente húmedas antes del ensayo, el remojo de 24 h. puede ser eliminado.

Remover la muestra del agua y hacerla rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aún parezca húmeda. Secar separadamente en fragmentos más grandes. Se debe tener cuidado en evitar la evaporación durante la operación del secado de la superficie. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca. Se determina éste y todos los demás pesos con aproximación de 0.5 g o al 0.05% del peso de la muestra, la que sea mayor.

Después de pesar, se coloca de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso en agua a una temperatura entre  $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ , densidad  $997 \pm 2\text{kg/m}^3$ . Tener cuidado de remover todo el aire atrapado antes del pesado sacudiendo el recipiente mientras se sumerge.

Secar la muestra hasta peso constante, a una temperatura entre  $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  y se deja enfriar hasta la temperatura ambiente, durante 1h a 3h o hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómodo al tacto (aproximadamente a  $50^{\circ}\text{C}$ ) y se pesa.

## 9. CÁLCULOS

### 9.1 Peso específico

#### 9.2 Peso específico de masa (Pem):

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

Dónde:

A: Peso de la muestra seca en el aire, gramos;

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos;

C: Peso en el agua de la muestra saturada.

#### 8.2 Peso específico de masa saturado con superficie seca (PeSSS)

$$P_{eSSS} = \frac{B}{B - C} \times 100$$

#### 8.3 Peso específico aparente (Pea)

$$P_{ea} = \frac{A}{A - C} \times 100$$

#### 8.4 Absorción (Ab)

$$Ab(\%) = \frac{B - A}{A} \times 100$$

## 10. REPORTE

- 10.1 Reportar el resultado del peso específico con aproximación a 0.01 e indicar el tipo de peso específico, ya sea de masa, saturado superficialmente seco o aparente.
- 10.2 Reportar el resultado de absorción con aproximación a 0.1%.
- 10.3 Si los valores de peso específico y absorción fueron determinados sin el primer secado del agregado, como se permite en el apartado 8.2, será notificado en el reporte.

## 11. ANTECEDENTES

ASTM C 127:1998

Comisión de reglamentos Técnicos y Comerciales –INDECOPI

AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO  
Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

INDICE:

PREFACIO

1. OBJETO
2. REFERENCIAS NORMATIVAS
3. CAMPO DE APLICACIÓN
4. DEFINICIONES
5. APARATOS
6. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA
7. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO
8. EXPRESIÓN DE RESULTADOS
9. REPORTE
10. ANTECEDENTE

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Agregados, Hormigón (Concreto), Hormigón Armado y Hormigón Pretensado, mediante el Sistema 2 u Ordinario , durante los meses de Enero a Agosto del 2001, utilizando como antecedente a la ASTM C 128:1997

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Agregados , Hormigón (Concreto), Hormigón Armado y Hormigón Pretensado, presento a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – CRT , con fecha 2001-12 – 27 , el PNTP 400.022:2001, para su revisión y aprobación ; siendo sometido a la Etapa de Discusión Pública el 2002-03-11.No habiéndose presentado ninguna observación, fue oficializado como Norma Técnica Peruana NTP 400.022:2002 AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO, 2º Edición, 30 de Mayo del 2002.

A.3 Esta NTP, reemplaza a la NTP 400:022:1979, y fue tomada en su totalidad de la ASTM C 128:1997. La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA.

SECRETARÍA: Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción –SENCICO.

PRESIDENTE: Carlos Pérez Bardalez.

SECRETARIA: VannaGuffani Parra.

## ENTIDAD – REPRESENTANTE

UNICOM – Enrique Pasquel.  
DURACRETO S.A – Francisco Gómez de la Torre  
CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A – Víctor Granados  
ETERNIT S.A – Mauro Quezada  
QUÍMICA SUIZA – MilanPejnovic  
CEMENTOS PACASMAYO – Rosaura Vásquez  
COSAPI – Javier Martín Arranz  
MTCVC-DIRECCION GENERAL DE VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN -Teresa Barba  
INADE – María Antonieta Chevarría  
INVERMET – Guillermo Vivanco  
ASOCEM – Manuel Gonzales de la Cotera  
ARPL TECNOLOGÍA INDUSTRIAL S.A – Wilfredo Quintana  
CIP-CAPÍTULOS DE CIVILES – Ana Biondi  
PUCP – Julia Mendoza  
URP – Gonzalo Luque  
SENCICO – Carlos Pérez  
VannaGuffani

---

AGREGADOS. Métodos de Ensayo Normalizado para peso específico y absorción del agregado fino

### 1. OBJETO

La presente NTP establece un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado fino.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta NTP. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos a base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las NTP en vigencia.

## Normas Técnicas Peruanas

- 2.1 NTP 400.037:2001 – AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón.
- 2.2 NTP 400.012:2001 - AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
- 2.3 NTP 400.011:1996 - AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos).
- 2.4 NTP 400.010:2001 – AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras.
- 2.5 NTP 350.001:1970 – TAMICES DE ENSAYO.
- 2.6 NTP 339.047:1979 – HORMIGÓN (CONCRETO). Definiciones y terminología relativas al concreto.
- 2.7 NTP 400.021:2002 – AGREGADOS. Métodos de ensayo normalizado para el peso específico y absorción de agregado grueso.

### 3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta NTP se aplica para determinar el peso específico seco, el peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado fino, a fin de usar estos valores tanto en el cálculo y corrección de diseños de mezclas, como el control de uniformidad de sus características físicas.

### 4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta NTP se aplicarán las definiciones contenidas en la NTP 400.021.

### 5. APARATOS

- 5.1 Balanza: Sensible a 0.1% del peso medio y con capacidad de 1000 g. o más.
- 5.2 Frasco: Frasco volumétrico de 500cm<sup>3</sup> de capacidad, calibrado hasta cm<sup>3</sup> a 20°C.
- 5.3 Molde Cónico: Metálico de 40 mm  $\pm$  3 mm de diámetro en la parte superior, 90 mm  $\pm$  3 mm de diámetro en la parte inferior, y 75 mm  $\pm$  3 mm de altura.

- 5.4 Barra Compactadora de metal de  $340\text{g} \pm 15\text{g}$  de peso con un extremo de superficie plana circular de  $25\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$  de diámetro.
- 5.5 Estufa: Una estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ .



En la siguiente imagen se muestran los aparatos utilizados en la práctica.



## 6. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- 6.1 Se coloca aproximadamente 1000g del agregado fino, obtenido por método del cuarteo y secado a peso constante a una temperatura  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Se cubica la muestra con agua y se deja reposar durante 24 horas. Se extiende sobre la superficie plana expuesta a una corriente suave de aire tibio y se remueve con frecuencia, para garantizar un secado uniforme. Se continúa esta operación hasta que los granos de agregado no se adhieran marcadamente entre sí. Luego se coloca en el molde cónico, se golpea la superficie suavemente 25 veces con la barra de metal y se levanta el molde verticalmente. Si existe humedad libre, el cono de agregado fino mantendrá su forma. Se sigue con el secado, revolviendo constantemente y se prueba a intervalos frecuentes hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde. Esto significa que el agregado fino ha alcanzado una condición de superficie seca.



## 7. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

- 7.1 Se introduce de inmediato en el frasco una muestra de 500g. del material preparado, se llena de agua para alcanzar aproximadamente la marca de  $500\text{cm}^3$  a una temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .



- 7.2 Después de una hora se llena con agua hasta los  $500\text{cm}^3$  y se determina el peso total del agua introducida en el frasco con aproximación de 0.1g.

- 7.3 Se saca el agregado fino del frasco, se seca a peso constante a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , se enfría a temperatura ambiente en un secador durante  $\frac{1}{2}$  hora a  $1 \frac{1}{2}$  y se pesa.



Extracción de los vacíos del agregado mediante la bomba de vacíos.



## 8. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

### 8.1 Peso específico de masa (Pem):

$$Pem = \frac{Wo}{(V - Va)} \times 100$$

Dónde:

Pem: Peso específico de masa

Wo: Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gramos.

V: Volumen del frasco en cm<sup>3</sup>

Va: Peso en gramos o volumen en cm<sup>3</sup> de agua añadida en el frasco

### 8.2 Peso específico de masa saturado con superficie seca (PeSSS)

$$PeSSS = \frac{500}{V - Va} \times 100$$

### 8.3 Peso específico aparente (Pea)

$$Pea = \frac{(Wo)}{(V - Va) - (500 - Wo)} \times 100$$

### 8.4 Absorción (Ab)

$$Ab = \frac{500 - Wo}{Wo} \times 100$$

## 9. REPORTE

9.1 Reportar el resultado del peso específico con aproximación a 0.01 e indicar el tipo de peso específico, ya sea de masa, saturado superficialmente seco o aparente.

## 10. ANTECEDENTES

ASTM C 128:1997

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

---

NTP 400.037  
2002

---

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI  
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

---

## AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)

AGGREGATES. Standard specification for concrete aggregates

**2002-02-14**  
**2ª Edición**

R.0013-2002/INDECOPI-CRT. Publicada el 2002-02-27

Precio basado en 14 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Agregados, hormigón, requisitos

## ÍNDICE

	<b>página</b>
ÍNDICE	i
PREFACIO	ii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	5
4. DEFINICIONES	5
5. CONDICIONES GENERALES	7
6. REQUISITOS	7
7. INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN	12
8. MÉTODOS DE ENSAYO	12
9. ANTECEDENTES	12
ANEXO A	13
ANEXO B	14

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Agregados, Hormigón (Concreto), Hormigón Armado y Hormigón Pretensado, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de enero del 2000 a agosto del 2001, utilizó como antecedente a los mencionados en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Agregados, Hormigón (Concreto), Hormigón Armado y Hormigón Pretensado presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales –CRT, con fecha 2001-10-12, el PNTP 400.037:2001, para su revisión y aprobación; siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2001-12-14. No habiéndose presentado ninguna observación, fue oficializado como Norma Técnica Peruana **NTP 400.037:2002 AGREGADOS. Especificaciones estándar para agregados en hormigón (concreto)**, 2ª Edición, el 27 de febrero del 2002.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 400.037:1988. La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	SERVICIO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN- SENCICO
Presidente	Carlos Pérez Bardález
Secretaria	Vanna Guffanti Parra

<b>ENTIDAD</b>	<b>REPRESENTANTE</b>
UNICON	ENRIQUE PASQUEL
SIDERPERÚ S.A.A.	ARMANDO KUYENG MANUEL ESPINOZA
DURACRETO S.A	FRANCISCO GÓMEZ DE LA TORRE
ACEROS AREQUIPA S.A.	VICTOR GRANADOS
ETERNIT	MAURO QUEZADA
QUÍMICA SUIZA S.A.	MILAN PEJNOVIC
CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.	ROSAURA VÁSQUEZ
COSAPI	JAVIER MARTÍN ARRANZ
MTCVC	CÉSAR MANRIQUE
INFES	PEDRO MORALES
INADE	AUGUSTO PEHOVAZ S.
INVERMET	GUILLERMO VIVANCO
ASOCEM	MANUEL GONZALES DE LA COTERA
ARPL TECNOLOGÍA INDUSTRIAL S.A.	WILFREDO QUINTANA
CIP-CAPÍTULO DE CIVILES	ANA BIONDI
UNI	ANA TORRE RAFAEL CACHAY
URP	GONZALO LUQUE
SENCICO	CARLOS PÉREZ VANNA GUFFANTI

—oooOooo—

## AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)

### 1. OBJETO

La presente Norma Técnica Peruana establece los requisitos de gradación (granulometría) y calidad de los agregados fino y grueso para uso en hormigón (concreto) de peso normal.

Esta Norma Técnica Peruana se considera adecuado para asegurar el empleo de agregados satisfactorios en la mayoría de hormigones (concretos). Se reconoce sin embargo que para cierto tipo de obras o en ciertas regiones, esta NTP puede ser más o menos restrictiva de lo necesario. Por ejemplo, cuando la apariencia del hormigón (concreto) es importante, los límites de impurezas pueden ser más restrictivos en relación a las manchas que se puedan causar en la superficie del hormigón (concreto). Los proyectistas o quienes elaboren las especificaciones técnicas deberán tener en cuenta que los agregados que se especifiquen, estén disponibles o puedan conseguirse en la zona de trabajo en relación a su granulometría, propiedades físicas o químicas o la combinación de ellas.

NOTA 1: Los textos de referencia y los textos a pie de página (excluyendo los de tablas y figuras) no deberán ser tomados como requerimientos de norma.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia en todo momento.



**2.1 Normas Técnicas Peruanas**

- 2.1.1 NTP 400.010:2000 AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras
- 2.1.2 NTP 400.011:1976 AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y concretos
- 2.1.3 NTP 400.012:2000 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global
- 2.1.4 NTP 400.024:1998 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar cualitativamente las impurezas orgánicas del agregado fino
- 2.1.5 NTP 400.015:1977 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar los terrones de arcilla y partículas friables en el agregado
- 2.1.6 NTP 400.016:1999 AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio del sulfato de sodio o sulfato de magnesio
- 2.1.7 NTP 400.018:1977 AGREGADOS. Determinación del material que pasa el tamiz normalizado 74  $\mu\text{m}$  (No. 200)
- 2.1.8 NTP 400.019:1977 AGREGADOS. Determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaño pequeño por medio de la máquina de Los Angeles
- 2.1.9 NTP 400.020:2002 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados

		gruesos de tamaño grande por abrasión e impacto en la maquina de Los angeles
2.1.10	NTP 400.038:1999	AGREGADOS. Método para la determinación del valor de impacto del agregado grueso (VIA)
2.1.11	NTP 400.023:1979	AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la cantidad de partículas livianas en los agregados
2.1.12	NTP 400.013:2002	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar el efecto de impurezas orgánicas del agregado fino sobre la resistencia de morteros y hormigones
2.1.13	NTP 400.017: 1999	AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado
2.1.14	NTP 339.047:1979	HORMIGÓN (CONCRETO). Definiciones y terminología relativas al hormigón
2.1.15	NTP 334.067:2000	CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la reactividad potencial alcalina de combinaciones cemento agregado (Método de la barra de mortero)
2.1.16	NTP 350.001:1970	Tamices de ensayo
2.1.17	NTP 400.041:1999	AGREGADOS. Índice de espesor del agregado grueso
2.1.18	NTP 334.001:2001	CEMENTOS. Definiciones y nomenclatura

2.1.18 NTP 334.042:2001 AGREGADOS. Métodos de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros y sulfatos solubles en agua para agregados de hormigón (concreto).

## 2.2 Normas Técnicas de Asociación

2.2.1 ASTM C 289:1994 Standard Test Method for Potential Alkali-Silica Reactivity of Aggregates (Chemical Method)

2.2.2 ASTM C 295:1998 Standard Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete

2.2.3 ASTM C 330:1999 Standard Test Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete

2.2.4 ASTM C 331:2000 Standard Specification for Lightweight Aggregates for Masonry Units

2.2.5 ASTM C 332:1999 Standard Specification for Lightweight Aggregates for Insulating Concrete

2.2.6 ASTM C 342:1997 Standard Test Method for Potential Volume Change of Cement-Aggregate Combinations

2.2.7 ASTM C 586:1999 Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Carbonate Rocks for Concrete Aggregates (Rock Cylinder Method)

2.2.8 ASTM C 637:1998a Standard Specification for Aggregates for Radiation Shielding Concrete

2.2.9	ASTM C 638:1997	Standard Descriptive Nomenclature of Constituents of Aggregates for Radiation Shielding Concrete
2.2.10	ASTM C 666:1997	Standard Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing
2.2.11	ASTM D 3665: 1999	Standard Practice for Random Sampling of Construction Materials

### 3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica para el contratista, el proveedor del hormigón (concreto) u otros vendedores como parte del documento de venta en que se describe el material a proporcionar. Los requisitos de gradación son igualmente válidos para ser usados en las especificaciones que definen la calidad y otras características del agregado.

### 4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones, además de las que se presentan en la NTP 400.011, NTP 334.001 y NTP 339.047:

4.1 **agregado para hormigón (concreto):** Es un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la presente NTP.

4.2 **agregado fino:** Es el agregado proveniente de la desagregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y que cumple con los límites establecidos en la presente norma.

4.3           **arena:** Es el agregado fino proveniente de la desagregación natural de las rocas.

4.4           **agregado grueso:** Es el agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (No. 4) proveniente de la desagregación natural o artificial de la roca, y que cumple con los límites establecidos en la presente norma.

4.5           **grava:** Es el agregado grueso, proveniente de la desagregación natural de materiales pétreos, encontrándosele corrientemente depositado en forma natural en canteras y lechos de ríos.

4.6           **pedra triturada o chancada:** Se denomina así, al agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas o gravas.

4.7           **tamaño máximo:** Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso.

4.8           **tamaño máximo nominal:** Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

4.9           **homogeneidad de agregados:** Una mezcla de agregados es homogénea cuando cumple con los límites granulométricos establecidos en cada porción de la misma

4.10          **agregado denominado “hormigón” en el Perú:** Material mixto que se encuentra generalmente en los conos de deyección de los ríos y se utiliza en algunos casos en hormigones (concretos) no estructurales. No está contemplado en la presente norma, se incluye sólo como definición.

4.11          **agregado reciclado:** Agregado procedente de tratamiento de materiales inorgánicos usados en construcción

4.12          **filler:** Los filleres son materiales inorgánicos minerales, naturales o artificiales, especialmente seleccionados que mediante adecuada preparación, con adecuada distribución de tamaño de partícula, mejoran las propiedades del cemento (tales

como la trabajabilidad o retención de agua). Pueden ser inertes o poseer propiedades ligeramente hidráulicas, hidráulicas latentes o puzolánicas.

4.13 **agregado global:** Mezcla de agregado fino y agregado grueso, normalizado por una granulometría.

## 5. CONDICIONES GENERALES

El vendedor de agregados deberá incluir la información que se indica a continuación:

- a) Si se trata de agregado fino, agregado grueso
- b) La referencia a esta NTP 400.037
- c) La cantidad en metros cúbicos o toneladas.

## 6. REQUISITOS

### 6.1 Requisitos obligatorios

6.1.1. La granulometría del agregado grueso, será determinada de acuerdo a lo estipulado en la NTP 400.012 y deberá cumplir con la gradación de la Tabla 1.

6.1.2 La granulometría del agregado fino se determinará de acuerdo a lo estipulado en la NTP 400.012, deberá cumplir con los límites de la Tabla 2.

**TABLA 1 - Requisitos granulométricos del agregado grueso**

RUSO	TAMAJRO MAXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 pulg.)	90 mm (3 1/2 pulg.)	75 mm (3 pulg.)	63 mm (2 1/2 pulg.)	50 mm (2 pulg.)	37,5 mm (1 1/2 pulg.)	25,0 mm (1 pulg.)	19,0 mm (3/4 pulg.)	12,5 mm (1/2 pulg.)	9,5 mm (3/8 pulg.)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 $\mu$ m (No. 50)
1	90 mm o 37,5 mm (3 1/2 pulg. o 1 1/2 pulg.)	100	90 a 100	100	25 a 60	35 a 70	0 a 15	0 a 15	0 a 15	0 a 15	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	
2	63 mm o 37,5 mm (2 1/2 pulg. o 1 1/2 pulg.)	100	90 a 100	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	
3	30 mm o 25,0 mm (1 1/4 pulg. o 1 pulg.)	100	100	100	100	95 a 100	35 a 70	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	
337	30 mm o 4,75 mm (1 1/4 pulg. o 1/8 pulg.)	100	100	100	100	95 a 100	35 a 70	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	
4	37,5 mm o 19,0 mm (1 1/2 pulg. o 3/4 pulg.)	100	100	100	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	
487	37,5 mm o 4,75 mm (1 1/2 pulg. o 1/8 pulg.)	100	100	100	100	95 a 100	35 a 70	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	
5	25,0 mm o 12,5 mm (1 pulg. o 1/2 pulg.)	100	100	100	100	100	95 a 100	35 a 70	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	
56	25,0 mm o 9,5 mm (1 pulg. o 3/8 pulg.)	100	100	100	100	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	
37	25,0 mm o 4,75 mm (1 pulg. o 1/8 pulg.)	100	100	100	100	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	
6	19,0 mm o 9,5 mm (3/4 pulg. o 3/8 pulg.)	100	100	100	100	100	95 a 100	35 a 70	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	
67	19,0 mm o 4,75 mm (3/4 pulg. o 1/8 pulg.)	100	100	100	100	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	
7	12,5 mm o 4,75 mm (1/2 pulg. o 1/8 pulg.)	100	100	100	100	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	
8	9,5 mm o 2,36 mm (3/8 pulg. o 1/16 pulg.)	100	100	100	100	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	
69	9,5 mm o 1,18 mm (3/8 pulg. o 1/16 pulg.)	100	100	100	100	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	
9	4,75 mm o 1,18 mm (1/8 pulg. o 1/16 pulg.)	100	100	100	100	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	

NOTA: Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados o satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá hormigón (concreto) de la cantidad requerida.

**TABLA 2 - Análisis granulométrico del agregado fino**

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje que Pasa</b>
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 $\mu\text{m}$ (No. 30)	25 a 60
300 $\mu\text{m}$ (No. 50)	05 a 30
150 $\mu\text{m}$ (No. 100)	0 a 10

NOTAS:

2. Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá hormigón (concreto) de la calidad requerida

3. El hormigón (concreto) con agregado fino cercano a los mínimos porcentajes de las mallas 300  $\mu\text{m}$  (No. 50) y 150  $\mu\text{m}$  (No. 100), pueden tener dificultades con la trabajabilidad, bombeado o excesiva exudación, lo que puede regularse con adiciones finas (filleres) o aditivos incorporadores de aire.

4. El módulo de fineza recomendable estará entre 2,3 y 3,1.

**6.1.3 Sustancias dañinas:** Las sustancias dañinas, no excederán los límites especificados en la Tabla 3



**TABLA 3 - Sustancias dañinas**

Ensayos	Agregado fino	Agregado grueso
Partículas deleznales, máx porcentaje	3	3
Material más fino que el tamiz normalizado 75 $\mu\text{m}$ (No. 200), máx. porcentaje:		
Concreto sujeto a abrasión	3(A)	1
Otros concretos	5(A)	1
Carbón y lignito, máx. porcentaje	0,5	0,5
Impurezas orgánicas	El agregado fino que no demuestre presencia nociva de materia orgánica, cuando se determine según lo estipulado la NTP 400.024, se deberá considerar satisfactorio. El agregado fino que no cumpla con el ensayo anterior, podrá ser utilizado si al determinarse el efecto de las impurezas orgánicas sobre la resistencia de morteros, según lo estipulado en la NTP 400.013, la resistencia relativa a los 7 días no será menor de 95 %.	

(A) En el caso de arena manufacturada, si el material está libre de limos y arcillas, estos límites podrán ser aumentados a 5 % y 7 % respectivamente.

Nota 5: Al realizar el ensayo de impurezas orgánicas según la NTP 400.024 (colorimétrico), la coloración puede deberse a la presencia de otras sustancias, para lo cual existe el método alternativo NTP 400.013.

## 6.2 Requisitos complementarios

El agregado grueso a ser utilizado en hormigones (concretos) de resistencia de diseño igual o mayor a  $210 \text{ kg/cm}^2$  ( $f'c$ ) utilizados en pavimentos, deberán cumplir además de los requisitos obligatorios, los requisitos complementarios siguientes:

**6.2.1 Resistencia mecánica:** La resistencia mecánica del agregado de acuerdo a la NTP 400.020 y la NTP 400.038 será tal que los valores no excedan a los de la Tabla 4.

**TABLA 4 - Resistencia mecánica de los agregados**

Métodos alternativos	No mayor que %
Abrasión (Método de los Angeles)	50
Valor de Impacto del Agregado	30

**6.2.2** El agregado a usarse en hormigón (concreto), que va a estar sujeto a problemas de congelación y deshielo, deberá cumplir además de los requisitos obligatorios, el requisito de resistencia a la desagregación por medio de ataque de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, la pérdida promedio de masa después de cinco ciclos no deberá exceder los valores de la Tabla 5.

**TABLA 5 - Pérdida por ataque de sulfatos**

Agregado Fino		Agregado Grueso	
Si se utiliza solución de sulfato de sodio	Si se utiliza solución de sulfato de magnesio	Si se utiliza solución de sulfato de sodio	Si se utiliza solución de sulfato de magnesio
10 %	15 %	12 %	18 %

### 6.3 Requisitos opcionales

**6.3.1 Índice de espesor:** No mayor de 50 en agregados naturales y de 35 en agregados triturados.

**6.3.2 Reactividad potencial alcalina cemento-agregado (Método de la Barra de mortero):** El agregado utilizado en hormigones (concretos) sujetos permanentemente a la acción de la humedad o contacto con suelos húmedos, no deberá contener minerales potencialmente reactivos que reaccionen químicamente con los álcalis del cemento, por cuanto producen expansiones excesivas del hormigón (concreto).

En caso de estar presentes tales minerales, el agregado podrá ser utilizado con cementos que tengan menos de 0,6 % de álcalis, calculados como óxido de sodio equivalente ( $\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{K}_2\text{O}$ ), o con la adición de un material que prevenga la expansión excesiva debido a la reacción álcali – agregado.

**6.3.3 Equivalente de arena:** El equivalente de arena del agregado utilizado en hormigón (concreto) de resistencia de diseño igual o mayor a  $210 \text{ kg/cm}^2$  ( $f'c$ ) y los utilizados en pavimentos del hormigón (concreto) será igual o mayor a 75 %. Para otros hormigones (concretos) el equivalente de arena será igual o mayor a 65 %.

## 7. INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN

El muestreo de los agregados se realizará de acuerdo a lo estipulado en la NTP 400.010

## 8. MÉTODOS DE ENSAYO

Los resultados establecidos en la presente NTP se determinan con los siguientes métodos de ensayo: NTP 400.010, NTP 400.012, NTP 400.018, NTP 400.024, NTP 400.013, NTP 400.016, NTP 400.015, NTP 400.023, NTP 400.019, NTP 400.020, NTP 334.067, ASTM C 666, NTP 400.041, NTP 400.038, NTP 400.042; las mismas que se encuentran detalladas en el capítulo 2.

## 9. ANTECEDENTES

9.1	NTP 400.037:1988	AGREGADOS. Requisitos
9.2	ASTM C 33:1999a	Standard specification for concrete aggregates

**ANEXO A**  
(INFORMATIVO)

**AGREGADO GLOBAL**

El presente anexo es de carácter informativo, se incluye para que se tenga en cuenta los límites granulométricos del agregado global los que proporcionan una mayor amplitud de uso. Se recomienda realizar ensayos sobre diseños de mezcla para una mejor experiencia.

El agregado global está normalizado en Inglaterra, Francia, Alemania. La Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) también lo incluye.

**TABLA A1 – Análisis Granulométrico del agregado global**

Tamiz	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados		
	Tamaño máximo nominal		
	37,5 mm (1 ½ pulg)	19,0 mm (¾ pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)
50 mm (2 pulg)	100		
37,5 mm (1 ½ pulg)	95 a 100	100	
19,0 mm (¾ pulg)	45 a 80	95 a 100	
12,5 mm (1/2 pulg)			100
9,5 mm (3/8 pulg)			95 a 100
4,75 mm (No. 4)	25 a 50	35 a 55	30 a 65
2,36 mm (No. 8)			20 a 50
1,18 mm (No. 16)			15 a 40
600 µm (No. 30)	8 a 30	10 a 35	10 a 30
300 µm (No. 50)			5 a 15
150 µm (No. 100)	0 a 8*	0 a 8*	0 a 8*

\*Incrementar 10 % para finos de roca triturada

## ANEXO B (INFORMATIVO)

### CLORUROS

El presente anexo es de carácter informativo, se incluye para que se tenga en cuenta el límite recomendado para el contenido de ión cloruro soluble en agua en los agregados y será tal que el aportado por todos los componentes del hormigón (concreto) no supere lo indicado en la reglamentación vigente (NTE-060). Teniendo en cuenta los contenidos de cloruros solubles en agua aportados por los otros componentes del hormigón (concreto), lo anterior generalmente puede ser asegurado con los siguientes límites máximos para la mezcla de áridos en cada hormigón (concreto) indicados en la Tabla B1.

**TABLA B1 - Límite recomendado para el contenido de cloruros solubles en agua en los áridos (A)**

<b>Tipo de hormigón</b>	<b>Porcentaje de la masa del total de áridos contenidos en el hormigón (concreto) (%)</b>
Hormigón (concreto) simple	0,15
Hormigón (concreto) armado	0,06
Hormigón (concreto) pretensado	0,03

(A) Obtenido de la norma UNE 146120:1997 Aridos para hormigones. Especificaciones



## PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

### MTC E 206 – 2000

#### NTP 400.021

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM C 127 y AASHTO T 85, los mismos que se han adaptado, a nivel de implementación, a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

### 1. OBJETIVO

Describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación de los pesos específicos aparente y nominal, así como la absorción, después de 24 horas de sumergidos en agua, de los agregados con tamaño igual o mayor a 4.75 mm (tamiz No. 4).

### 2. DEFINICIONES

**2.1** Volúmenes aparentes y nominales. En un sólido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacíos accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado "aparente"; si se excluye este volumen de vacíos al volumen resultante, se denomina "nominal".

**2.2** Peso específico aparente y nominal. En estos materiales, se define el peso específico aparente como la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen aparente, y peso específico nominal a la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen nominal.

### 3. APARATOS

**3.1** Balanzas, con capacidad igual o superior a 5000 g, según el tamaño máximo de la muestra para ensayo (véase Tabla 1), con sensibilidad de 0.5 g para pesos hasta de 5000 g, o 0.0001 veces el peso de la muestra, para pesos superiores.

**3.2** Canastillas metálicas, como recipientes para las muestras en las pesadas sumergidas. Se dispondrá de dos tipos de canastillas metálicas, de aproximadamente igual base y altura, fabricadas con armazón de suficiente rigidez y paredes de tela metálica con malla de 3 mm. Para agregados con tamaño máximo inferior a 38 mm (1 ½") se utilizarán canastillas con capacidades de 4 a 7 dm<sup>3</sup> y para tamaños superiores canastillas con capacidades de 8 a 16 dm<sup>3</sup> (litros).



**3.3** Dispositivo de suspensión. Se utilizará cualquier dispositivo que permita suspender las canastillas de la balanza, una vez sumergida.

#### 4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

**4.1** Se comienza por mezclar completamente los agregados, cuarteándolos a continuación, hasta obtener aproximadamente la cantidad mínima necesaria para el ensayo, después de eliminar el material inferior a 4.75 mm. Las cantidades mínimas para ensayo se indican en la Tabla 1, en función del tamaño máximo nominal del agregado.

**Tabla 1**

Tamaño máximo nominal		Cantidad mínima de muestra
mm	(pulg)	Kg
Hasta 12,5	½	2
19,0	¾	3
25,0	1	4
37,5	1 ½	5
50,0	2	8
63,0	2 ½	12
75,0	3	18
90,0	3 ½	25

**4.2** Si se desea, puede fraccionarse la muestra y ensayar separadamente cada una de las fracciones; cuando la muestra contenga más de un 15 por ciento retenido en el tamiz de 38.10 mm (1 ½ "), se separará entonces siempre por este tamiz al menos en dos fracciones.

Cuando se fracciona la muestra, las cantidades mínimas para ensayo de cada fracción se ajustarán, según su tamaño máximo particular, a lo indicado en la Tabla 1.

#### 5. PROCEDIMIENTO

**5.1** La muestra se lava inicialmente con agua hasta eliminar completamente el polvo u otras sustancias extrañas adheridas a la superficie de las partículas; se seca a continuación en una estufa a 100° - 110 °C y se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas. Una vez fría se pesa, repitiendo el secado hasta lograr peso constante, y se sumerge en agua, también a temperatura ambiente, durante 24 ± 4 horas.

Cuando se vayan a utilizar los valores de la absorción y pesos específicos en concretos hidráulicos con agregados normalmente empleados en estado húmedo, se puede prescindir del secado hasta



peso constante. Además, si los agregados se han mantenido con su superficie continuamente mojada hasta el ensayo, pueden también suprimirse las 24 horas de inmersión en agua. Los valores obtenidos para la absorción y el peso específico aparente con agregados en el estado de saturados con superficie seca, pueden ser significativamente más altos si antes de mojarlos se ha omitido el secado previo indicado en el numeral 5.1, por lo cual deberá consignarse en los resultados cualquier alteración que se introduzca en el procedimiento general.

**5.2** Después del período de inmersión, se saca la muestra del agua y se secan las partículas rodándolas sobre un pifio absorbente de gran tamaño, hasta que se elimine el agua superficial visible, secando individualmente los fragmentos mayores. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar cualquier evaporación de la superficie de los agregados. A continuación, se determina el peso de la muestra en el estado de saturada con superficie seca (S.S.S.). Estas y todas las pesadas subsiguientes se realizarán con una aproximación de 0.5 g para pesos hasta 5000 g y de 0.0001 veces el peso de la muestra para pesos superiores.

**5.3** A continuación, se coloca la muestra en el interior de la canastilla metálica y se determina su peso sumergida en el agua, a la temperatura entre 21° y 25 °C y un peso unitario de  $0.997 \pm 0.002 \text{ g/cm}^3$ . Se tomarán las precauciones necesarias para evitar la inclusión de aire en la muestra sumergida, agitando convenientemente. La canastilla y la muestra deberán quedar completamente sumergidas durante la pesada y el hilo de suspensión será lo más delgado posible para que su inmersión no afecte a las pesadas.

**5.4** Se seca entonces la muestra en horno a 100° - 110 °C, se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y se determina su peso seco hasta peso constante.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Llamando:

A = Peso en el aire de la muestra seca en gramos

B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.

C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada, en gramos.

Se calculan los pesos específicos aparente, saturado con superficie seca y nominal así como la absorción, por medio de las siguientes expresiones:

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B - C}$$





$$\text{Peso específico aparente (S.S.S.)} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{A - C}$$

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

Nota S.S.S. = Saturado con Superficie Seca.

Se expresarán siempre las temperaturas a las que se hayan determinado los pesos.

**6.2** Cuando se divide la muestra total para ensayo en fracciones más pequeñas como se indica en el numeral 4.2, se ensayarán por separado cada una de las fracciones, calculándose sus respectivos pesos específicos y absorción a partir de las expresiones del numeral 6.1.

Para obtener el verdadero valor, tanto del peso específico como de la absorción, correspondientes a la mezcla total (n fracciones), se aplican las expresiones:

$$G_{pr} = \frac{1}{\frac{P_1}{100G_1} + \frac{P_2}{100G_2} + \frac{P_n}{100G_n}}$$

$$A = \frac{P_1A_1}{100} + \frac{P_2A_2}{100} + \frac{P_nA_n}{100}$$

Donde:

- $P_1, P_2, \dots, P_n$  = Porcentajes respectivos del peso de cada fracción con respecto al peso total de la muestra.
- $G_1, G_2, \dots, G_n$  = Pesos específicos (aparente, saturado con superficie seca o real, el que se esté calculando) de cada fracción de la muestra total.
- $A_1, A_2, \dots, A_n$  = Porcentajes de absorción de cada fracción de la muestra total.
- $G_p$  = Verdadero valor del peso específico correspondiente (aparente, saturado superficie seca o real) a la muestra total.
- $A$  = Valor del porcentaje de absorción de la muestra total.



## 7. PRECISIÓN

7.1 Puede seguirse el siguiente criterio para juzgar la aceptabilidad de los resultados con un 95 % de probabilidad.

Los ensayos por duplicado realizados en un mismo laboratorio sobre una misma muestra, se considerarán satisfactorios si no difieren en más de las siguientes cantidades:

para los Pesos Específicos	0.01
para la Absorción	0.13

Los ensayos realizados en un mismo laboratorio sobre una misma muestra, se considerarán satisfactorios si no difieren de su valor medio en más de las siguientes cantidades:

para los Pesos Específicos	$\pm 0.01$
para la Absorción	$\pm 0.09$

Para muestras diferentes, aún con idéntico origen, los límites de precisión deberán ser superiores.

## 8. REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM	C 127
AASHTO	T 85



## ELABORACIÓN Y CURADO EN EL LABORATORIO DE MUESTRAS 80 DE CONCRETO PARA ENSAYOS DE LABORATORIO

### MTC E 702 - 2000

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM C 192 y AASHTO T 126, los mismos que se han adaptado, a nivel de Implementación, a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

#### 1.OBJETIVO

**1.1** Establecer el procedimiento para la elaboración y curado de muestras de concreto en el laboratorio bajo estricto control de materiales y condiciones de ensayo, usando concreto compactado por apisonado o vibración como se describe en la presente norma.

#### 2.APARATOS

**2.1** 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.

**2.2** Moldes cilindricos 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".

**2.3** 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.



**2.4 Varilla compactadora.** Debe ser de acero estructural, cilíndrica, y el extremo compactador debe ser hemisférico con radio igual al radio de la varilla. Según el diámetro y longitud, la varilla compactadora puede ser de dos tipos:

Varilla compactadora larga. De diámetro igual a 16 mm (5/8"), y aproximadamente 600 mm (24") de longitud.

Varilla compactadora corta. De diámetro igual a 10 mm (3/8") y aproximadamente 300 mm (12") de longitud.

**2.5 Apisonador.** Debe ser de caucho, que pese  $0.57 \pm 0.23$  kg. ( $1.25 \pm 0.5$  lb).

### 2.6 Vibradores

**Vibradores internos.** Pueden ser de eje rígido o flexible, preferiblemente accionados por motores eléctricos. La frecuencia de vibración debe ser de 7000 rpm o mayor. El diámetro exterior o dimensión lateral del elemento Vibratorio no debe ser menor de 19.0 mm (0.75"), ni mayor de 38.0 mm (1.5"). La longitud total de vibrador y brazo deberá exceder a la profundidad máxima del molde en 76.0 mm (3") como mínimo.

**Vibradores externos.** Pueden ser de mesa o de plancha. La frecuencia de vibración debe ser de 3.600 rpm y su construcción debe ser tal que el molde quede firme sobre la mesa. Se debe usar un tacómetro para controlar la frecuencia de vibración.

**2.7 Cono para medir el asentamiento.** Debe cumplir con la norma MTC E705.

**2.8 Recipientes destinados a recibir la mezcla.** Deben ser de material no absorbente, y de capacidad suficiente para contener la bachada..

**2.9 Aparatos para medir el contenido de aire.** El aparato para medir el contenido de aire debe cumplir con lo establecido en la norma MTC E706, referente al Contenido de Aire en el concreto fresco, método de presión.

**2.10 Balanzas.** Las balanzas para determinar el peso de las muestras deben tener una precisión de 0.30%.

**2.11 Mezcladora de concreto.** La mezcladora puede ser mecánica o manual. Para concretos con asentamiento inferior a 25 mm (1"), es más apropiado utilizar un recipiente mezclador (mezcla manual) que una mezcladora de tambor inclinable. Es aconsejable, cuando en tal caso tenga que utilizarse esta última, reducir la velocidad de rotación y el ángulo de inclinación del tambor y trabajarla a una capacidad inferior que la especificada por el fabricante.

**2.12 Equipo misceláneo.** Tamices, palas, badilejos, reglas, etc.

### 3. MUESTRAS



**3.1 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.

**3.2 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.

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

**3.4 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 debe 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.

**3.5 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.

#### **4. PREPARACIÓN DE LOS MATERIALES**

**4.1 Temperatura.** Los materiales deberán estar a una temperatura uniforme, preferiblemente entre 20 a 25 °C (68 a 77 °F), antes de ser mezclados.

**4.2 Cemento.** El cemento debe almacenarse en recipientes impermeables (preferiblemente metálicos) y colocados en un lugar seco. Debe "ser mezclado" previamente para conseguir su uniformidad durante el ensayo, ser pasado por el tamiz de 850 mm (No. 20) para retirar cualquier grumo y ser mezclado de nuevo.

**4.3 Agregados.** Para evitar la segregación del agregado grueso, sepárese en fracciones de tamaño individual y recombinése luego, para cada bachada, con las proporciones necesarias para producir la gradación deseada. Cuando una fracción de tamaño este presente en cantidad superior al 10%, el cociente entre el tamaño del tamiz superior y el del inferior no debe exceder de 2.0. Se aconsejan grupos aun más cercanos de tamaño.



Aunque el agregado fino se separe en fracciones de tamaño individual manténgase en condición húmeda, o devuélvase a su condición húmeda hasta que sea usado, para prevenir la segregación. Si se están estudiando gradaciones no usuales, puede necesitarse secar y separar el agregado fino en fracciones de tamaño individual. En este caso, si la cantidad total requerida de agregado fino es mayor a la que se puede mezclar de forma eficiente como una sola unidad, las fracciones de tamaño individual deben ser pesadas en las cantidades requeridas para cada bachada individual. Determinése el peso específico y la absorción de los agregados de acuerdo con las normas MTC E205 y MTC E206

Antes de incorporarse en el concreto, el agregado debe prepararse a una condición definida y uniforme de humedad. Determinése el peso del agregado que va a ser usado en la bachada por uno de los siguientes procedimientos:

- Los agregados de baja absorción (absorción inferior al 1.0%) pueden ser pesados en un ambiente seco, teniendo en cuenta la cantidad de agua que será absorbida por el cemento. Este procedimiento es particularmente útil para el agregado grueso, el cual debe ser reducido a fracciones de tamaños individuales; por peligro de la segregación, este procedimiento puede ser usado en agregados finos únicamente cuando tal agregado se separa en tamaños individuales.
- Las fracciones de tamaños individuales pueden ser pesadas separadamente, recombinadas en un recipiente tarado en las cantidades requeridas para la bachada y sumergidas por 24 horas antes de su uso. Después de la inmersión se deja decantar el exceso de agua y se determina el peso del agregado combinado junto con el agua de mezcla. Debe tenerse en cuenta la cantidad de agua absorbida por el agregado.
- El agregado puede llevarse hasta y mantenerse en una condición saturada, con una humedad superficial suficiente para evitar pérdidas por secado, al menos 24 horas antes de su uso. Cuando se utiliza este método, la humedad del agregado debe ser determinada para poder calcular las cantidades de agregado saturado que se van a utilizar. La humedad superficial debe considerarse como parte del agua de mezcla. Este método descrito (humedad un poco por encima de la cantidad de absorción), es particularmente útil para agregados finos. Es menos usado para agregados gruesos, debido a la dificultad para encontrar con precisión la humedad, pero cuando es usado, cada fracción de tamaño individual debe manejarse separadamente para asegurar la obtención de una gradación apropiada.
- Los agregados finos y gruesos pueden ser llevados hasta y mantenidos en una condición saturada, superficialmente seca, hasta que sean pesados para su uso. Este método se usa principalmente para preparar material para bachadas que no excedan de  $0.007 \text{ m}^3$  (1/4 pie<sup>3</sup>) en volumen. Debe tenerse mucho cuidado en evitar el secado durante su pesaje y su uso.

Agregados livianos. Estos agregados tienen generalmente un grado de absorción tal que ninguno de los procedimientos descritos es aplicable para ellos. La humedad de estos agregados en el momento de mezclado puede tener efectos importantes sobre las propiedades del concreto, fresco y endurecido, como el asentamiento, resistencia a la compresión, etc.



**4.4 Aditivos** Los aditivos pulverizados que son enteramente o en parte insolubles, que no contienen sales higroscópicas y que tienen que ser agregados en cantidades pequeñas, deben ser mezclados con el cemento antes de introducir la mezcla en la mezcladora.

Los aditivos insolubles que son usados en cantidades excedentes al 10% en peso del cemento, deben ser manejados y adicionados a la mezcla en la misma forma como se maneja el cemento.

Los aditivos pulverizados altamente insolubles pero que contienen sales higroscópicas deben ser mezclados con la arena antes de introducirlos a la mezcladora.

Los que son solubles en agua y los líquidos, deben ser adicionados a la mezcladora en solución con el agua de la mezcla. La cantidad de tal solución usada debe ser incluida en el cálculo del agua de la mezcla.

Los que son incompatibles en su forma concentrada no deben ser entremezclados antes de ser adicionados al concreto.

El tiempo, secuencia y método utilizados para adicionar algunos aditivos a la mezcla de concreto, pueden tener efectos importantes sobre sus propiedades, como en el tiempo de fraguado y en el contenido de aire.

El método seleccionado para la adición de aditivos debe tener uniformidad de mezclada a mezclada.

## 5. PROCEDIMIENTO

**5.1 Mezcla de concreto.** La mezcla de concreto debe ser tal que deje un 10% de residuo después de haber moldeado la muestra de ensayo

Los procedimientos de mezclado manual no son aplicables a concretos con aire incorporado o a concretos con asentamiento no medible. El mezclado manual debe limitarse a bachadas de 0.007 m<sup>3</sup> (1/4 pie<sup>3</sup>) de volumen o menos.

- Mezcla con máquina. Antes que empiece la rotación de la mezcladora se debe introducir el agregado grueso con algo de agua que se use en la mezcla y la solución del aditivo cuando ésta se requiera. Se pone en funcionamiento la mezcladora, al cabo de unos cuantas revoluciones se para, o no, para adicionar el agregado fino, el cemento y el agua.

Seguidamente se debe mezclar el concreto durante 3 minutos a partir del momento en que todos los ingredientes estén en la mezcladora. Se apaga la mezcladora durante 3 minutos y se pone en funcionamiento durante 2 minutos de agitación final.

Se debe cubrir el extremo abierto de la mezcladora para evitar la evaporación durante la mezcla.

Debe restituirse todo mortero que se pierda por adhesión a la mezcladora para conservar las proporciones.



El concreto se debe recibir en un recipiente limpio y seco para agitarlo con un badilejo o pala hasta hacerlo uniforme y evitar la segregación.

Es difícil recobrar todo el mortero impregnado en las partes de las mezcladoras. Para compensar esta dificultad puede seguirse uno de los procedimientos siguientes para asegurar las proporciones finales correctas en la mezcla:

(1)"Embaldurnando la mezcladora". Justo antes de mezclar la bachada, la mezcladora es recubierta mezclando una bachada proporcionada de tal forma que simule cercanamente la bachada del ensayo. El mortero que se adhiera a la mezcladora después de descargar la bachada intenta compensar la pérdida de mortero de la bachada del ensayo.

(2)Sobre proporcionamiento de la mezcla. La mezcla de ensayo se proporciona con una cantidad de mortero en exceso, cantidad estimada de antemano, que pretende compensar en promedio aquella que se queda adherida a la mezcladora. En este caso, el tambor es limpiado antes de mezclar la bachada de ensayo.

- Mezcla manual. Se debe hacer la mezcla en una vasija limpia y seca utilizando el siguiente procedimiento:

Se debe mezclar el cemento, aditivo pulverizado insoluble, si se va a utilizar, y los agregados finos sin adición de agua hasta que se logre una mezcla homogénea.

Seguidamente se debe adicionar el agregado grueso mezclándolo sin adición de agua hasta que se distribuya uniformemente en la mezcla.

Se adiciona agua, y el aditivo soluble si se va a utilizar. Se debe mezclar lo suficiente para obtener una mezcla homogénea y de consistencia deseada. Si se necesita una prolongación del mezclado añadiendo incrementos de agua para ajustar la consistencia, debe descartarse la bachada y efectuar otra en la cual el mezclado no sea interrumpido.

**5.2** Determinación del asentamiento. Se debe medir el asentamiento de cada mezcla de acuerdo con la norma MTC E705.

**5.3** Determinación del contenido de aire. Se debe determinar el contenido del aire de acuerdo con las normas MTC E706 "Contenido en el aire en el concreto fresco" (M. volumétrico).

**5.4** Rendimiento. Determinese el rendimiento de cada bachada de concreto, si se requiere, de acuerdo con la norma MTC E714. El concreto utilizado en los ensayos de asentamiento y de rendimiento puede devolverse al recipiente de la mezcla y remezclarse con la bachada.

#### **5.5** Vaciado del concreto

Lugar del moldeo. 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. Transportense 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 1.

**5.6 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 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 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)
<b>CILINDROS</b>			
Hasta 300(12)	Apisonado(varillado)	3 iguales	100(4)
Mayor que 300(12)	Apisonado(varillado)	Las requeridas	
Hasta 460(18)	Vibración	2 iguales	200(4)
Mayor que 460(18)	Vibración	3 ó más	
<b>PRISMAS</b>			
Hasta 200(8)	Apisonado(varillado)	2iguales	100(4)
Mayor que 200(8)	Apisonado(varillado)	3 o más	
Hasta 200(8)	Vibración	1	200(8) C 172
Mayor que 200(8)	Vibración	2 o más	

a) *Apisonado por varillado.* Se coloca el concreto en el molde con el número de capas requeridas (Tabla 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 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 ( $\frac{1}{2}$ " ) 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.

*b) 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  $\frac{1}{3}$  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 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

**5.7 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) (véase norma MTC E703 "Capping").

## 6. CURADO

**6.1 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 lamina de plástico dura e impermeable. Se permite el uso de lona húmeda para el cubrimiento de la muestra, pero se evitará 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.

**6.2 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.

**6.3 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.

#### 7. REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM	C 192
AASHTO	T 126



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS

### MTC E 704 - 2000

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM C 39 y AASHTO T 22, los mismos que se han adaptado, a nivel de implementación, a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

#### 1. OBJETIVO

1.1 Determina la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto para concretos con pesos unitarios superiores a  $800 \text{ kg/m}^3$  ( $50 \text{ lbs/pe}^3$ ).

1.2 Consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

#### 2. USO Y SIGNIFICADO

2.1 Los resultados son usados como control de calidad de la proporción del concreto, de su mezclado y operaciones de colocación; para el cumplimiento de especificaciones, y como control para evaluar la efectividad de la mezcla con aditivos y sus usos similares.

#### 3. APARATOS

3.1 Máquina de ensayo, Debe ser de un tipo tal que tenga suficiente capacidad de carga y que reúna las condiciones de velocidad descritas en el numeral 5.5.

La verificación de la calibración de la máquina de ensayo estará de acuerdo con la norma correspondiente, "Ensayo normalizado para la verificación de la carga de las máquinas de Ensayo".

Debe operar mecánicamente y aplicar la carga de una manera continua y no en forma intermitente, y sin choques.

Precisión. La precisión de la máquina de ensayo, determinada con un elemento de calibración elástico, debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a) El porcentaje de error de las cargas dentro del rango propuesto para la maquina, no excederá del  $\pm 1.0\%$  de la carga indicada.

- b) La precisión de la máquina de ensayo debe verificarse aplicando cinco (5) cargas de ensayo en cuatro (4) incrementos aproximadamente iguales en orden ascendente. La diferencia entre dos cargas sucesivas cualesquiera no excederá en más de un tercio de la diferencia entre la máxima y la mínima carga de ensayo.
- c) La carga del ensayo tal y como se indica por la máquina de ensayo y la carga aplicada calculada a partir de las lecturas de los elementos de verificación, deben registrarse en cada punto de ensayo. Calcule el error,  $E$ , y el porcentaje de error,  $Ep$ , para cada punto de esta forma:

$$E = A - B$$

$$Ep = 100(A - B) / B$$

Donde:

A = Carga, N (o lbf) indicada por la máquina que está siendo verificada.

B = Carga aplicada, N (o lbf) determinada por el elemento de calibración.

- d) En ningún caso el rango de carga debe establecerse incluyendo valores por fuera del rango de cargas que se aplicaron durante el ensayo de verificación.
- e) La carga indicada por la máquina de ensayo no debe corregirse ni mediante cálculos, ni mediante el uso de diagramas de calibración para obtener valores dentro de la variación permisible requerida.

**3.2** La máquina de ensayo debe estar equipada con dos bloques de carga, de acero con caras endurecidas (Nota 1), uno de los cuales es un bloque con rotula el cual descansa sobre la superficie superior de la muestra, y el otro un bloque sólido sobre el cual se colocará el espécimen.

Las superficies de los bloques que están en contacto con el espécimen deben tener una dimensión al menos 3% mayor que el diámetro del espécimen ensayado. Excepto para los círculos concéntricos descritos a continuación, las caras de carga no deben separarse del plano en más de 0.025 mm en cualquiera de los 152 mm de los bloques de 15.2 mm de diámetro o mayores, o por más de 0.025 mm en cualquier bloque con diámetro más pequeño los bloques nuevos deben fabricarse con la mitad de estas tolerancias.

Cuando el diámetro de la cara de carga con rotula exceda el diámetro del espécimen en más de 13 mm, deben inscribirse círculos concéntricos con una profundidad no mayor de 1.0 mm y un ancho no mayor a 1.0 mm (3/64") para facilitar el centrado



**Nota 1.** La dureza "Rockwell" de las caras de los bloques de carga utilizados para este ensayo no debe ser menor a 55 HPC.

El bloque inferior de carga debe cumplir los siguientes requisitos:

- Debe ser adecuado para proveer una superficie maquinada que cumpla con los requerimientos anteriormente indicados (Nota 2). Las superficies superiores e inferiores deben ser paralelas una a la otra. El bloque debe poder asegurarse a la platina de la máquina de ensayo. Su dimensión horizontal menor debe ser al menos 3% mayor que el diámetro del espécimen ensayado. Los círculos concéntricos que se describen en el numeral 3.2 son opcionales.
- Se hará un centrado final con respecto al bloque superior cuando se use el bloque inferior para ayudar al centrado del espécimen. El centro de los anillos, cuando estos existan, o el centro del bloque mismo debe estar directamente debajo del centro de la rotula.
- El bloque de carga inferior debe tener al menos 25 mm (1") de espesor cuando sea nuevo, y al menos 22.5 mm (0.9") después de cualquier operación de afinado de la superficie.

**Nota 2.** Si la máquina de ensayo esta diseñada de tal forma que la misma plataforma puede mantenerse con su superficie en las condiciones especificadas, no se requerirá un bloque inferior.

El bloque de carga con rotula debe cumplir los siguientes requisitos:

- El diámetro máximo de la cara de carga del bloque con rotula no debe exceder los valores que se dan a continuación:

Diámetro del espécimen de ensayo (mm)	Diámetro máximo de la cara de carga (mm)
51	102
76	127
102	165
152	254
203	279

**Nota 3.** Se aceptan las superficies cuadradas, siempre y cuando el diámetro máximo del círculo inscrito más grande no exceda el diámetro indicado.



- El centro de la rótula debe coincidir con el de la superficie de la cara de carga dentro de una tolerancia de  $\pm 5\%$  del radio de la rótula. El diámetro de la rotula debe ser al menos el 75% del diámetro de la muestra
- La rótula debe ser diseñada de tal forma que el acero en el área de contacto no sufra deformaciones permanentes debido al uso, con cargas de hasta 82.7 MPa (12.000 lb/Pulg<sup>2</sup>) sobre el espécimen de prueba.
- Las superficies de la rótula deben mantenerse limpias y lubricadas con aceite de motor convencional. Después de entrar en contacto con el espécimen y de aplicar una pequeña carga inicial, debe evitarse cualquier movimiento adicional del bloque con rótula.
- Si el radio de la rótula es más pequeño que el radio del espécimen más grande, la porción de la superficie de carga que se extiende más allá de la rótula debe tener un espesor no menor que la diferencia entre el radio de la esfera y el radio del espécimen. La menor dimensión de la superficie de carga debe ser al menos igual al diámetro de la rótula (véase Figura I).
- La porción móvil del bloque de carga debe sostenerse lo más segura que sea posible, pero el diseño debe ser tal que la cara de carga pueda girar libremente e inclinarse al menos 40 en cualquier dirección.

**3.3** Indicador de carga. La escala graduada del dial debe ser tal, que permita leer con una precisión del 1% de la carga total de la escala. (Nota 4). La escala debe tener una línea y un número que indique el cero (0). El puntero debe tener una longitud tal que alcance las marcas indicadoras. El espesor del extremo del puntero no debe exceder la distancia libre entre las graduaciones más pequeñas. Cada dial debe estar equipado con un dispositivo de ajuste al cero, accesible desde afuera, y con un indicador apropiado para que en todo momento y hasta cuando sea reiniciado, indique con una exactitud del 1%, la carga máxima aplicada al espécimen.

**Nota 4.** La distancia más cercana razonablemente legible, se considera que es 0.5 mm a lo largo del arco descrito por el extremo del puntero.

Si la máquina de ensayos indica la carga en forma digital, el número debe ser suficientemente grande para que sea legible, con un incremento numérico igual o menor del 0.05% de la carga total de la escala y dentro del 1.0% de la carga indicada en cualquier nivel dentro del rango de valores de carga dados.

Se deben realizar los ajustes para que la aguja señale el cero verdadero cuando se encuentre con carga cero (0). Se debe proveer un indicador de carga máxima que, en todo momento, hasta cuando la máquina sea reiniciada, indique con una precisión del 1%, la carga máxima que fue aplicada al espécimen.



#### 4. MUESTRAS

**4.1** Las muestras no deben ensayarse si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro en más del 2% (Nota 5).

**Nota 5.** Esto puede ocurrir cuando uno de los moldes sea dañado o deformado durante su transporte, cuando se usen moldes flexibles y estos se deformen durante el moldeo, o cuando una muestra perforada se defleccione o distorsione durante el proceso de perforación.

**4.2** Ninguna de las muestras ensayadas a compresión debe separarse de la perpendicularidad del eje en más de 0.51 (equivalentes a 3 mm en 300 mm aproximadamente). El extremo de una muestra que no sea plana debe ser refrentado (capping) de acuerdo con lo indicado por la norma MTC E703. El diámetro usado para calcular el área de la sección transversal de la muestra debe determinarse con una precisión de 0.25 mm (0.01") promediando los dos diámetros medidos en ángulo recto uno con respecto al otro y en la mitad del espécimen.

**4.3** El número individual de testigos medidos para la determinación del diámetro promedio puede reducirse a uno por cada diez especímenes o tres especímenes por día, lo que sea mayor, si se sabe que todos los testigos han sido hechos con un único lote de moldes reutilizables que consistentemente producen especímenes de diámetro promedio en una variación de 0.51 mm (0.02"). Cuando el diámetro promedio no cae dentro de la variación de 0.51 mm o cuando los cilindros no están hechos con un único lote de moldes, cada uno ensayado debe medirse y el valor encontrado ser usado en los cálculos de la resistencia a la compresión de cada muestra.

**4.4** La longitud debe medirse con una aproximación de 0.05 D, siendo D el diámetro del espécimen.

#### 5. PROCEDIMIENTO

**5.1** El ensayo de compresión de muestras curadas en agua debe hacerse inmediatamente después de que éstas han sido removidas del lugar de curado





**5.5 Velocidad de carga.** Aplíquese la carga continuamente sin golpes bruscos.

- Para las máquinas de ensayo del tipo tornillo, la cabeza móvil debe desplazarse a una velocidad de 1.3 mm/min (0.05 pulg/min) cuando la máquina está operando sin transmitir carga. Para las máquinas hidráulicamente operadas la carga debe aplicarse a una velocidad correspondiente a una tasa de aplicación de carga comprendida en el rango de 0.14 a 0.34 MPa/s (20 a 50 lb/ Pulg<sup>2</sup> -seg.). La velocidad escogida se debe mantener al menos durante la segunda mitad del ciclo de ensayo, para la fase de carga prevista.
- Durante la aplicación de la primera mitad de la fase de carga prevista, se permite una velocidad de carga mayor.

**5.6** Aplíquese la carga hasta que la muestra falle y regístrese la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo. Anótense el tipo de falla y la apariencia del concreto.

## 6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

**6.1** Calcúlese la resistencia a la compresión, dividiendo la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo, por el promedio del área de la sección transversal determinada en la forma descrita en el numeral 4.3, y expresando el resultado con una aproximación de 70 kPa (10 Psi).

**6.2** Si la relación entre la longitud del espécimen y el diámetro es menor de 1.8, corríjase el resultado obtenido en el numeral 6.1 multiplicando por el factor apropiado de los que se indican a continuación:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

**Nota 6.** Estos factores de corrección se aplican a concretos livianos que pesen entre 1600 y 1920 kg/m<sup>3</sup> y a concretos de peso normal, secos ó rígidos al momento de ensayo. Los valores que no se dan en la tabla se pueden obtener por interpelación. Los factores de corrección se aplican a concretos con una resistencia entre 13.8 y 41.4 kPa (2000 a 6000 Psi).

**6.3** El informe de los resultados debe incluir:

- Número de identificación.
- Diámetro y longitud (mm o pulgada).
- Área de la sección transversal (cm<sup>2</sup> o pulgada<sup>2</sup>).
- Carga máxima (N o lbf)
- Resistencia a la compresión (kPa o Psi).
- Edad del espécimen.
- Defectos en el refrentado del espécimen.

### 7. REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM	C 39
AASHTO	T 22

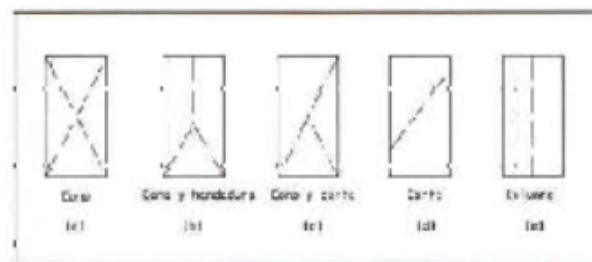


Figura 2. (Requerida en los tipos de falla)



## TRACCIÓN INDIRECTA DE CILINDROS ESTÁNDAR DE CONCRETO

### MTC E 708 - 2000

Este Modo Operativo está basado en la Norma ASTM C 496, las mismas que se ha adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

#### 1. OBJETIVO

**1.1** Establecer el procedimiento de ensayo de tracción indirecta de cilindros normales de concreto (diámetro =  $150 \pm 3$  mm y longitud =  $300 \pm 6$  mm).

#### 2. APARATOS

**2.1** Máquina de ensayo. Se ajustará a los requerimientos de la norma respectiva y deberá tener la suficiente capacidad para aplicar la carga que se describe mas adelante en el [numeral 4.4](#).

**2.2** Platina de apoyo suplementaria. Si el diámetro o la mayor dimensión de las placas de apoyo, inferior y superior, es menor que la longitud del cilindro para ensayo, debe usarse una platina suplementaria de acero maquinado. Las superficies de la platina deben ser planas dentro de una tolerancia de 0.025 mm (0.001"), medida sobre cualquier línea de contacto del área de apoyo. Debe tener un ancho por lo menos de 50 mm (2") y espesor no menor a la distancia entre el borde de las placas de apoyo y el extremo del cilindro. La platina debe colocarse de tal forma que la carga sea aplicada sobre la longitud total del cilindro.

**2.3** Listones de apoyo. Deben ser dos tiras de cartón o dos listones de, madera laminada, libres de imperfecciones, de 3 mm (1/8") de espesor, 25 mm (1") de ancho aproximadamente y longitud igual o ligeramente mayor que la del cilindro. Los listones de apoyo deben colocarse entre el testigo de concreto y las placas superior e inferior de apoyo de la máquina de ensayo o entre el testigo de concreto y la platina suplementaria, cuando ésta se utilice. Los listones de apoyo deben usarse solamente una vez.

#### 3. TESTIGOS DE ENSAYO

**3.1** Los especímenes se prepararán y fabricarán de acuerdo con los métodos de hechura y curación de especímenes de concreto para ensayos, en el laboratorio o en el campo.



Los especímenes curados en cuarto húmedo, en el periodo comprendido entre su extracción del ambiente del cuarto y su ensayo, deberán cubrirse con una manta, cáñamo o yute húmedo, y serán ensayadas en condiciones húmedas, tan pronto como sea posible.

**3.2** El siguiente procedimiento de curado será utilizado para la evaluación de concretos livianos: el espécimen ensayado a los 28 días, estará bajo condición de aire seco durante 21 días a  $23.0 \pm 1.7$  °C ( $73 \pm 3$  °F) y  $50 \pm 5\%$  de humedad relativa, después de 7 días de curado húmedo.

#### **4. PROCEDIMIENTO**

**4.1** Marcas. Dibújense diámetros sobre cada extremo del espécimen, utilizando un aparato adecuado, que permita asegurar que se encuentran en el mismo plano axial.

**4.2** Medida de diámetro y longitud. El diámetro se determina con aproximación de 1.0 mm mediante el promedio de tres medidas realizadas una cerca a cada extremo y una en el centro del cilindro. La longitud se determina con aproximación de 1.0 mm, mediante el promedio de dos medidas.

**4.3** Colocación de los listones de apoyo ([Figura 1](#)). Se coloca un listón de apoyo a lo largo del centro de la placa inferior. Se pone el cilindro sobre el listón, de tal manera que el punto de tangencia de las dos bases esté concentrado sobre la lámina de apoyo. Se coloca el segundo listón longitudinalmente sobre el testigo, centrándolo en forma similar al anterior.

También se puede centrar el espécimen utilizando las marcas dibujadas así: colocado el listón inferior, se alinea el cilindro de forma que una de las líneas marcadas quede centrada y vertical. El otro listón se coloca de forma que el punto de tangencia coincida con el otro extremo del diámetro vertical

**4.4** Velocidad de carga. Se aplica carga al cilindro en forma continua evitando impacto, a velocidad constante comprendida entre 700 kPa/min (100 lb/pulg<sup>2</sup> /min) y 1400 kPa/min (200 lb/pulg<sup>2</sup> /min) mientras se rompe el cilindro. Por lo tanto, la velocidad de aplicación de carga para cilindros normales esta comprendida entre 50 y 100 kN/min (11300 y 22000 lbf).

Se anota la carga de la máquina en el momento de rotura, lo mismo que el tipo de rotura y la apariencia del concreto.

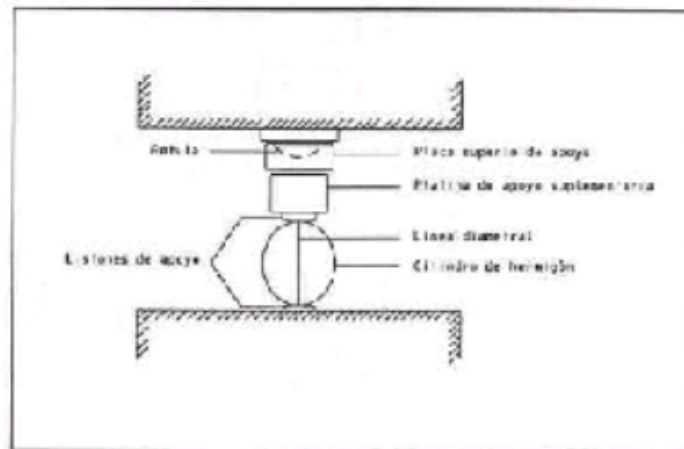


Figura 1. Cilindro colocado ensayo de tensión indirecta.

## 5. CÁLCULOS

5.1 El esfuerzo de tracción indirecta del cilindro se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$T = \frac{2P}{XLd}$$

Siendo:

T = Esfuerzo de tracción indirecta, kPa (lb/pulg<sup>2</sup>).

p = Carga máxima indicada por la máquina de ensayo, kN (lbf)

L = Longitud del cilindro, mm (pulg).

d = Diámetro del cilindro, mm (pulg)

## 6. INFORME

En este deben indicarse:

- Identificación del cilindro.
- Diámetro y longitud
- Carga máxima, kN (lbf)
- Edad del cilindro
- Esfuerzo de tracción indirecta, calculado con aproximación a 50 kPa (5 lb/ pulg<sup>2</sup>).
- Porcentaje estimado de partículas de agregado fracturadas durante el ensayo.
- Tipo de fractura si es diferente a la producida según un plano vertical.



## 7. REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM	C 496
------	-------





## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ

### MTC E 709 - 2000

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM C 78 y AASHTO T 97, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

#### 1. OBJETIVO

1.1 Establecer el procedimiento para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto, por medio del uso de una viga simple cargada en los tercios de la luz.

1.2 El valor del módulo de rotura indicado en MPa ( $\text{lb/pulg}^2$ ) se considerará como el normalizado.

#### 2. APARATOS

2.1 La máquina de ensayo deberá cumplir con los requerimientos del Apéndice 1 "Bases de verificación, correcciones e intervalos de tiempo entre verificaciones". No serán permitidas las máquinas de ensayo operadas a mano con bombas que no suministren una carga continua en un recorrido. Se permitirán bombas con motor u operadas a mano, con desplazamiento positivo, que tengan suficiente volumen en un golpe continuo, para completar el ensayo sin requerir una nueva carga, siempre y cuando sean capaces de aplicar las cargas a una rata uniforme, sin interrupciones o discontinuidades. El método de carga en los tercios deberá utilizarse en la realización de ensayos de flexión, empleando bloques de carga, los cuales asegurarán que las fuerzas aplicadas a la viga sean perpendiculares a la cara del espécimen y sin excentricidad. En la Figura 1 se muestra un diagrama del aparato que cumple con este propósito.

2.2 Todos los aparatos utilizados en el ensayo de flexión del concreto deben ser capaces de mantener la longitud especificada de la luz entre apoyos, y las distancias entre los bloques de aplicación de carga y los bloques de apoyo, constantes, con una tolerancia de  $\pm 1.3 \text{ mm } (\pm 0.05")$ .

2.3 Las reacciones deberán ser paralelas a la dirección de las fuerzas aplicadas en todo momento durante el ensayo y la relación entre la distancias del punto de aplicación de la carga a la reacción más cercana y la altura de la viga no deberá ser menor que uno (1)

2.4 Si se usa un aparato similar al que se ilustra en la Figura 1 se tendrá en cuenta lo siguiente:

- a) Los bloques de aplicación de carga y de apoyo no tendrán más de 64 mm (2.5") de altura, medida desde el centro o eje del pivote, y debe extenderse completamente a través o más allá del ancho completo del espécimen.

Cada superficie endurecida de carga en contacto con la muestra no debe separarse del plano en más de 0.05 mm (0.002") y debería ser una porción de un cilindro, el eje del cual deberá coincidir con el eje de la barra o el centro de la esfera en el cual el bloque se encuentre pivotado. El ángulo sustentado por la superficie curva de cada bloque debe ser de  $45^\circ$  (0.79 rad), como mínimo.

- b) Los bloques de aplicación de carga y de apoyo deberán mantenerse en posición vertical y en contacto con la barra o esfera por medio de tornillos cargados con resortes, que los mantienen en contacto con la barra o esfera de pivotaje

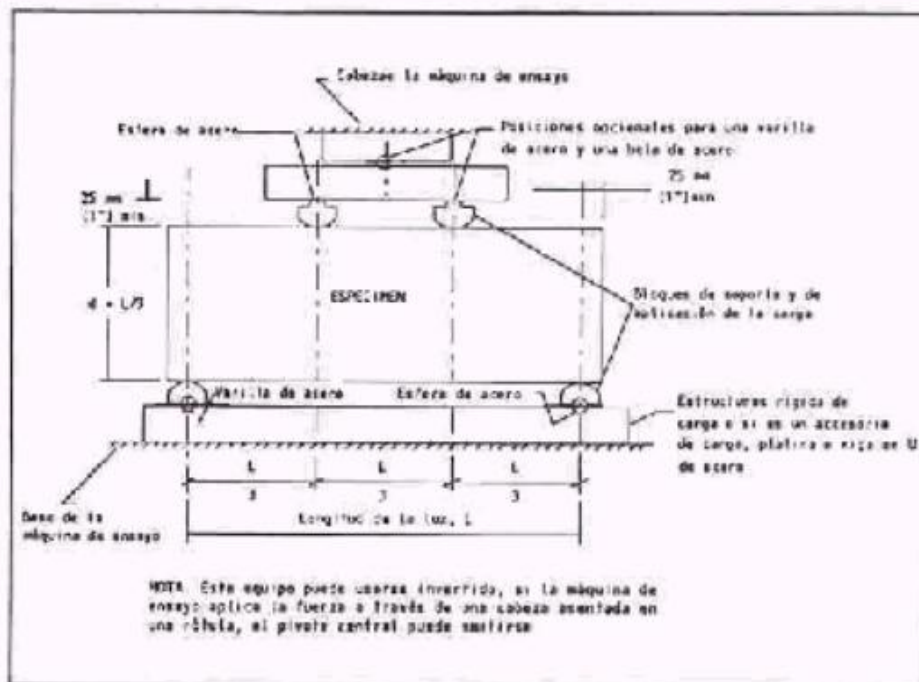


Figura 1. Esquema de un equipo adecuado para el ensayo de flexión del concreto usando una viga simple cargada en los tercios de la luz.

- c) El plato de carga superior y la esfera del punto central en la Figura 1 pueden omitirse cuando se use un bloque apoyado sobre una rótula, ya que una barra y una esfera se usan como pivotes para los bloques superiores de aplicación de carga.



### 3. MUESTREO

**3.1** Los especímenes de ensayo deben cumplir con los requerimientos de la norma MTC E702 "Elaboración y curado de muestras de concreto en el laboratorio".

Las muestras deben tener una distancia libre entre apoyos de al menos tres veces su altura, con una tolerancia del 2%. Los lados de la muestra deben formar ángulos rectos con las caras superior e inferior. Todas las superficies en contacto con los bloques de aplicación de carga y de soporte deben ser suaves y libres de grietas, indentaciones, agujeros o inscripciones.

### 4. PROCEDIMIENTO

**4.1** Gírese la muestra sobre un lado con respecto a su posición de moldeo y céntrese sobre los bloques de carga. Céntrese el sistema de carga en relación con la fuerza aplicada. Pónganse los bloques de aplicación de carga en contacto con la superficie del espécimen en los puntos tercios, entre los soportes. Si no se obtiene contacto completo sin carga entre el espécimen, los bloques de aplicación de carga y los soportes, de forma que se presente una separación de 0.1 mm (0.004") en una longitud de 25 mm (1") o más larga, púlanse o enfrentense las superficies de contacto de la muestra, con láminas de cuero (capping).

**4.2** Se recomienda minimizar el pulimento de las superficies laterales de la muestra, ya que esto puede variar las características físicas de esta y afectar los resultados del ensayo.

**4.3** Úsense láminas de cuero sólo cuando la superficie de la muestra se separe del plano en más de 0.38 mm (0.015"). Las láminas de cuero deben tener un espesor uniforme de 6.4 mm (0.25") y un ancho de 25 a 50 mm (1 a 2"), y deben extenderse el ancho total de la muestra. La carga debe aplicarse rápidamente, hasta aproximadamente el 50% del valor esperado de rompimiento. A continuación, aplíquese la carga en forma continua a una rata que incremente constantemente el esfuerzo de la fibra extrema, entre 861 y 1207 kPa/min (125 a 175 lb/pulg<sup>2</sup>), cuando se calcule de acuerdo con el numeral 6.1, hasta que ocurra la rotura

### 5. MEDICIÓN DE LA MUESTRA DESPUÉS DEL ENSAYO

**5.1** Tómense tres medidas de cada dimensión (una en cada borde y en el centro) con una precisión de 1.3 mm (0.05") para determinar el ancho promedio, la altura promedio y la localización de la línea de fractura del espécimen en la sección de falla.



## 6. CÁLCULOS

**6.1** Si la fractura se inicia en la zona de tensión, dentro del tercio medio de la luz libre, calculase el módulo de rotura de la siguiente forma:

$$R = PI / bd^2$$

donde:

R = Modulo de rotura MPa (lb/pulg )

P = Máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo N (lbf)

L = Longitud libre entre apoyos mm (pulg).

b = Ancho promedio de la muestra mm (pulg).

d = Altura promedio de la muestra, mm (pulg).

- Si la fractura ocurre en la sección con "capping", incluya el espesor del recubrimiento en la altura de la muestra.
- El peso de la viga no se incluye en los cálculos anteriores.

**6.2** Si la fractura ocurre en la zona de tensión, fuera del tercio medio de la luz libre, en menos del 5% de la luz libre, calcúlese el modulo de rotura de la siguiente forma:

$$R = 3Pa /bd^2$$

Donde:

- Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano, medido sobre la zona de tensión de la viga, mm (pulg).

**6.3** Si la fractura ocurre en la zona de tensión y fuera del tercio medio de la luz libre, en más del 5% de la luz, libre, no tenga en cuenta los resultados del ensayo

## 7. INFORME Y RESULTADOS

**7.1** El informe de los resultados debe incluir lo siguiente:

- Numero de identificación de la muestra.
- Ancho promedio con una precisión de 1.3 mm (0.05").
- Altura promedio con precisión de 1.3 mm (0.05").
- Longitud de la luz, en mm (pulg).
- Máxima carga aplicada en N (lb)
- Módulo de rotura calculado con una precisión de 0.03 MPa (lb/pulg<sup>2</sup>).



- g) Datos relativos al curado y condición de humedad aparente en el momento del ensayo.
- h) Datos relativos al pulimento, "capping" o uso de láminas de cuero.
- i) Defectos del espécimen.
- j) Edad del espécimen.

## 8. CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

ASTM	C 78
AASHTO	T97
INN	E414

### APÉNDICE 1

#### 1. BASES DE VERIFICACIÓN

1.1 El porcentaje de error de las cargas dentro del rango de carga de la máquina de ensayo no debe exceder de  $\pm 1.0$ . Esto quiere decir que el informe de la verificación de una máquina de ensayo, indicará el rango verificado de carga dentro del cual puede ser utilizada, en lugar de informar la aceptación o rechazo total. En máquinas que tengan múltiples rangos de capacidad, se debe indicar cada rango de carga verificado.

1.2 Al establecer el límite inferior de un rango de carga verificado por debajo del 10% de la capacidad del rango, se requieren aplicaciones repetidas de la carga. La diferencia algebraica entre el más alto porcentaje de error y el más bajo, no debe ser superior a 1.0. Esto significa que para establecer el límite inferior de un rango de carga verificado a menos del 10% de la capacidad de aquel rango, los errores para una serie de 5 lecturas no excederán del 1%, pero tampoco dos errores podrán diferir en más del 1%. Si el error mínimo en esta serie es -1.0%, el máximo error no debe exceder de 0.5%; si el error mínimo es -0.5%, el máximo error no debe exceder de  $\pm 1.0\%$ , etc.

1.3 En ningún caso, el rango verificado de carga se señalará como incluyendo las cargas por debajo del valor que sea 100 veces el cambio más pequeño de la carga que puede fácilmente estimarse en el indicador de carga de la máquina de ensayos.

Esto significa que en una máquina de ensayo que tiene graduaciones tan separadas que las estimaciones se pueden hacer a 1/10 de división, el rango verificado de carga no se deberá extender hacia abajo a una carga menor que la correspondiente a 1/10 de división. Si las graduaciones en la escala indicadora de carga pueden estimarse sólo a 2 divisiones, el rango de carga verificado podría no extenderse hacia abajo más allá de la carga correspondiente a 200 divisiones. En la mayoría de las máquinas, la menor carga que puede medirse se encuentra dentro de los dos ejemplos citados.

# **ANEXOS V: PANEL FOTOGRAFICO**

## PANEL FOTOGRAFICO



**01.-** Se extrae la muestra de agregado grueso de canto rodado en la cantera Rio Santa.



**02.-** Se extrae la muestra de agregado grueso piedra chancada en la cantera Dulong.

## PANEL FOTOGRAFICO



03.- Se aprecia el tamizado del agregado grueso de canto rodado por la malla  $\frac{3}{4}$ " y  $\frac{1}{2}$ " para luego tomar la muestra de agregado de  $\frac{1}{2}$ ".







**04.-** Se observa que se pesa el material de agregado de canto rodado para luego realizar el ensayo de absorción.

### **PANEL FOTOGRAFICO**

**05.-** Se observa el lavado de la muestra de agregado de canto rodado para luego ser sumergido en agua durante 24 horas.

**06.-** Se aprecia que luego de ser sumergido durante las 24 horas se destila el agua y el agregado grueso húmedo se coloca en el horno durante 24 horas.





### **PANEL FOTOGRAFICO**

**07.-** Se aprecia que luego de haber sido colocado el recipiente con el agregado grueso en el horno se retira y se deja enfriar a temperatura ambiente.

**08.-** Se aprecia que luego se pesara el agregado enfriado y se tomara el dato de absorción del agregado.

### **PANEL FOTOGRAFICO**



ia que el agregado de canto rodado se realiza el ensayo de peso específico

S  
U



O

bserva el paso para obtener el peso volumétrico compactado del agregado de canto rodado y piedra chancada.

### **PANEL FOTOGRAFICO**

**11.-** Se observa que una vez ingresado los datos a una hoja Excel se realizó el diseño de mezcla ACI Y WALKER y se realizó la preparación de la mezcla de concreto.

**12.-** Una vez realizada la mezcla para la realización de probetas el primer p



icar el Slump que debe cumplir de 3"-4".



1

3.- Se observa la realización de 4 probetas de concreto con agregado de piedra chancada para el periodo de 7,14,28 días para el ensayo a compresión para un  $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .

14.- Se observa la realización de 4 probetas de concreto con agregado de



canto rodado para el periodo de 7,14,28 días para el ensayo a compresión para un  $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .

P  
A  
N



- Se aprecia el desencofrado de testigos cilíndricos de concreto y sumergidos en una poza de agua con cal para luego ser ensayadas en los periodos establecidos.

**16.-** se realiza la mezcla con agregado grueso de piedra chancada para los ensayos de tracción en los periodos de 7,14,28 días.

P  
A



## ICO

**17.-** se realiza la mezcla con agregado grueso de canto rodado para los ensayos de tracción en los periodos de 7,14,28 días.

**18.-** Se observa el desencofrado de testigos de concreto para ser sumergidos en la poza con agua y cal para ser ensayados en los periodos de 7,14 y 28 días.



## PANEL FOTOGRAFICO

**19.-** Se observa en la imagen la realización de mezcla para ensayos a flexión por lo tanto se preparan 4 testigos para cada periodo con un  $f'c=280\text{kg}/\text{cm}^2$ .

**20.-** se realiza el ensayo de compresión para testigos con agregado de piedra chancada en el periodo de 7 días para una resistencia  $f'c=280\text{kg}/\text{cm}^2$ .



## PANEL FOTOGRAFICO



21.- Se aprecia el ensayo a la compresión con agregado grueso canto rodado para el periodo de 14 días para una resistencia  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

22.- Se aprecia en la imagen la rotura de testigo de concreto con agregado de canto rodado donde se puede ver que al someterse al esfuerzo el testigo falle en la parte superior e inferior del testigo.

## PANEL FOTOGRAFICO





23.- Se aprecia el ensayo a tracción de testigo de concreto realizado con agregado de canto rodado para una resistencia  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

24.- Se aprecia la rotura de testigos cilíndricos ensayados a tracción en los periodos de 7,14 y 28 días.

### PANEL FOTOGRAFICO



25.- Se aprecia la rotura de vigas ensayados a flexión con el método ACI en los periodos de 7,14 y 28 días de agregado de canto rodado.

26.- Se aprecia la rotura de vigas ensayadas a flexión con el método Walker en los periodos de 7,14 y 28 días de agregado de canto rodado.

### PANEL FOTOGRAFICO



27.- Se aprecia otra imagen de rotura de probetas de piedra chancada al periodo de 7 días con el método Walker.

28.- Se aprecia el testigo cilíndrico ensayado a tracción de agregado de piedra chancada al periodo de 7 días con el método Walker.

### PANEL FOTOGRAFICO

2

9

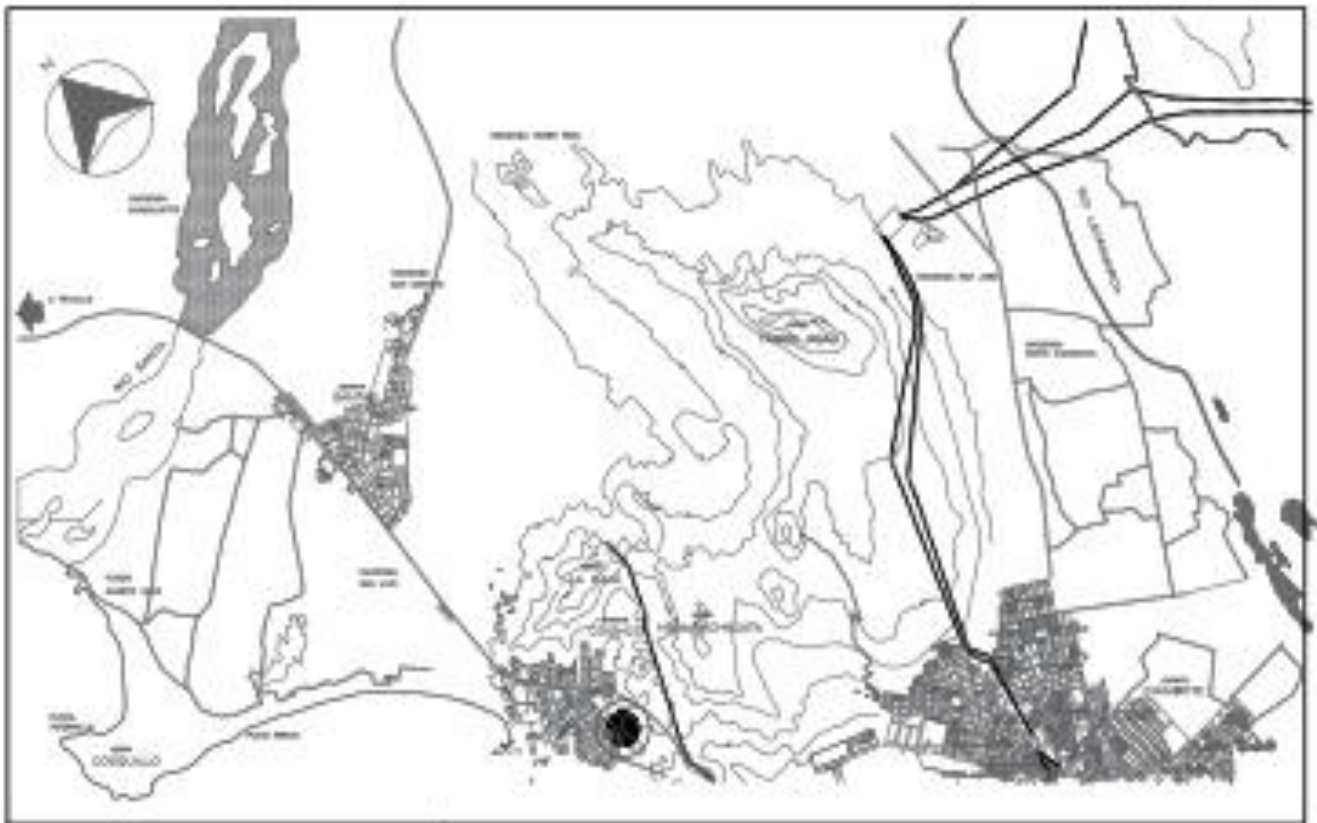


sayada a flexión al periodo de los 7 días con agregado piedra chancada para una resistencia de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

**30.-** Se observa el ensayo de flexión en vigas de concreto al periodo de 14 días con agregados de piedra chancada para una resistencia de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

# ANEXOS VI: PLANOS





**LEYENDA**

Capital Provincial	_____
Capital Distrital	_____
Salvados y Caseríos	_____
Caseros	_____
Caseros Transitorios	_____
Caseros Múltiples	_____
Caseros Múltiples	_____
Caseros Múltiples - Caserío	_____
Caseros Múltiples - Caserío Agrupado	_____
Rio - Molino	_____



FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
CUSCO

Título: "Análisis Comparativo de las Propiedades Mecánicas de un Concreto F'c=280 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Agregado Grueso Piedra Chancada y Canto Redondeo"

Ubicación: DISTRITO DEL SANTA - PROVINCIA DE SANTA - PERU  
PROYECTO DE INVESTIGACION DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Plan: PLANO DE UBICACIÓN - CANTERA DULONG

Autores: Ray Marco Villacres García

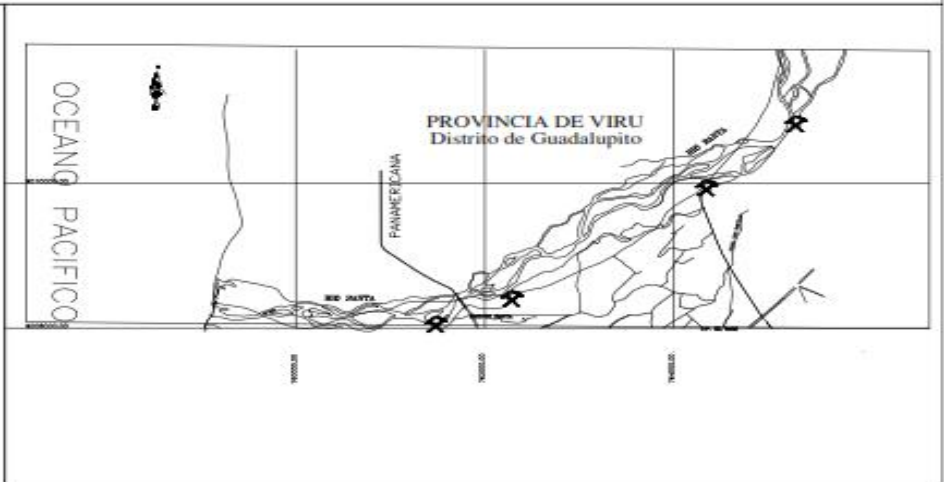
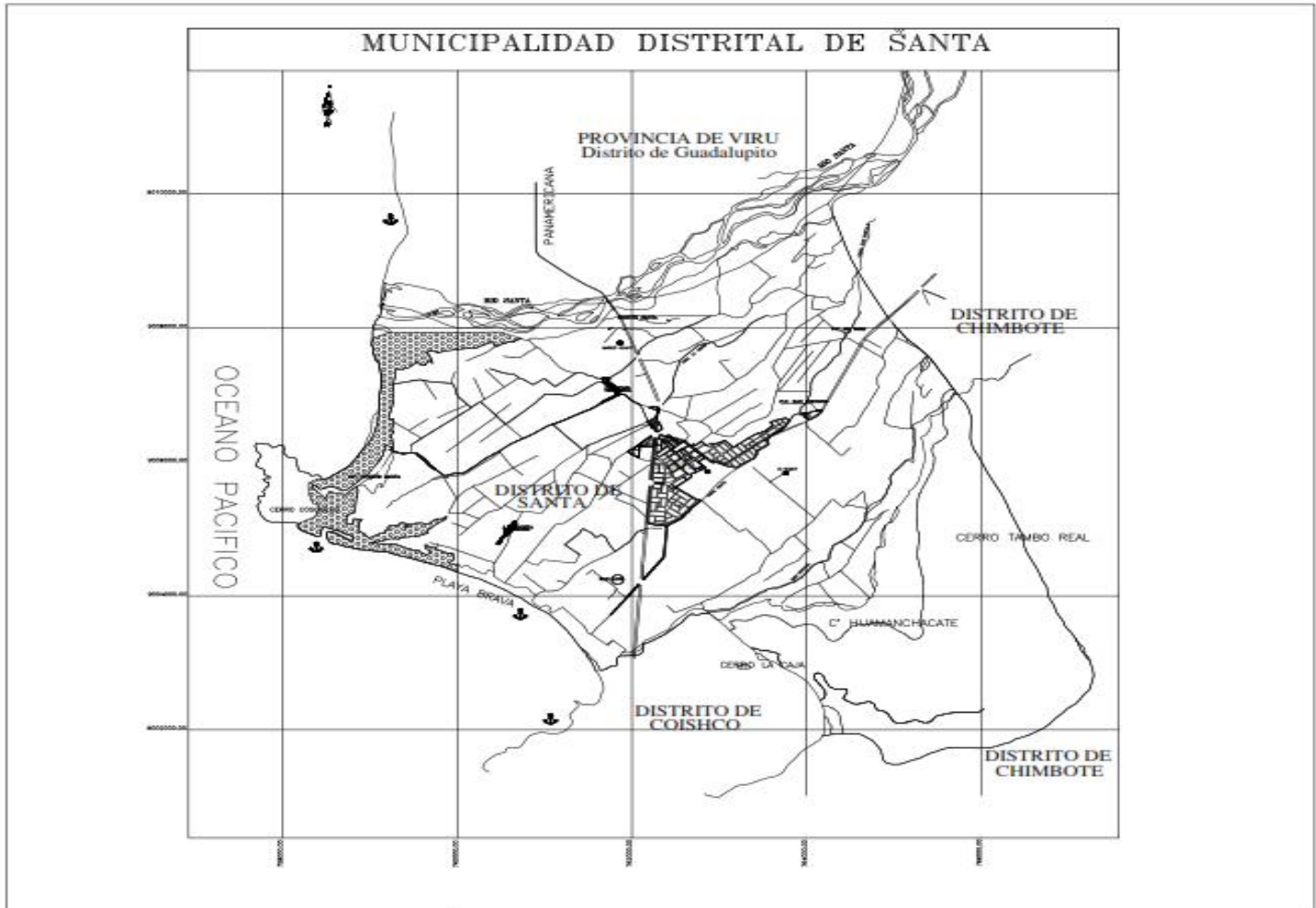
Asesor Técnico: ING. JORGE ALFONSO TORRES BUSTO  
Asesor Académico: DR. ING. ROBERTO TORRES CUBELI

N° de Lámina:

**U-02**

Fecha:

2018



LEYENDA	
Capital de Provincia	●
Capital de Distrito	●
Poblados o Caseríos	○
Ciudades	★
Carretera Panamericana	—
Carretera Asfaltada	—
Carretera Altramosa	—
Carretera Sin Altramos - Carrozable	—
Caminos de Herradura o Senderos Importantes	—
Playa, Mariscos	↓



<p>Título: <b>"Análisis Comparativo de las Propiedades Mecánicas de un Concreto F'c=280 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Agregado Grueso Piedra Chancada y Canto rodado"</b></p> <p>Ubicación: <b>DISTRITO DEL SANTA - PROVINCIA DE SANTA - PERÚ</b></p> <p>Proyecto: <b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b></p> <p>Plano: <b>PLANO DE UBICACIÓN - CANTERA DEL RIO SANTA</b></p> <p>Teoría: <b>Ray Marvin Vilaverde Carlos</b></p>	<p>Asesor Temático: <b>ING. Jenifer del Rocio Fernández Marilla</b></p> <p>Metodología: <b>DR. ING. ROBERTO CERNA CHÁVEZ</b></p>
---	--

N° de Lámina	<b>U - 01</b>
Fecha:	<b>2018</b>