



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis comparativo de los métodos modelo matemático y ACI 211  
para conocer la resistencia del concreto Lima 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Solier Guevara, Agustín (ORCID: 0000-0002-2990-3209)

**ASESOR:**

Dr. Zamora Mondragón, Jesús Elmer (ORCID: 0000-0001-6362-1603)

**LINEA DE INVESTIGACION:**

Diseño sísmico y estructural

LIMA -PERÚ

2020

### **Dedicatoria**

La presente tesis lo dedico a Dios, a mi esposa Haydee e hijos Hans, Jackeline, Geanfranco, Kevin y Heidi, por su gran apoyo.

Agustín Solier Guevara

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, a mi esposa Haydee y mis hijos Hans, Jackeline, Geanfranco, Kevin y Heidi, igualmente a mis hermanos Florián, Digna, Minardo y Elena por su apoyo emocional e incondicional en todos los momentos de mis estudios.

Mi agradecimiento a la Universidad Cesar Vallejo y su plana de docentes por brindarme la oportunidad de estudiar y formarme profesionalmente. Agradezco a mi Asesor Dr. Jesús Elmer Zamora Mondragón por conducirme en el desarrollo de la presente investigación.

Agustín Solier Guevara

## Índice de contenidos

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. MÉTODO.....	3
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	4
3.2 Variables y operacionalización .....	4
3.3 Población, muestra y muestreo .....	15
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5 Procedimientos.....	18
3.6 Método de análisis de datos .....	31
3.7 Aspectos éticos .....	32
IV. RESULTADOS.....	33
V. DISCUSIÓN.....	49
VI. CONCLUSIONES.....	52
VII. RECOMENDACIONES .....	54
VIII. PROPUESTA.....	56
REFERENCIAS .....	58

## Índice de tablas

Tabla 1 Resistencia requerida del concreto .....	19
Tabla 2 Contenido de aire atrapado.....	19
Tabla 3 Contenido sin aire incorporado.....	19
Tabla 4 Contenido sin aire incorporado y con aire incorporado .....	20
Tabla 5 Volumen de agregado grueso, seco y compactado .....	20
Tabla 6 Rango de coeficiente de correlación y relacion entre dos variables.....	30
Tabla 7 Propiedad del agregado pétreo de cantera melgarejo.....	34
Tabla 8 Propiedad del agregado pétreo de cantera Jicamarca .....	34
Tabla 9 Propiedad del agregado petreo de cantera San Martín.....	35
Tabla 10 Propiedad del agregado petreo de cantera Melgarejo.....	35
Tabla 11 Propiedad del agregado petreo de cantera Jicamarca.....	35
Tabla 12 Propiedad del agregado petreo de cantera San Martín.....	36
Tabla 13 Propiedad del concreto cantera Melgarejo.....	36
Tabla 14 Propiedad del concreto cantera Jicamarca .....	36
Tabla 15 Propiedad del concreto cantera San Martín.....	37
Tabla 16 Resistencia del concreto Cantera Melgarejo.....	37
Tabla 17 Resistencia del concreto cantera Jicamarca.....	38
Tabla 18 Resistencia del concreto cantera San Martín.....	38
Tabla 19 Diseño de mezcla por el Metodo ACI 211 y resistencia de concreto .....	39
Tabla 20 Diseño de mezcla por el Método ACI 211 utilizando excel.....	39
Tabla 21 Determinacion de Resistencia del concreto por modelo matemático.....	40
Tabla 22 Resistencia de concreto requerida ACI 211 y Modelo Matematico.....	40
Tabla 23 Resistencia del concreto por ACI 211 y Modelo Matemático .....	42
Tabla 24 Resistencia del concreto requerida por ACI 211 (Excel) .....	45
Tabla 25 Resistencia del concreto por ACI 211(Excel) y Modelo Matemático.....	47
Tabla 26 Resistencia de concreto requerida Metodo Walker y Matematico.....	120
Tabla 27 Resistencia del concreto por Metodo Walker y Modelo Matemático.....	123
Tabla 28 Comparación Método ACI 211 y Método Walker .....	122
Tabla 29 Resistencia del concreto por método ACI 211(Excel) y Walker.....	123

## Índice de gráficos y figuras

<i>Grafico 01 Resistencia requerida del concreto métodos ACI 211 Modelo Matemático.....</i>	<i>41</i>
<i>Grafico 02 Linea de correlación de la resistencia requerida del concreto Metodo ACI 211.....</i>	<i>41</i>
<i>Grafico 03 Resistencia del concreto metodos ACI 211 Modelo Matemático .....</i>	<i>43</i>
<i>Grafico 04 Linea de correlación de la resistencia del concreto .....</i>	<i>44</i>
<i>Grafico 05 Resistencia requerida del concreto métodos ACI 211 (Excel) .....</i>	<i>45</i>
<i>Grafico 06 Linea de correlación de la resistencia requerida del concreto ACI 211 (Excel) .....</i>	<i>46</i>
<i>Grafico 07 Resistencia del concreto metodos ACI 211 (Excel) .....</i>	<i>47</i>
<i>Grafico 08 Linea de correlación de la resistencia del concreto ACI 211 (Excel) .....</i>	<i>48</i>
<i>Grafico 09 Resistencia a la compresion requerida metodos Walker y Modelo Matemático ...</i>	<i>119</i>
<i>Grafico 10 Linea de correlación de la resistencia requerida del concreto Metodo Walker.....</i>	<i>120</i>
<i>Grafico 11 Resistencia a la compresion metodos Walker y Modelo Matemático.....</i>	<i>121</i>
<i>Grafico 12 Correlación del Metodo Walker y Modelo Matemático .....</i>	<i>121</i>
<i>Grafico 13 Resistencia de la compresión requerida Metodo Walker (Excel).....</i>	<i>122</i>
<i>Grafico 14 Correlación del metodo Walker (Excel) y de Método Modelo matemático.....</i>	<i>123</i>
<i>Grafico 15 Resistencia del concreto Metodo Walker (Excel) Método ACI 211.....</i>	<i>124</i>
<i>Grafico 16 Correlación Método Walker y ACI 211 (Excel).....</i>	<i>124</i>

## Índice de anexos

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables .....	63
Anexo 2: Instrumento de recolección de datos .....	65
Anexo 3: Otros anexos .....	77
Anexo 4: Módulo de finura del AF .....	78
Anexo 5: Peso específico del AF .....	81
Anexo 6: Peso unitario del AF .....	82
Anexo 7: Contenido de humedad .....	83
Anexo 8: Análisis granulométrico.....	84
Anexo 9: Módulo de finura del AG .....	96
Anexo 10: Peso específico del AG.....	99
Anexo 11: Peso unitario del AG .....	100
Anexo 12: Contenido de humedad AG .....	102
Anexo 13: Material que pasa la malla N° 200 .....	105
Anexo 14: Diseño de mezcla.....	108
Anexo 15: Asentamiento de concreto .....	111
Anexo 16: Peso unitario del concreto .....	112
Anexo 17: Contenido de aire del concreto .....	113
Anexo 18: Resistencia del concreto cantera Melgarejo .....	114
Anexo 19: Resistencia del concreto cantera Jicamarca.....	115
Anexo 20: Resistencia del concreto cantera San Martín.....	116
Anexo 21: Gráficos de la resistencia a compresión cantera Melgarejo y Jicamarca.....	117
Anexo 22: Gráfico de la resistencia a la compresión cantera San Martín.....	118
Anexo 23: Diseño de mezcla Método de Walker.....	119
Anexo 24: Comparación entre Método ACI 211 y Método Walker .....	122
Anexo 25: Flujo de la investigación.....	125

## Índice de abreviaturas

ACI 211 ( American Concrete Instituto) Comision 211 .....	10
ASTM (American Society for Testing and Materials).....	10
NTP (Norma Tecnica Peruana) .....	11
Mpa (Megapascales) .....	12
f'c (Resistencia a la compresión del concreto) .....	19
TMN (Tamaño Maximo Nominal).....	20

## Resumen

El problema de investigación fue que el método modelo matemático difiere del método ACI 211 para conocer la resistencia del concreto. El objetivo de la investigación fue determinar de qué manera el método modelo matemático difiere del método ACI 211 para conocer la resistencia del concreto, luego de tener los resultado de laboratorio de la granulometría y análisis físicos de los agregados se procede a realizar el diseño de mezcla mediante el método ACI 211 y su prueba de ensayos de probeta que determina la resistencias a la compresión del concreto de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Los datos de resistencia del concreto son verificados y contrastados con los resultados obtenido por el Método Modelo Matemático.

Con los datos de la propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos, cemento y agua se calcula en forma directa la resistencia del concreto utilizando la función matemática del modelo matemático. De los resultados al realizar la comparación entre la resistencia a la compresión del concreto ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) calculado por el Método Modelo Matemático y el Método ACI 211 y su respectivo ensayo, se ha obtenido para los dos conjuntos de datos un coeficiente de correlación de  $R=0.63$ , coeficiente de regresión  $R^2 = 8.925$  y la ecuación lineal de  $y=0.7374x$ , que demuestra una relación significativa en el gráfico de dispersión y la línea de correlación, esto demuestra que comparando los dos métodos no difieren. Se concluye que el método ACI 211 influye en la determinación de la resistencia del concreto y de la misma forma el modelo matemático influye en la determinación de la resistencia de concreto. Se recomienda efectuar estudios comparativos de varios diseños de mezcla y diferentes métodos de obtención de resistencia del concreto.

Palabras clave: Modelo Matemático, Método ACI 211, Resistencia del Concreto, Agregados Pétreos y Medida.

## Abstract

The research problem was that the mathematical model method differs from the ACI 211 method to know the strength of the concrete. The objective of the investigation was to determine how the mathematical model method differs from the ACI 211 method to know the strength of the concrete, after having the laboratory results of the particle size and physical analysis of the aggregates, the mixture design is carried out using the ACI 211 method and its test specimen tests that determine the compressive strength of concrete of  $210 \text{ kg/cm}^2$ . The concrete resistance data is verified and contrasted with the results obtained by the Mathematical Model Method.

With the data of the physical and mechanical properties of stone aggregates, cement and water, the concrete resistance is calculated directly using the mathematical function of the mathematical model. From the results when comparing the compressive strength of concrete ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) calculated by the Mathematical Model Method and the ACI 211 Method and their respective test, it has been obtained for the two sets of data a correlation coefficient of  $R = 0.63$ , regression coefficient  $R^2 = 8.925$  and the linear equation of  $y = 0.7374x$ , which shows a significant relationship on the scatter plot and the correlation line, this shows that comparing the two methods do not differ. It is concluded that the ACI 211 method influences the determination of the concrete resistance and in the same way the mathematical model influences the determination of the concrete resistance. Comparative studies of various mix designs and different methods of obtaining concrete strength are recommended.

Key words: Mathematical Model, ACI 211 Method, Concrete Resistance, Stone Aggregates and Measurement.

# **I. INTRODUCCIÓN**

En el mundo la construcción civil está desarrollando en forma rápida, por tal razón es fundamental el estudio de la calidad del concreto porque es un material que se utiliza en las estructuras. En el país si existe mayor cantidad de construcciones como edificios, viviendas, carreteras, puentes reservorios y canales de riego que genera desarrollo urbano y de la población. Es muy conveniente el estudio y la evaluación del concreto con respecto a su propiedad de resistencia, tracción y flexión que determinan la calidad del concreto.

Las construcciones exigen determinar las propiedades del concreto con la mayor precisión, y la más utilizada es la resistencia del concreto. El problema del uso de concreto, es que no se conozca la Resistencia del Concreto Endurecido antes de los 28 días después de haber vaciado las estructuras.

Si se comprueba el resultado de ensayos de resistencia del concreto menor a lo especificado en los planos del proyecto, ocasiona un problema estructural en el futuro que conllevaría a una demolición de la construcción, reforzarlo o que las personas vivan en una inseguridad en la edificación ocasionada por el menor valor de la resistencia del concreto con lo especificado en el diseño.

La resistencia del concreto, se comprueba a los 7 días, 14 días o normalmente a los 28 días posteriores a su elaboración, si es menor la resistencia de concreto a la resistencia especificada en el plano, no se puede a ser nada porque el concreto ya está endurecido. El uso del concreto en las construcciones, especialmente en las viviendas de auto construcción, hay un bajo control de calidad y no se conoce la resistencia que genera edificaciones inseguras.

Al no existir un método práctico para conocer la resistencia del concreto con cierto grado de confianza y con datos relevantes de fácil obtención, sin estar recurriendo a los ensayos de laboratorio de las probetas de concreto, es necesario desarrollar el método práctico.

Anyosa (2018) menciona que la investigación es importante porque en la actualidad sólo existen métodos para determinar la resistencia del concreto endurecido. Esta información ya no es tan útil como tener la misma información, pero en el mismo instante en que el concreto aún es fresco y puede solucionarse el problema de una resistencia menor. Cuanto más fresca la información mucho mayor es su utilidad.

La investigación se enmarca en la comparación de la resistencia del concreto obtenido mediante la utilización de modelos matemáticos y el ACI 211.

Anyosa (2018) La obtención de la Resistencia del Concreto que, mediante el modelo matemático, en base de las cantidades de los materiales de mezclas del concreto fresco, se pueden medir directamente y al instante. Para obtener esta función analítica de la Resistencia del Concreto, se dispone de muchos datos de mezclas de diseño de concreto; por lo que haciendo uso de las herramientas matemáticas de la interpolación-extrapolación; se han automatizado los gráficos y nomogramas clásicos de diseño de mezclas del ACI 211.1, creando una gran base de datos de estas mezclas de concreto para las diversas combinaciones de materiales. Para determinar la función predictiva de la Resistencia del Concreto estos datos han sido modelados con funciones base usando el Método de los Mínimos Cuadrados Lineales Generalizados; con la Solución Por el Uso de la Descomposición del Valor Singular, para evitar los ceros, es decir, las matrices singulares. Muchos algoritmos en C++ se detallan en el presente trabajo.

Como justificación teórica de la investigación se basa en los siguientes enunciados de los autores:

Anyosa (2018) Para determinar la resistencia del concreto es importante la relación del agua y cemento como otros factores tales como compactación tamaño del agregado, los aditivos, condición de humedad, geometría de los especímenes tiene efecto importante en la resistencia del concreto. Así mismo, por consideraciones teóricas se puede decir que la granulometría el tamaño de los agregados afecta la resistencia del concreto. El uso del concreto en la construcción, tanto de viviendas como en otras obras es masiva, sin embargo, especialmente en las viviendas de auto construcción, es baja el control de la calidad, por lo que no garantiza la resistencia del concreto a la compresión, lo cual trae edificaciones inseguras.

La investigación que consiste, en analizar los modelos matemáticos y ACI 211 para conocer la resistencia in situ y en tiempo real para evitar algún error en la construcción de las estructuras de las viviendas.

La investigación se justifica socialmente, por lo que se pretende contar una herramienta útil para los ingenieros residentes o supervisores, propietarios o agentes de la obra en general, de contar con la resistencia en el momento mismo del vaciado, lo que permitirá en el acto corregir deficiencias en esta variable, la más importante del concreto. Esto es

beneficioso para aquellas personas dedicadas a la construcción, lo que permitirá tener estructuras más seguras, que también repercutiría en la mejora de la seguridad estructural de las edificaciones de la ciudad, es decir, hay un aporte a la sociedad.

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos del estudio. El problema general de la investigación fue: De qué manera el modelo matemático difiere del modelo ACI 211 para conocer la resistencia del concreto.

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- **PE1:** Como influye el modelo matemático en la determinación de la resistencia del concreto
- **PE2:** Como influye el método ACI 211 en la determinación de la resistencia del concreto
- **PE3:** De qué manera la correlación de los resultados obtenidos con los métodos modelo matemático y ACI 211 determinan la resistencia del concreto

El objetivo general fue: Determinar de qué manera el modelo matemático difiere del modelo ACI 211 para conocer la resistencia del concreto. Los objetivos específicos son:

- **OE1:** Determinar cómo influye el modelo matemático en la determinación de la resistencia del concreto.
- **OE2:** Determinar cómo influye el método ACI 211 en la determinación de la resistencia del concreto.
- **OE3:** Determinar la correlación de los resultados obtenidos con los métodos modelo matemático y ACI 211 determinan la resistencia del concreto.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Dentro de las investigaciones en la ingeniería civil a nivel nacional tenemos algunos trabajos o estudios realizados de métodos de conocer la resistencia del concreto, que puede ser modelos matemáticos, modelos de ultrasonidos y pruebas de laboratorio que se realizan en universidades o instituciones dedicados a la investigación a nivel nacional.

**Anyosa (2018)** Determino analíticamente la resistencia del concreto ( $f'c$ ) en tiempo real, de mezclas de concreto con rango de resistencias de  $80 \text{ kg/cm}^2$  a  $366 \text{ kg/cm}^2$  que han sido comparados con resultados de ensayos de concreto en laboratorios autorizados. Ha hallado una función que permite determinar en tiempo real la Resistencia del Concreto Requerido y por ende de la Resistencia del Concreto Especificada que se tendría a los 28 días en función de los insumos y relaciones de la mezcla del concreto fresco.

En dicha investigación ha creado un modelo matemático computacional para conocer la Resistencia del Concreto en tiempo real; usando modelamiento de datos, específicamente el Método de los Mínimos Cuadrados Lineales Generalizados.

**Álvarez (2018)** En la tesis titulada “Determinación de modelos matemáticos para calcular la resistencia del concreto en función de sus frecuencias de curado”, en la que estudiaron modelos matemáticos de carácter científico empírico, a través de los cuales es posible estimar la influencia del curado. Para posteriormente a los 28 días realizar la ruptura inmediata de estos especímenes y determinar su resistencia alcanzada, y a partir de estos resultados se construyeron las curvas de resistencia versus sus frecuencias de curado, a través de las cuales, mediante el uso de métodos matemáticos (regresión polinomial simple), obtuvieron la curva de mejor ajuste del comportamiento del concreto en función de sus frecuencias de curado, posteriormente determinaron la ecuación que definió el comportamiento del concreto plasmados en sus ábacos correspondientes. Concluyeron con la obtención de una guía de valor científico empírico, como son las ecuaciones y los ábacos de estimación referencial que puede alcanzar este, al ser sometido a una frecuencia de curado determinada, capaz de ser aplicable por profesionales de la construcción como por personal técnico en nuestro país.

**Acuña (2014)** En su investigación propone dos modelos de redes neuronales artificiales para saber la resistencia de compresión de un concreto. Después de un periodo de curado se realizan la prueba de resistencia de concreto, estos resultados obtenidos difieren de los

datos de originales y establece un modelo matemático confiable de la resistencia del concreto en forma inmediata y a la vez presenta coeficiente de correlaciones mayores a 0.9.

**Valencia (2013)** En esta investigación, determina la resistencia del concreto mediante el ensayo ultrasónico y prueba diseños de mezcla con ensayos de probeta de resistencia en las construcciones en nuestro medio. El mejor modelo de aproximación estadística del comportamiento del concreto es el modelo de aproximación Cúbica. Que es sustentado en la medición de VPU. Sugiere tener como mínimo 75 muestras, para conseguir el mayor nivel de confianza.

**Arapa (2018)** Ha desarrollado la investigación en cuatro canteras Yocará, Piedra Azul, Isla y Unocollay, sobre las propiedades mecánicas y físicas de los agregados y cómo influye en la resistencia del concreto, al efectuar de las pruebas de laboratorio sobrepasaron la resistencia de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Medina (2018)** Ha investigado cómo influye la temperatura y el medio ambiente en la resistencia del concreto en las localidades de Cutervo y Chiclayo.

**Campos (2017)** Menciona que los agregados en forma general constituyen el 60% a 80% del volumen del concreto, por tal razón, afecta la calidad y las propiedades finales del concreto. De esta manera es muy importante la calidad del agregado porque influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. También menciona que en la contracción del concreto, el factor principal es la presencia de arcilla y limo.

**Alcalde (2015)** En los ensayos realizados, determina que el agregado evaluado de su calidad para fabricar un concreto drenante no cumple con lo requerido por la norma técnica peruana, porque su resistencia dentro de 28 días no satisface lo necesario.

**Ferreira (2014)** Las características de los componentes del agregado pétreo varían de acuerdo a su ubicación geográfica, como la característica física influye en la resistencia. Esta investigación se basa en el análisis y evaluación de la participación de los agregados pétreos de diferentes canteras para la elaboración del concreto.

**Chan Yan (2003)** Como resultado de investigación, obtuvo que las características del concreto es influenciado por la calidad de los agregados y por su propia resistencia por el tamaño de las partículas que facilitan la adherencia con los ligantes.

En el ámbito internacional se tiene como antecedentes de investigaciones desarrollados en el tema de métodos para conocer la resistencia del concreto como modelos matemáticos y ensayo que a continuación se menciona.

**Moromi (2018)** Un tipo de red es el perceptrón multicapa, ampliamente utilizado para estudiar las propiedades mecánicas de diferentes materiales de construcción, no solo cemento (Saridemir, 2009; Özcan et al., 2009), sino también basalto (Çanakci, 2007), varios metales (Ozerdem & Kolukisa, 2009; Reddy, Krishnaiah, Hong & Lee, 2009) o paneles a base de madera (Cook y Chiu, 1997). En todos los casos, los resultados indican muy buenas correlaciones entre los valores reales y los simulados por la red neuronal. Sin embargo, ninguno de estos estudios proporciona información sobre la incertidumbre sobre los valores de salida de la red.

**Merchan (2015)** Mediante la velocidad de ensayo pulso ultrasónico, es utilizada en evaluaciones de estructuras de concreto por ser de uso muy simple, versátil y repetitivo. La homogeneidad del concreto y las estructuras con este material en la mayor parte es afectadas por diferentes agresiones, provocan gran variabilidad en sus propiedades físicas; en esta investigación es hallar correlaciones entre ensayo tradicional de compresión y el de ultrasonido, en la determinación de la resistencia del concreto. Para dicha evaluación se hicieron extracciones de núcleos de concreto. Una vez obtenida dicha correlación se procedió a aplicar ciertas metodologías normativas, las cuales, la que mayor seguridad y eficiencia ofreció en sus resultados es el método factor de tolerancia y alterativo, clasificando al concreto como bueno.

**Quintero (2011)** Ha evaluado la porosidad y la resistencia en muestras de concreto empleando la VPU. En el presente trabajo se estableció un modelo lineal de correlación entre la porosidad y resistencia a la compresión. La resistencia y velocidad ultrasónico depende de relación agua /cemento y la porosidad.

**Lizarazo (2007)** En su investigación planea un método de obtención de la resistencia utilizando velocidad de pulso ultrasónico y el peso unitario, para predecir se utiliza la regresión simple y el modelo de redes neuronales en 41 mezclas de concreto diferentes. Demostró que el modelo de redes neuronales funciona adecuadamente para predecir la resistencia del concreto en comparación con el modelo de mínimos cuadrados.

Dentro de la dosificación de mezclas para concreto y conocer la resistencia tenemos el método de modelo matemático que emplea funciones matemáticas para determinar la relación entre varias variables, parámetros y restricciones “teoría de los modelos”.

Anyosa (2018) Determina el modelo matemático para conocer la Resistencia del Concreto mediante la función analítica de acuerdo a las cantidades y propiedades de los insumos.

Donde:

$$f_{cr} = 45.5722 * 2.14815643 \frac{\text{Cemento}}{\text{Agua}} + 68.5241 * \text{ModuloFinura} - 2.96206 * \left( \frac{\text{Arena}}{\text{Cemento}} \right) - 26.2223 * \left( \frac{\text{Grava}}{\text{Cemento}} \right) + 0.492007 * \text{TMNAG} - 0.126626 * \text{Slump} \quad (66)$$

Cemento: Kg

Agua: Kg

Modulo Finura: Módulo de Finura de AF.

Arena: Kg.

Grava: Kg.

TMNAG: Tamaño Máximo Nominal del agregado Grueso en mm

Slump: Revenimiento concreto fresco (mm).

fcr: Resistencia del Concreto Requerida.

La resistencia del Concreto especificada  $f'c$ ; se puede calcular con el valor de fcr conocido de la siguiente manera:

```
double fpc; // Resistencia promedio especificada
```

```
if (fcr<280.0)
```

```
fpc =fcr-70.0;
```

```
else if (fcr>=280.0 && fcr<=490.0)
```

```
fpc=fcr-84.0;
```

```
else fpc=(fcr-50.0)/1.1;
```

Con estos parámetros se puede predecir la Resistencia del Concreto Especificada.

El método ACI 211 para determinar la cantidad de insumos para la mezcla de concreto, se basa en tablas obtenidas como resultado de pruebas de laboratorio de los agregados, que nos ayuda a conocer valores de los materiales que conforma el metro cúbico del concreto. Y su posterior ensayo de las probetas cilíndricas del concreto en base a la ASTM C31 y ASTM C39.

**Rojas (2018)** El ACI 211, utiliza nomogramas y gráficos y posteriormente hacer la prueba de resistencia de concreto. Para realizar los cálculos de diseño de mezcla se necesitan los datos de la propiedad físico mecánica de los agregados pétreos, cemento y agua.

Las propiedades de los insumos cemento, agua y agregados pétreos para el concreto son las siguientes:

- Peso específico del cemento (  $gr/cm^3$  )
- Peso específico del agua (  $kg/m^3$  )
- La granulometría ( Nominal )
- El peso unitario suelto de agregado fino y grueso (  $kg/m^3$  )
- El peso unitario compactado de agregado fino y grueso (  $kg/m^3$  )
- Peso específico de agregado fino y grueso (  $kg/m^3$  )
- Módulo de fineza de agregado fino y grueso ( Nominal )
- Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso (Pulg.)
- Porcentaje de absorción de agregado fino y grueso (%)
- Porcentaje de humedad de agregado fino y grueso (%)
- Slump de concreto fresco (pulg.)

**Herrera (2018)**, manifiesta que el método de dosificación Walker, es el resultado de la investigación del profesor inglés Stanton Walker, el cual desarrolló una metodología para calcular las cantidades de cada uno de los componentes del hormigón mediante la aplicación de una serie de tabulaciones que representan correlaciones entre una y otra propiedad del material; el profesor norteamericano S. Walker consiguió su reproducción mediante un sistema de prueba y error que logró aproximar un procedimiento de diseño. Walker, patentó su método por la preocupación que le generaban los procedimientos de diseño llevados a cabo por el comité 211 del ACI. Walker, planteó a su vez que debía existir una calificación del agregado en función de su tamaño, clasificándolos como finos, medianos y gruesos; así mismo, considero la geometría de los agregados gruesos,

y dependiendo el caso, se consideran cuatro alternativas de factor cemento. Secuencia de diseño Depende de.

1. Resistencia de diseño – Proyecto, especificaciones del diseño estructural.
2. Selección de asentamiento – trabajabilidad necesaria en el proyecto.
3. Características de los materiales a emplear – condiciones de ubicación o disponibilidad en obra.
4. Selección del TMN.
5. TMN y revenimiento.
6. Determinación de la relación a/c.
7. Calculo del cemento – Relación a/mc.
8. Calculo de volumen absoluto de AF y AG
9. Calculo del porcentaje de AF – TMN, módulo de finura y factor cemento.
10. Calculo de pesos seco de AF y AG
11. Diseño en estado seco – cantidad de cemento.
12. Ajustes de diseño por humedad.
13. Presentación final del diseño

**Olarte (2017)** Los Agregados, son materiales granulares sólidos inertes con granulometría adecuada y son componentes del concreto hidráulico. Se utiliza en mezcla con cemento y agua. El agregado se divide en dos grupos, el agregado fino y grueso, que se refiere a la grava proveniente de la trituración de las rocas se retienen en la malla 16 que varía hasta 152mm.

**NTP 400.037 (2014)** Según esta norma el agregado fino puede ser de procedencia natural o artificial desintegrado. Y el agregado grueso es producto de la desintegración de rocas y su utilización tiene que estar de acuerdo a la norma que se clasifica en grava y piedra chancada.

Es importante tener en cuenta que el 60% a 70% del volumen de concreto es de agregado fino y grueso que influyen en las propiedades físicas y mecánicas del concreto que se presenta en estado fresco y endurecido donde impide la manipulación. Las propiedades fundamentales de Consistencia, docilidad, Homogeneidad, masa específica son del estado fresco.

**Olarte (2017)** El concreto compone de agregado, cemento, agua y aire, adquiere el endurecimiento a final del fraguado. La relación de agua/cemento determina la permeabilidad del concreto. La resistencia del concreto se mide en Mpa. (Mega pascales), en el concreto normal llega hasta 50M y en concreto de alta resistencia llega hasta 100Mpa. Para conocer la resistencia se realiza mediante los ensayos de las probetas, y al dar resultados variados en la rotura de la probeta se tiene una “resistencia media” y “resistencia característica”.

**Arapa (2018)** En agregado grueso le da la mayor resistencia al concreto mas no el agregado fino, todo esto está relacionado a comportamiento del concreto, porque en el volumen del concreto se tiene en mayor porcentaje los agregados por esta razón es muy importante la calidad del agregado.

**Alvarado (2019)** El proceso de calcular las proporciones para el concreto se le denomina diseño de mezcla para obtener buenos resultados.

**NTP 400.014** La propiedad química del agregado es el contenido de sulfatos, cloruros e impurezas orgánicas influyen en la calidad del concreto.

La información que se obtendrá del análisis de los agregados se utilizó para el diseño de mezcla y determinar la resistencia del concreto mediante el uso de la función matemática sin someter a ensayos de probetas y estos resultados sean utilizados por las diferentes entidades públicas, constructores particulares, para que conozcan la calidad de los agregados y tengan confianza en la elaboración de concreto de acuerdo a las normas técnicas del Perú NTP.

### **III. MÉTODO**

### 3.1 Tipo y diseño de Investigación

#### Tipo de Investigación

**Hernández (2019)** El tipo de investigación es cuantitativa porque utiliza la recolección de datos para probar hipótesis planteada con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

El diseño de investigación es no experimental, transversal y correlacional causal ya que analiza la relación entre los métodos para conocer la resistencia de concreto.

#### CORRELACIONALES/CAUSALES

Análisis comparativo de métodos para conocer la resistencia del concreto (X1-X2)

X1: Método modelo Matemático

X2: Método ACI 211

### 3.2 Variables y operacionalización

**Variable Independiente:** Modelo Matemático y Método ACI 211.

#### Definición conceptual:

- Según Anyosa (2018) El modelo matemático es una función analítica para determinar la Resistencia del Concreto en base a cantidades y propiedades de los insumos de la mezcla e concreto.
- Según Rojas (2018) El ACI 211 es un método de diseño de mezclas donde se utiliza nomogramas y gráficos y posteriormente hacer la prueba de resistencia de concreto.

#### Definición operacional:

##### Indicadores del método modelo matemático:

Los indicadores del método ACI 211 son las propiedades físicos mecánicos de los agregados pétreos, previamente determinados la calidad de los agregados pétreos, con sus respectivos pesos.

##### Indicadores método modelo ACI 211

Los indicadores del método ACI 211 son las propiedades físicos mecánicos de los agregados pétreos

**Variable dependiente:** Resistencia del concreto

**Definición conceptual:**

**Argos (2020)** Define la resistencia del concreto como la capacidad de soportar una carga por una unidad de área que se expresa en esfuerzo en  $kg/cm^2$ , MPa y libra por pulgada cuadrada (psi).

**Definición operacional:**

**Argos (2020)** Para calcular la resistencia del concreto se utiliza las propiedades mecánicas y físicas de los agregados pétreos, cemento y agua.

**Indicadores:**

- Resistencia a la compresión
- Slump
- Temperatura
- Peso unitario del concreto
- Volumen de concreto

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **A. Población**

**Hernández (2016)** Conjunto de muestras que concuerdan con determinadas especificaciones. La población es la cantidad de muestras utilizadas en cada una de las investigaciones o tesis.

**Zita (2013)** La población estadística es el conjunto de elementos que se van a estudiar comparten alguna característica en común.

**Borja (2012)** Define la población como el conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio, considerando dentro de la estadística.

De acuerdo a las definiciones de los diferentes autores, en la presente investigación el universo o la población son todos los ensayos de resistencia del concreto de tres investigaciones de determinación de resistencia, elaborados con agregados de tres canteras distintas en la ciudad de Lima.

La población finita conforma 48 ensayos de resistencia del concreto, de investigaciones de agregados pétreos.

Cantera Jicamarca: 16 ensayos

Cantera Melgarejo: 16 ensayos

Cantera San Martín: 16 ensayos

## B. Muestra

**Hernández (2016)** La muestra son los elementos que están dentro de una población conocido. En el enfoque cuantitativo la muestra son muchos sujetos para generalizar los resultados del estudio.

Para población finita que está dentro del rango menor de 100,000 elementos, la siguiente fórmula es para determinar el tamaño de muestra.

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

N= Tamaño de la Población

n=Tamaño de la muestra

p= Probabilidad

q= (1-p) Probabilidad

e= Error estimado

z= Coeficiente de confiabilidad.

Nota: cuando no existen estudios previos, hay que asumir  $p = q = 50\%$

La muestra de la presente investigación son los ensayos de resistencia a la compresión del concreto con los agregados pétreos de las canteras de Jicamarca, Melgarejo y San Martín:

Cantera Jicamarca: 4 ensayos

Cantera Melgarejo: 4 ensayos

Cantera San Martín: 4 ensayos

## **C. Muestreo**

Son procedimientos que están reglamentados, normados y con criterios razonables, por medio el cual se selecciona al grupo de elementos de una población que representan a la población con las mismas características. El muestreo puede ser probabilística o no probabilística de acuerdo al objetivo del estudio.

El muestreo de la presente investigación es no probabilístico intencional.

## **D. Unidad de análisis**

En la presente investigación la unidad de análisis, es cada uno de los ensayos de resistencia del concreto determinado por el método de ACI-211 de las investigaciones de tres canteras realizado por Arrascue 2017. Se calculó la resistencia por el método modelo matemático.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Mediante el análisis documental de los estudios de resistencia a la compresión del concreto, resultado de ensayos de probetas de concreto elaborado con agregado pétreos de las canteras de Jicamarca, Melgarejo y San Martín de investigaciones de tesis. Así mismo para el cálculo de la resistencia del concreto se utilizó también una ficha técnica y finalmente se obtuvo una tabla resumen para encontrar la correlación de las dos variables.

#### **3.4.1 Recolección de datos**

Gabinete: Se recolecta la información investigando en diferentes páginas web, libros, revistas, tesis, etc. Para poder analizar la resistencia del concreto y propiedades de los materiales pétreos para obtener la dosificación de agregados, para las mezclas de concreto por los métodos ACI 211 y modelo matemático.

Inicialmente se procederá a la recolección de información existente de ensayos granulométricos ya realizados. Con los datos obtenidos de la información recolectada se procedió graficar curvas granulométricas representativas de las canteras estudiadas. Con la información y resultados obtenidos se procedió a ordenar mediante tablas y gráficos para analizar e interpretar los resultados obtenidos.

Para el diseño de mezclas mediante el Método ACI 211 se han considerado 12 mezclas de concreto elaborados con agregados pétreos de las canteras Melgarejo, Jicamarca y San Martín.

### 3.4.2 Técnicas de recolección de datos

- **Recolección sistematización de datos.** Se ha estudiado las propiedades de los agregados para utilizarlos en los diseños de mezclas del concreto, tomando nota de los resultados obtenidos.
- **Análisis de documentación:** Revisión de normas técnicas, tesis, libros, revistas, relacionados con el tema de investigación.

### 3.4.3 Instrumentos de la recolección de datos:

Abanto (2019) La recolección de datos es a través de ficha de investigación, son validados por los trabajos de investigación de tesis sustentados y aprobados por ingenieros civiles.

- Ficha de registro de investigación

Formatos para la evaluación y análisis de agregados:

- Análisis granulométrico.
- Contenido de humedad.
- La absorción.
- El peso unitario.
- El peso específico.
- La resistencia mecánica a las probetas de concreto
- Guía de análisis de normas y manuales.

#### **Ficha Técnica:**

Corro (2015) Este instrumento consiste en un listado de 8 características de resistencia del concreto. Asimismo para índice del concreto se utilizó también una ficha técnica, el cual consta de 7 características. Finalmente se obtuvo una tabla resumen para encontrar la correlación de las dos variables antes mencionadas.

### 3.5 Procedimientos

- a) El levantamiento de información de los distintos trabajos de investigación, artículos científicos y libros con respecto a la determinación del diseño de mezcla mediante el método de ACI 211 y los ensayos de probetas para calcular la resistencia del concreto.
- b) Cálculo del diseño de mezcla mediante el método ACI 211 y ensayo de prueba de resistencia a la compresión del concreto, con los siguientes procedimientos.
  1. Determinación del asentamiento. Calculado por el método de Abrams
  2. Cálculo de la resistencia promedio requerida ( $F'_{cr}$ ), se utiliza la Tabla N° 01.

Tabla N° 01 Para determinar la resistencia promedio requerida

F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'cr (kg/cm <sup>2</sup> )
Menos de 210	F'c+70
210-350	F'c+84
>350	F'c+98

3. Calculo de contenido de aire

Recurro a la tabla N° 02 de contenido de aire atrapado

Tabla N° 02 Contenido de Aire Atrapado

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

Elaborado por el comité 211 de ACI

4. Obtención de volumen unitario de agua

Se calcula el volumen unitario de agua mediante la tabla N° 03.

Tabla N° 03 Contenido sin aire incorporado

Asentamiento	Agua en 1 m <sup>3</sup> para los tamaños máximo nominales de agregado grueso y consistencia indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Contenido sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	206	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Contenido con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Elaborado por el comité 211 de ACI

5. Calculo de relación agua/cemento

Para el cálculo se utiliza la tabla N°04

Tabla N° 04 Contenido sin aire incorporado y con aire incorporado

f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

Elaborado por el comité 211 del ACI

6. Calculo del contenido de cemento

Es la cantidad de cemento por metro cúbico considerando la relación agua y cemento.

7. Cálculo del peso del agregado grueso seco

Tabla N° 05 Volumen de agregado grueso, seco y compactado

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso , seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino (b/bo)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Elaborado por el comité 211 de ACI

8. Calculo del volumen absoluto de cemento, agua, aire y agregado grueso por metro cúbico en obra:

- Cemento en peso (kg) (Factor cemento)
- Agregado fino en peso (kg)
- Agregado grueso en peso (kg)
- Agua efectiva en litros

9. Cálculo del peso de agregado fino
10. Presentación del diseño en estado seco del cemento, agregado fino, agregado grueso y agua.
11. Proporcionamiento del diseño mezcla.

**Procedimiento del cálculo de resistencia a la compresión de concreto mediante Excel.**

Desarrollando mediante el software Excel y en concordancia con los criterios de la norma ACI 211, se determinará el proporcionamiento de materiales para la elaboración del concreto.

**Cálculo de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando Excel**

**Paso N° 01:** Selección del tipo de estructura



**Paso N° 02:** Introducción del dato de resistencia especificada ( $f'c$ ) a la compresión del concreto deseado.



### Paso N° 03: Aditivos incorporadores de aire

NOTA para concreto de resistencia mayor a  $f_c = 20 \text{ kg/cm}^2$  o  $f_c = 282 \text{ kg/cm}^2$ , según corresponda, a los que se agregan "con aire incorporado" puesto a que se le puede hacer el diseño con aditivos de aire incorporado para estas resistencias altas.

**PASO 3/8: ADITIVOS INCORPORADORES DE AIRE**

Con Aire Incorporado  
 Sin Aire Incorporado

*"Modificar solamente espacios verdes"*

ANTERIOR  
SIGUIENTE  
PRINCIPAL

PASO 3 PASO 3.1 PASO 4 PASO 5 PASO 6 PASO 7 PASO 8 CALCULO 1 CALCULO 2

### Paso N° 3.1: Grado de exposición del agregado grueso

*OJO: Solo para Concreto CON AIRE incorporado, de lo contrario ignorar paso.*

**PASO 3.1/8: GRADO DE EXPOSICION DEL AGREGADO GRUESO**

Grado de Exposicion: Normal  
Del Agregado Grueso: Moderada

*"Modificar solamente espacios verdes"*

ANTERIOR  
SIGUIENTE  
PRINCIPAL

PASO 3.1 PASO 4 PASO 5 PASO 6 PASO 7 PASO 8 CALCULO 1 CALCULO 2

### Paso N° 04: Características físicas de la arena

**PASO 4/8: CARACTERISTICAS FISICAS DE LA ARENA**

(COLOCAR)

Peso Especifico Seco:	2620 kg/m <sup>3</sup>
Modulo de Fineza:	2.83 (min. 2.40) (max. 3.00)
Porcentaje de Absorcion:	1.2 %
Porcentaje de Humedad:	0.33 %

*"Modificar solamente espacios verdes"*

ANTERIOR  
SIGUIENTE  
PRINCIPAL

INDICE PASO 1 PASO 2 PASO 3 PASO 3.1 PASO 4 PASO 5 PASO 6 PASO 7 PASO 8

### Paso N° 05: Características físicas de la piedra

**PASO 5/8: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PIEDRA**

(COLOCAR)

Tamaño Máximo:	1.1	*
Peso Específico Seco:	2710	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado Seco:	1605	kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción:	0.99	%
Porcentaje de Humedad:	0.21	%

*"Modificar solamente espacios verdes"*

ANTERIOR

SIGUIENTE

PRINCIPAL

INDICE PASO 1 PASO 2 PASO 3 PASO 3.1 PASO 4 PASO 5 PASO 6 PASO 7 PA ... (1) (2)

### Paso N° 06: Establecer tipo de cemento

Ojo, de no encontrar en las opciones el cemento que va a usar, seleccionar el cemento con el tipo y peso específico mas parecido.

**PASO 6/8: ESTABLECER TIPO DE CEMENTO**

Sol Tipo 1

PESO ESPECÍFICO: 3.11 (gr/cm<sup>3</sup>)

*"Modificar solamente espacios verdes"*

ANTERIOR

SIGUIENTE

PRINCIPAL

INDICE PASO 1 PASO 2 PASO 3 PASO 3.1 PASO 4 PASO 5 PASO 6 PASO 7 PA ... (1) (2)

### Paso N° 07: Metros cubico de concreto requerido

**PASO 7/8: METROS CUBICOS DE CONCRETO REQUERIDO**

1 m<sup>3</sup>

*"Modificar solamente espacios verdes"*

ANTERIOR

SIGUIENTE

PRINCIPAL

INDICE PASO 1 PASO 2 PASO 3 PASO 3.1 PASO 4 PASO 5 PASO 6 PASO 7 PA ... (1) (2)

## Paso N° 08: Costo de los insumos

Calcular los costos de los insumos de los elementos de concreto, a través de cálculos sobre cálculos los Costos Directos de los materiales del concreto proyectado, para determinar los otros costos tales como transporte, mano de obra, herramientas y equipo, según el Análisis de Precios unitarios de la parte del Proyecto. También calcular los costos de los aditivos (en el caso de que se usen).

**PASO 8/B COSTO DE LOS INSUMOS (MATERIALES)**

Cemento	S/	22.8	Bolsas
Agua	S/	1.8	(m <sup>3</sup> )
Arena	S/	25	(m <sup>3</sup> )
Piedra	S/	70	(m <sup>3</sup> )

"Modificar solamente espacios vacíos"

Nota: (S/) Nueva SoL, moneda del Perú, si los costos del Proyecto están en otra moneda, por preferencia, considere el valor así equivalente a la moneda de su país.

ANTERIOR

RESULTADOS

PRINCIPAL

PASO 1 PASO 2 PASO 3 PASO 4 PASO 5 PASO 6 PASO 7 PASO 8

## Resultado del diseño

**DISEÑO FINAL PARA: 1 m<sup>3</sup> DE CONCRETO**

ELEMENTO	PESO	VOLUMEN	DOSIFICACION
AGUA	0.191 Tn.	0.191 m <sup>3</sup>	1.9 K
CEMENTO	0.520 Tn.	0.103 m <sup>3</sup> $\hat{O}$ 7.5 bolsas	1.0 K
PIEDRA	1.143 Tn.	0.712 m <sup>3</sup>	6.9 K
ARENA	0.756 Tn.	0.288 m <sup>3</sup>	2.8 K
<b>TOTAL</b>	<b>2.409 Tn.</b>	<b>1.294 m<sup>3</sup></b>	

COSTO DIRECTO DE LOS MATERIALES		
AGUA	S/.	0.29
CEMENTO	S/.	169.28
PIEDRA	S/.	49.84
ARENA	S/.	21.63
<b>TOTAL</b>	<b>S/.</b>	<b>241.04</b>

Nota: Los resultados son exactos, por ello se recomienda en Obra tomar en cuenta un porcentaje adicional para los desperdicios o pérdidas en Obra de materiales.

VER CALCULOS

PRINCIPAL(EMPEZAR DE NUEVO)

CALCULO 2 CALCULO 3 CALCULO 4 CALCULO 5 CALCULO 6 CALCULO 7 RESULTADO

## TABLAS UTILIZADAS EN CALCULOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO

Tabla N° 01: de Slump

TABLA 1: SLUMP PARA DIVERSOS TIPOS DE ESTRUCTURAS		
Tipo de Estructura	Slump Maximo	Slump Minimo
Zapatas y Muros de Cimentacion Reforzados	3"	1"
Cimentacion Simples y Calzaduras	3"	1"
Vigas y Muros Armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y Pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclopeo	2"	1"

CALCULO 2 CALCULO 4 CALCULO 5 CALCULO 6 CALCULO 7 TABLAS RESULTADO

**Tabla N° 02:** Cantidad de agua para amasado

TABLA 2: CANTIDAD APROXIMADA DE AGUA PARA AMASADO								
SLUMP	Tamaño Maximo de Agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto Con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

**Tabla N° 03:** Resistencia de concreto

TABLA 3: RELACION AGUA CEMENTO VS RESISTENCIA DEL CONCRETO		
f'c a 28 dias (kg/cm2)	Relacion Agua/Cemento en peso	
	Sin Aire Incorporado	Con Aire Incorporado
450	0.38	---
400	0.42	---
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.69	0.6
150	0.79	0.7

**Tabla N° 04:** Volumen de agregado grueso compactado

TABLA 4: VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO COMPACTADO				
Volumen de A"G" Compactado en Seco				
Tamaño Maximo de Agregado	Modulo de Fineza de la Arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.75	0.73	0.71	0.69
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.82	0.79	0.78	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

**Tabla N° 05:** Peso específico de los cementos

TABLA 5: PESO ESPECIFICO DE LOS CEMENTOS (gr/cm3)	
Cemento	P.Específico
Yura Tipo I	3.15
Yura Tipo IP	2.86
Yura Tipo IPM	2.95
Sol Tipo I	3.11
Andino Tipo I	3.11
Andino Tipo II	3.18
Andino Tipo V	3.11
Atlas Tipo IP	3.03

TABLA 6: PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO	
--------------------------------------	--

--- CALCULO 3   CALCULO 4   CALCULO 5   CALCULO 6   CALCULO 7   **TABLAS**   RESULTADO

**Tabla N° 06:** Porcentaje de aire atrapado

TABLA 6: PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO									
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO									
T.Maximo de A"G" (")	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4	
Aire atrapado (%)	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.30	0.20	
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO									
T.Maximo de A"G" (")	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4	
Grado de Exposición									
Normal	4.50	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	
Moderada	8.00	5.50	5.00	4.50	4.50	4.00	3.50	3.00	
Extrema	7.50	7.00	6.00	6.00	5.50	5.00	4.50	4.00	

--- CALCULO 3   CALCULO 4   CALCULO 5   CALCULO 6   CALCULO 7   **TABLAS**   RESULTADO

**Cálculos realizados para el diseño de mezcla ACI 211 con Excel**

**Calculo N° 01:** Volumen de agua

CALCULO 1: VOLUMEN DE AGUA									
Slump	3 "								
T.Maximo Agregado	1 1/2 "								
T.Max	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4	
Con A	202	193	184	175	165	157	143	119	
sin A	228	216	205	193	181	169	145	124	
Con A	185								
sin A	181								
Agua	181 Kg.	0.181 m <sup>3</sup>							

SIGUIENTE

--- PASO 1   **CALCULO 1**   CALCULO 2   CALCULO 3   CALCULO 4   CALCULO 5   CALCULO 6   CA ...

### Calculo N° 02: Volumen de cemento

**CALCULO 2: VOLUMEN DEL CEMENTO**

F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	relacion a/c	
	con aire	sin aire
281.1004	0.276	0.566

	Con Aire Incorporado	Sin Aire Incorporado
	181 kg. / 0.476067	181 kg. / 0.566067
Cemento:	380.19823 kg. 0.1222502 m <sup>3</sup>	319.7489 kg. 0.102813 m <sup>3</sup>

**Cemento:** 0.109 m<sup>3</sup>

ANTERIOR

SIGUIENTE

PASO 8   CALCULO 1   **CALCULO 2**   CALCULO 3   CALCULO 4   CALCULO 5   CALCULO 6   CA ...

### Calculo N° 03: Volumen de agregado grueso

**CALCULO 3: VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO**

T. Maximo del Agregado Grueso	1 1/2 "
Modulo de Finezza de la Arena	2.81

T.Maximo Agregado	Modulo de Finezza			
	2.40	2.60	2.80	3.00
1 1/2	0.75	0.73	0.71	0.68

Volumen de A"0" Compactado Seco	0.707 m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado Seco	1805 kg/m <sup>3</sup>
Peso Especifico Seco	2730 kg/m <sup>3</sup>

**Agregado Grueso:** 0.419 m<sup>3</sup>

ANTERIOR

SIGUIENTE

PASO 8   CALCULO 1   CALCULO 2   **CALCULO 3**   CALCULO 4   CALCULO 5   CALCULO 6   CA ...

### Calculo N° 04: Volumen de aire

**CALCULO 4: VOLUMEN DEL AIRE**

Concreto Sin Aire Incorporado		Concreto Con Aire Incorporado	
T.Maximo de A"G"	1 1/2 "	T.Maximo de A"G"	1 1/2 "
Aire atrapado	1 %	Aire atrapado	4.5 %

**Aire:** 0.010 m<sup>3</sup>

ANTERIOR

SIGUIENTE

PASO 8   CALCULO 1   CALCULO 2   CALCULO 3   **CALCULO 4**   CALCULO 5   CALCULO 6   CA ...

### Calculo N° 05: Volumen absoluto de arena

**CALCULO 5: VOLMEN ABSOLUTO DE LA ARENA**

Volumen de Agua	0.181 m3
Volumen de Cemento	0.103 m3
Volumen del Agregado Grueso	0.419 m3
Volumen del Aire	0.010 m3
<b>TOTAL:</b>	<b>0.713 m3</b>

Arena:	<b>0.287 m3</b>
--------	-----------------

ANTERIOR

SIGUIENTE

PASO 8 | CALCULO 1 | CALCULO 2 | CALCULO 3 | CALCULO 4 | CALCULO 5 | CALCULO 6 | CA ...

### Calculo N° 06: Cálculo de pesos

**CALCULO 6: CÁLCULO DE PESOS**

Elemento	Volumen Absoluto	Peso Especifico	Peso
Agua	0.181 m3	1000 kg/m3	181.000 kg.
Cemento	0.103 m3	3110 kg/m3	319.750 kg.
Piedra (seca)	0.419 m3	2710 kg/m3	1134.735 kg.
Arena (seca)	0.287 m3	2620 kg/m3	753.159 kg.
Aire	0.010 m3	0 kg/m3	0 kg.
<b>TOTALES</b>	<b>1.000 m3</b>		<b>2388.644 kg.</b>

ANTERIOR

SIGUIENTE

PASO 8 | CALCULO 1 | CALCULO 2 | CALCULO 3 | CALCULO 4 | CALCULO 5 | CALCULO 6 | CA ...

### Calculo N° 07: Cálculo de peso de agua final

**CALCULO 7: CALCULO DE PESO DE AGUA FINAL**

**CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION**

	humedad	pesará	balance de agua	contribucion de agua
Piedra Humeda	0.71 %	1142.8 kg.	-0.0028	-3.1998 kg
Arena Humeda	0.33 %	755.64 kg.	-0.0087	-6.5741 kg

Agua Final:	<b>190.774 kg.</b>
-------------	--------------------

ANTERIOR

RESULTADOS

CALCULO 1 | CALCULO 2 | CALCULO 3 | CALCULO 4 | CALCULO 5 | CALCULO 6 | CALCULO 7

**Resultado:** Diseño final del concreto para 1 m<sup>3</sup>

DISEÑO FINAL PARA: 1 m <sup>3</sup> DE CONCRETO			
ELEMENTO	PESO	VOLUMEN	DOSIFICACION
AGUA	0.191 Tn.	0.191 m <sup>3</sup>	1.9 K
CEMENTO	0.320 Tn.	0.103 m <sup>3</sup> $\hat{O}$ 7.5 bolsas	1.0 K
PIEDRA	1.143 Tn.	0.712 m <sup>3</sup>	6.9 K
ARENA	0.756 Tn.	0.288 m <sup>3</sup>	2.8 K
TOTAL	2.409 Tn.	1.294 m <sup>3</sup>	

COSTO DIRECTO DE LOS MATERIALES		
AGUA	S/.	0.29
CEMENTO	S/.	169.28
PIEDRA	S/.	49.84
ARENA	S/.	21.83
TOTAL	S/.	241.04

Nota: Los resultados son exactos, por ello se recomienda en Obra tomar en cuenta un porcentaje adicional para los desperdicios o pérdidas en Obra de materiales.

VER CALCULOS    PRINCIPAL(EMPEZAR DE NUEVO)

...   CALCULO 3   CALCULO 4   CALCULO 5   CALCULO 6   CALCULO 7   TABLAS   **RESULTADO**

**c) Cálculo de resistencia del concreto mediante el modelo matemático**

Anyosa (2018) Para determinar la resistencia del concreto es mediante la siguiente función matemática, para lo cual se sigue los procedimientos que se menciona.

**Función Matemática:** Método Modelo Matemática

$$f_{cr} = 45.5722 + 2.14815643 \frac{\text{Cemento}}{\text{Agua}} + 68.5241 * \text{ModuloFinura} - 2.96206 * \left(\frac{\text{Arena}}{\text{Cemento}}\right) - 26.2223 + \left(\frac{\text{Grava}}{\text{Cemento}}\right) + 0.492007 * \text{TMNAG} - 0.126626 * \text{Slump} \quad (66)$$

**Procedimiento por el Método Modelo Matemático:**

1. Determinación del peso del cemento en kg
2. Cálculo del Agua en Kg.
3. Determinación del módulo de finura del AF
4. Determinación del peso del agregado fino (arena) en kg.

5. Cálculo del agregado grueso (grava) en kg
6. Determinación del TMN del agregado grueso en mm.
7. Determinar el Slump o revenimiento del concreto fresco en mm.
8. Determinar Resistencia del concreto requerida.
9. Con todos los datos se reemplaza en la función matemática y se calcula la resistencia del concreto requerido.

**d) Cálculo de la correlación de la resistencia del concreto obtenido por el método ACI 211 con el método modelo matemático.**

Amat (2016) El coeficiente de correlación es una medida numérica que permite conocer el grado de asociación lineal entre dos variables cuantitativas utiliza la fórmula:

$$p = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

$p = (-1, 0, 1)$  Cuando  $p$  toma valor  $-1$  se dirá asociación lineal perfecta negativa y si toma valor  $1$  asociación lineal perfecta positiva, si toma valor cero no hay asociación lineal (o).

**Ramos (2019)** El coeficiente de correlación de Pearson mide la fuerza y el sentido de una relación lineal entre dos variables cuantitativas que va de  $-1$  y  $+1$ . Si es positivo la relación es directa y si es negativo la relación es inversa, y si es cero la relación es nula

Tabla N° 06 Rango de coeficiente de correlación y la relación que existe entre dos variables

Coeficiente correlación	Relación
$\pm 0.96$ a $\pm 1.0$	Perfecta
$\pm 0.85$ a $\pm 0.95$	Fuerte
$\pm 0.70$ a $\pm 0.84$	Significativa
$\pm 0.50$ a $\pm 0.69$	Moderada
$\pm 0.20$ a $\pm 0.49$	Débil
$\pm 0.10$ a $\pm 0.19$	Muy débil
$\pm 0.09$ a $\pm 0.01$	Nula

Procedimiento y Análisis Estadístico de Datos Aplicando el programa Estadístico SPSS v.26 para determinar la correlación entre los datos de resistencia  $f'c$  observados y la resistencia generado  $f'c$  de las variables dependientes e independientes y su respectiva significancia.

Para determinar la correlación entre dos variables se mide mediante el coeficiente de correlación y que toma valor aproximado a 1, como es el siguiente procedimiento:

1. Se identificó los valores de X y Y.
2. Obtener el cuadrado de las variables y a la vez multiplicar los datos de las variables X y Y.
3. Se realiza la suma de los datos de la variable X y Y.
4. Se obtiene el coeficiente de correlación mediante la ecuación, donde n es el número de datos y las sumatorias se refieren a todos los numero.

$$r = \frac{\sum xy - (\sum x \sum y) / n}{\sqrt{(\sum x^2 - (\sum x)^2 / n)(\sum y^2 - (\sum y)^2 / n)}}$$

### 3.6 Métodos de análisis de datos

Para el análisis y procesamiento de la información recolectada y el desarrollo estadístico implicó el análisis correlacional de los datos.

Los métodos estadísticos que intervienen en la realización de un estudio incluyen la planificación, el diseño, la recopilación de datos, el análisis, la obtención de una interpretación significativa y el informe de los resultados de la investigación.

- Para el muestreo se ha realizado por el método no probabilístico. Los instrumentos están validados por los ingenieros evaluadores de los trabajos de investigación de donde se obtuvieron los datos de los ensayos de resistencia de concreto.
- El cálculo de la resistencia del concreto por el método ACI 211 es por medio del software Excel que ha sido programado.
- El cálculo de la resistencia del concreto por el método Modelo matemático es por medio del software Excel donde ha sido programado la función matemática.
- Para el análisis de correlación es por medio del software estadístico SPSS El **SPSS**.

### **3.7 Aspectos éticos**

Dentro del desarrollo de la investigación se ha respetado la propiedad intelectual veracidad de los resultados y confiabilidad de los datos del método ACI 211 y los datos del modelo matemático respecto a la investigación que se presenta.

Es un aspecto de la filosofía en el cual se da un asesoramiento sobre valores, creencias e ideales en torno a la reflexión de la actitud ética privada, esta orientación se formula desde la vida profesional y la vida personal.

## **IV. RESULTADOS**

#### 4.1 Adquisición o recopilación de datos

Se obtuvo los datos de los agregados pétreos de las canteras de Melgarejo, Jicamarca y San Martín para su correspondiente análisis de datos.

##### 4.1.1 Propiedades de los agregados finos

Tabla N° 07: Propiedad del agregado pétreo de cantera Melgarejo

Descripción	Ensayos				Norma
	N°1	N°2	N°3	Promedio	
Módulo de finura	2.84	2.81	2.85	2.83	
Peso específico de masa	2.59	2.61	2.63	2.61	400.017
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.6	2.62	2.65	2.62	400.017
Peso específico aparente	2.62	2.64	2.68	2.65	400.017
Porcentaje de absorción	0.34	0.22	0.44	0.33	400.017
Peso unitario suelto kg/m <sup>3</sup>	1617	1622	1644	1628	400.017
peso unitario compactado kg/m <sup>3</sup>	1788	1806	1834	1809	400.017
Contenido humedad (h %)	0.4	0.5	0.6	0.5	ASTM C566
Porcentaje que pasa la malla 200	2.4	2.38	2.23	2.33	NTP 400.018

Elaboración propia

Tabla N° 08: Propiedad del agregado pétreo de cantera Jicamarca

Descripción	Ensayos				Norma
	N°1	N°2	N°3	Promedio	
Módulo de finura	3.2	2.87	3.13	3.07	
Peso específico de masa	2.5	2.5	2.47	2.49	400.017
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.51	2.54	2.51	2.52	400.017
Peso específico aparente	2.56	2.61	2.56	2.58	400.017
Porcentaje de absorción (a%)	1.5	1.48	1.46	1.48	400.017
Peso unitario suelto kg/m <sup>3</sup>	1645	1662	1669	1659	400.017
peso unitario compactado kg/m <sup>3</sup>	1842	1848	1847	1846	400.017
Contenido humedad (h%)	0.81	0.81	0.79	0.8	ASTM C566
Porcentaje que pasa la malla 200	2	2.25	2	2	NTP 400.018

Elaboración propia

Tabla N° 09: Propiedad del agregado pétreo de cantera San Martín

Descripción	Ensayos				Norma
	N°1	N°2	N°3	Promedio	
Módulo de finura	2.84	2.81	2.85	2.83	
Peso específico de masa	2.59	2.58	2.54	2.57	400.017
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.6	2.6	2.56	2.59	400.017
Peso específico aparente	2.62	2.63	2.59	2.61	400.017
Porcentaje de absorción (a%)	0.34	0.54	0.81	0.56	400.017
Peso unitario suelto kg/m <sup>3</sup>	1613	1638	1639	1630	400.017
peso unitario compactado kg/m <sup>3</sup>	1877	1882	1888	1882	400.017
Contenido humedad (h %)	0.7	0.6	0.81	0.7	ASTM C566
Porcentaje que pasa la malla 200	4.12	4.36	4.17	4.28	NTP 400.018

Elaboración propia

#### 4.1.2 Propiedades de los agregados gruesos

Tabla N° 10: Propiedad del agregado pétreo de cantera Melgarejo

Descripción	Ensayos				Norma
	N°1	N°2	N°3	Promedio	
Módulo de finura	7.75	7.74	7.74	7.74	ASTM C33
Tamaño Máximo	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	
Tamaño Máximo Nominal	1"	1"	1"	1"	
Peso específico de masa	2.68	2.7	2.7	2.69	400.017
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.71	2.71	2.71	2.71	400.017
Peso específico aparente	2.76	2.76	2.76	2.76	400.017
Porcentaje de absorción (a%)	0.99	1.05	0.95	0.99	400.017
Peso unitario suelto kg/m <sup>3</sup>	1479	1479	1480	1479	400.017
peso unitario compactado kg/m <sup>3</sup>	1604	1608	1604	1605	400.017
Contenido humedad (h %)	0.7	0.68	0.75	0.71	ASTM C566
Porcentaje que pasa la malla 200	0.79	0.78	0.81	0.79	NTP 400.018

Elaboración propia

Tabla N° 11: Propiedad del agregado pétreo de cantera Jicamarca

Descripción	Ensayos				Norma
	N°1	N°2	N°3	Promedio	
Módulo de finura	7.84	7.84	7.86	7.85	ASTM C33
Tamaño Máximo	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	
Tamaño Máximo Nominal	1"	1"	1"	1"	
Peso específico de masa	2.69	2.7	2.72	2.7	400.017
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.72	2.72	2.73	2.72	400.017
Peso específico aparente (Ga)	2.76	2.76	2.77	2.76	400.017
Porcentaje de absorción (a%)	0.78	0.73	0.75	0.75	400.017
Peso unitario suelto kg/m <sup>3</sup>	1444	1445	1424	1438	400.017
peso unitario compactado kg/m <sup>3</sup>	1565	1562	1569	1565	400.017
Contenido humedad (h%)	0.2	0.18	0.16	0.18	ASTM C566
Porcentaje que pasa la malla 200	0.78	0.82	0.83	0.81	NTP 400.018

Elaboración propia

Tabla N° 12: Propiedad del agregado pétreo de cantera San Martín

Descripción	Ensayos				Norma
	N°1	N°2	N°3	Promedio	
Módulo de finura	7.11	7.84	7.08	7.34	ASTM C33
Tamaño Máximo	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	
Tamaño Máximo Nominal	1"	1"	1"	1"	
Peso específico de masa (G)	2.72	2.72	2.72	2.72	400.017
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.73	2.74	2.74	2.74	400.017
Peso específico aparente (Ga)	2.77	2.76	2.77	2.77	400.017
Porcentaje de absorción	0.75	0.71	0.7	0.72	400.017
Peso unitario suelto kg/m <sup>3</sup>	1444	1439	1438	1440	400.017
peso unitario compactado kg/m <sup>3</sup>	1558	1555	1562	1557	400.017
Contenido humedad (h %)	0.7	0.66	0.75	0.7	ASTM C566
Porcentaje que pasa la malla 200	0.82	0.82	0.79	0.81	NTP 400.018

Elaboración propia

#### 4.1.3 Diseño de mezclas y ensayos del concreto

Tabla N° 13: Propiedades del concreto elaborado con agregado pétreo de la Cantera Melgarejo.

Descripción	Ensayos				Norma
	ENSAYO N°1	ENSAYO N°2	ENSAYO N°3	Promedio	
Asentamiento del concreto (cm)	7.4	7.6	7.5	7.5	NTP 339.035
Peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	2382	2379	2384	2382	ASTMC138
Contenido de aire (%)	1.5	1.4	1.5	1.5	ASTMC138

Elaboración Propia

Tabla N° 14: Propiedades del concreto elaborado con agregado pétreo de la Cantera Jicamarca

Descripción	Ensayos				Norma
	ENSAYO N°1	ENSAYO N°2	ENSAYO N°3	Promedio	
Asentamiento del concreto (cm)	9.1	9.4	9.3	9.3	NTP 339.035
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	2424	2412	2417	2418	ASTMC138
Contenido de aire (%)	1.3	1.3	1.4	1.3	ASTMC138

Elaboración Propia

Tabla N° 15: Propiedades del concreto elaborado con agregado pétreo de la Cantera San Martín

Descripción	Ensayos				Norma
	ENSAYO N°1	ENSAYO N°2	ENSAYO N°3	Promedio	
Asentamiento del concreto (cm)	7.9	8.6	7.9	8.1	NTP 339.035
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	2410	2414	2386	2403	ASTMC138
Contenido de aire (%)	1.3	1.3	1.3	1.3	ASTMC138

Elaboración Propia

#### 4.1.4 Ensayo del concreto endurecido

Tabla N° 16: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto de la cantera Melgarejo.

TIEMPO	MUESTRA	COMPRESION	
		FUERZA (KG)	RESITENCIA(kg/cm <sup>2</sup> )
3 DIAS	M-1	34840	197
	M-2	22080	188
	M-3	31000	175
	M-4	32740	185
	<b>PROMEDIO</b>	<b>30165</b>	<b>186</b>
7 DIAS	M-1	33390	199
	M-2	33530	198
	M-3	34050	202
	M-4	42050	205
	<b>PROMEDIO</b>	<b>35755</b>	<b>201</b>
14 DIAS	M-1	39570	224
	M-2	41260	234
	M-3	42090	238
	M-4	41370	234
	<b>PROMEDIO</b>	<b>41073</b>	<b>233</b>
28 DIAS	M-1	43970	258
	M-2	46390	262
	M-3	42570	269
	M-4	47950	256
	<b>PROMEDIO</b>	<b>45220</b>	<b>261</b>

Elaboración Propia

Tabla N°17 Ensayo de resistencia a la compresión del concreto de la cantera Jicamarca

TIEMPO	MUESTRA	COMPRESION	
		FUERZA (KG)	RESITENCIA(kg/cm <sup>2</sup> )
3 DIAS	M-1	33100	187
	M-2	30140	171
	M-3	33050	187
	M-4	30860	175
	<b>PROMEDIO</b>	<b>31788</b>	<b>180</b>
7 DIAS	M-1	48940	277
	M-2	48100	273
	M-3	47900	271
	M-4	49150	278
	<b>PROMEDIO</b>	<b>48523</b>	<b>275</b>
14 DIAS	M-1	51150	290
	M-2	48530	275
	M-3	54960	311
	M-4	54140	306
	<b>PROMEDIO</b>	<b>52195</b>	<b>295</b>
28 DIAS	M-1	52330	296
	M-2	59510	337
	M-3	58493	331
	M-4	57079	323
	<b>PROMEDIO</b>	<b>56902</b>	<b>322</b>

Elaboración Propia

Tabla N° 18 Ensayo de resistencia a la compresión del concreto de la cantera San Martin

TIEMPO	MUESTRA	COMPRESION	
		FUERZA (KG)	RESITENCIA(kg/cm <sup>2</sup> )
3 DIAS	M-1	29820	169
	M-2	28280	160
	M-3	27440	155
	M-4	31830	180
	<b>PROMEDIO</b>	<b>29343</b>	<b>166</b>
7 DIAS	M-1	39450	223
	M-2	36410	206
	M-3	37870	214
	M-4	35340	200
	<b>PROMEDIO</b>	<b>37268</b>	<b>210</b>
14 DIAS	M-1	44670	252
	M-2	47970	271
	M-3	47790	271
	M-4	48860	275
	<b>PROMEDIO</b>	<b>47322</b>	<b>268</b>
28 DIAS	M-1	47320	268
	M-2	50630	287
	M-3	42310	239
	M-4	50010	283
	<b>PROMEDIO</b>	<b>47568</b>	<b>269</b>

Elaboración Propia

## 4.2 Resultados del Procesamiento de datos

### 4.2.1 Diseño de mezcla por el método ACI 211 y Determinación de la resistencia del concreto.

Tabla N° 19: Diseño de mezclas de concreto por el Método ACI 211 con una relación agua/cemento es de 0.56.

N°	Cemento (Kg)	Agua (Kg)	Módulo de Finura AF (mm)	Arena (Kg)	Grava (Kg)	TMN-AG (pulg)	Slump (cm)	f'cr (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	348.21	196.05	2.83	910.68	893.68	1.00	7.50	328.00	258.00
2	348.21	196.05	2.83	910.68	893.68	1.00	7.50	332.00	262.00
3	348.21	196.05	2.83	910.68	893.68	1.00	7.50	339.00	269.00
4	348.21	196.05	2.83	910.68	893.68	1.00	7.50	326.00	256.00
5	348.21	206.28	3.07	911.4	851.49	1.00	9.30	380.00	296.00
6	348.21	206.28	3.07	911.4	851.49	1.00	9.30	421.00	337.00
7	348.21	206.28	3.07	911.4	851.49	1.00	9.30	415.00	331.00
8	348.21	206.28	3.07	911.4	851.49	1.00	9.30	407.00	323.00
9	348.21	193.73	2.83	971.76	828.58	1.00	8.10	352.00	268.00
10	348.21	193.73	2.83	971.76	828.58	1.00	8.10	371.00	287.00
11	348.21	193.73	2.83	971.76	828.58	1.00	8.10	323.00	239.00
12	348.21	193.73	2.83	971.76	828.58	1.00	8.10	367.00	283.00

Elaboración Propia

### 4.2.2 Diseño de mezcla por el método ACI 211 utilizando el Excel y determinación de la resistencia de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

Tabla N° 20: Diseño de mezclas de concreto por el Método ACI 211 utilizando el Excel

N°	Cemento (Kg)	Agua (Kg)	Módulo de Finura AF (mm)	Arena (Kg)	Grava (Kg)	TMN-AG (mm)	Slump (mm)	f'cr (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	341.00	195.00	2.83	757.00	1078.00	25.30	75.00	281.38	210.00
2	341.00	195.00	2.83	757.00	1078.00	25.30	75.00	281.38	210.00
3	341.00	195.00	2.83	757.00	1078.00	25.30	75.00	281.38	210.00
4	341.00	195.00	2.83	757.00	1078.00	25.30	75.00	281.38	210.00
5	320.00	187.00	3.07	785.00	1088.00	25.30	75.00	281.38	210.00
6	320.00	187.00	3.07	785.00	1088.00	25.30	75.00	281.38	210.00
7	320.00	187.00	3.07	785.00	1088.00	25.30	75.00	281.38	210.00
8	320.00	187.00	3.07	785.00	1088.00	25.30	75.00	281.38	210.00
9	382.00	215.00	2.83	849.00	858.00	25.30	75.00	281.38	210.00
10	382.00	215.00	2.83	849.00	858.00	25.30	75.00	281.38	210.00
11	382.00	215.00	2.83	849.00	858.00	25.30	75.00	281.38	210.00
12	382.00	215.00	2.83	849.00	858.00	25.30	75.00	281.38	210.00

Elaboración Propia

#### 4.2.3 Determinación de la resistencia del concreto ( $f'c$ ) por el método modelo matemático.

Tabla N° 21: Datos calculados de la resistencia del concreto por el modelo matemático.

N°	Cemento (Kg)	Agua (Kg)	Módulo de Finura AF (mm)	Arena (Kg)	Grava (Kg)	TMN-AG (mm)	Slump (mm)	$f'cr$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	341.00	195.00	2.83	757.00	1078.00	25.30	75.00	280.938135	210.9381
2	341.00	195.00	2.83	757.00	1078.00	25.30	75.00	280.938135	210.9381
3	341.00	195.00	2.83	757.00	1078.00	25.30	75.00	280.938135	210.9381
4	341.00	195.00	2.83	757.00	1078.00	25.30	75.00	280.938135	210.9381
5	320.00	187.00	3.07	785.00	1088.00	25.30	75.00	285.530127	201.5301
6	320.00	187.00	3.07	785.00	1088.00	25.30	75.00	285.530127	201.5301
7	320.00	187.00	3.07	785.00	1088.00	25.30	75.00	285.530127	201.5301
8	320.00	187.00	3.07	785.00	1088.00	25.30	75.00	285.530127	201.5301
9	382.00	215.00	2.83	849.00	858.00	25.30	75.00	308.688471	224.6885
10	382.00	215.00	2.83	849.00	858.00	25.30	75.00	308.688471	224.6885
11	382.00	215.00	2.83	849.00	858.00	25.30	75.00	308.688471	224.6885
12	382.00	215.00	2.83	849.00	858.00	25.30	75.00	308.688471	224.6885

Elaboración Propia

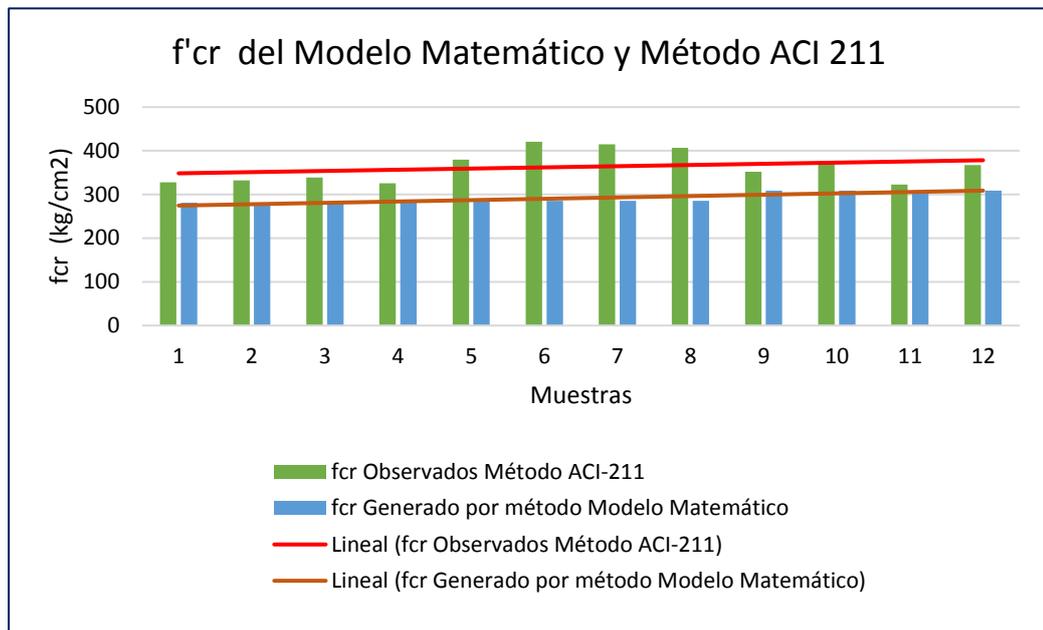
#### 4.2.4 Datos de diseño de mezcla ACI 211 y comparado con datos obtenidos del modelo matemático. Para determinar el coeficiente de correlación

Tabla N° 22: Datos de la resistencia del concreto requerida ( $fcr$ ) observados por el método ACI 211 y la resistencia del concreto requerida ( $fcr$ ) generados por el método Modelo Matemático.

Item	$fcr$ Observados Método ACI-211 (kg/cm <sup>2</sup> )	$fcr$ Generado por método Modelo Matemático (kg/cm <sup>2</sup> )
1	328.00	280.9381
2	332.00	280.9381
3	339.00	280.9381
4	326.00	280.9381
5	380.00	285.5301
6	421.00	285.5301
7	415.00	285.5301
8	407.00	285.5301
9	352.00	308.6885
10	371.00	308.6885
11	323.00	308.6885
12	367.00	308.6885

Elaboración propia

**Grafico N° 01 Resumen de la resistencia a la compresión requerida del concreto por el método ACI 211 y el método Modelo matemático.**

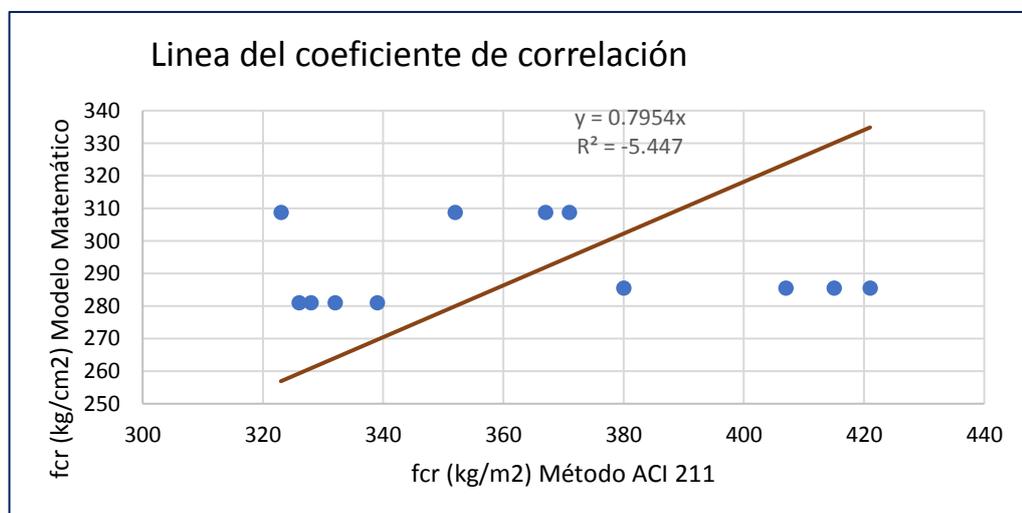


Elaboración propia

**Análisis e interpretación**

Observando los datos de la tabla N° 22 y el Grafico N° 01, se comprueba los siguientes:  
 Que la resistencia a la compresión requerida (fcr) por el método modelo matemático es constante en todas las muestras existiendo una diferencia mínima entre ellas. En caso de la resistencia a la compresión requerida (fcr) obtenido por el método ACI 211 hay una diferencia notoria entre las muestras.

**Grafico N° 02 Línea de coeficiente de correlación de la resistencia requerida del concreto por el método ACI 211 y el método Modelo matemático.**



Elaboración propia

### Análisis e interpretación

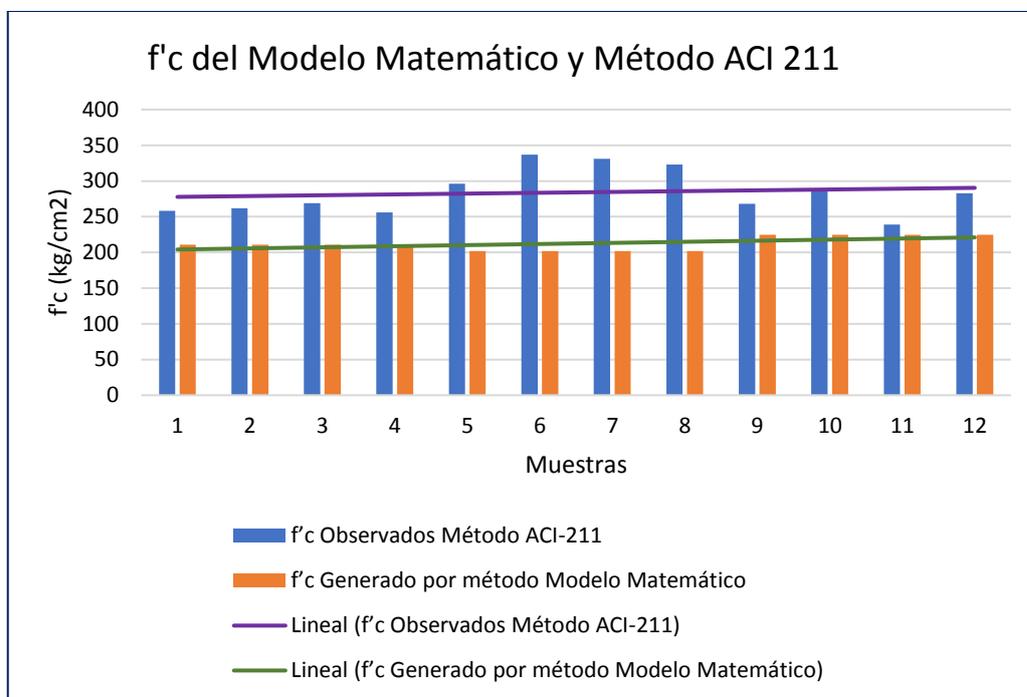
En comparación a los resultados del Grafico N°02 entre la resistencia a la compresión requerida ( $f_{cr}$ ) calculado por el método Modelo Matemático con la resistencia requerida ( $f_{cr}$ ) por el Método ACI 211, obtiene un coeficiente de correlación de  $R=0.069$ , coeficiente de regresión  $R^2 = 5.447$  y la ecuación lineal de  $y=0.7954x$  que demuestra una relación nula de acuerdo a la Tabla N° de relación como se observa en gráfico de dispersión y la línea de correlación.

**Tabla N° 23: Datos de la resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) observados por el método ACI 211 y la resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) generados por el método Modelo Matemático.**

Item	$f'c$ Observados Método ACI-211 ( $kg/cm^2$ )	$f'c$ Generado por método Modelo Matemático ( $kg/cm^2$ )
1	258.00	210.9381
2	262.00	210.9381
3	269.00	210.9381
4	256.00	210.9381
5	296.00	201.9381
6	337.00	201.9381
7	331.00	201.9381
8	323.00	201.9381
9	268.00	224.6885
10	287.00	224.6885
11	239.00	224.6885
12	283.00	224.6885

Elaboración propia

**Grafico N° 03: Datos de la resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) observados por el método ACI 211 y la resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) generados por el método Modelo Matemático.**



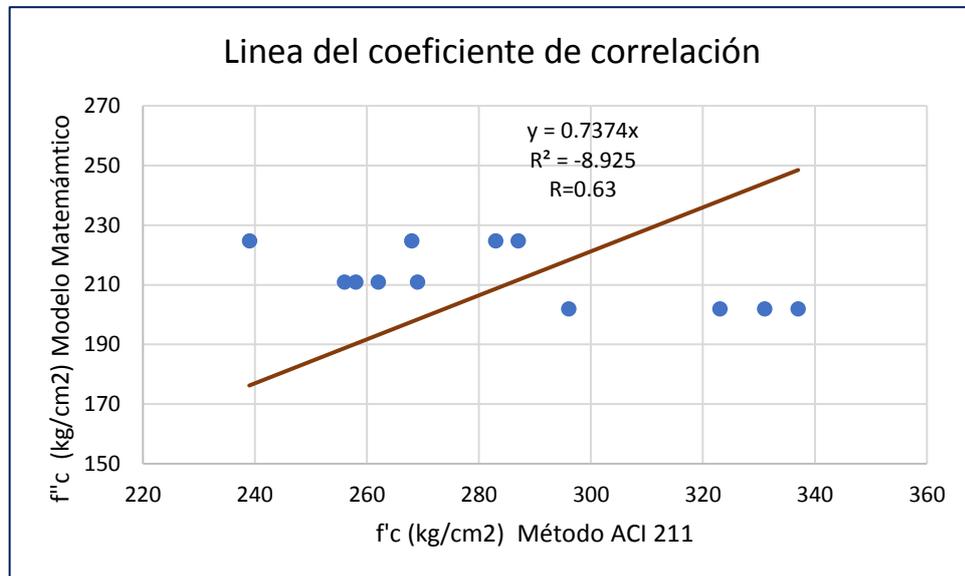
Elaboración propia

### **Análisis e interpretación**

Considerando los datos de la tabla N° 23 y el Grafico N° 03, se comprueba los siguientes:

Que la resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) por el método modelo matemático es constante en todas las muestras existiendo una diferencia mínima entre ellas. En caso de la resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) obtenido por el método ACI 211 y su ensayo de resistencia, existe una diferencia notoria entre las muestras.

**Grafico N° 04: Línea de correlación de la resistencia a la compresión del concreto (f'c) observados por el método ACI 211 y por el método Modelo Matemático.**



Elaboración propia

### **Análisis e interpretación**

En comparación a los resultados del Grafico N°04 entre la resistencia a la compresión del concreto (f'c) calculado por el método Modelo Matemático con la resistencia a la compresión del concreto (f'c) por el Método ACI 211, obtiene un coeficiente de correlación para los dos conjuntos de datos de  $R=0.63$ , coeficiente de regresión  $R^2 = 8.925$  y la ecuación lineal de  $y=0.7374x$ , que demuestra una relación moderada de acuerdo a la Tabla N° 06 como se observa en gráfico de dispersión y la línea de correlación.

Los límites para el uso del Modelo Matemático hallado funciona para el intervalo de la Resistencia de Concreto Requerida de [150, 450] Kg/cm<sup>2</sup> o en términos de la Resistencia de Concreto Especificada entre [80, 366] Kg/cm<sup>2</sup>.

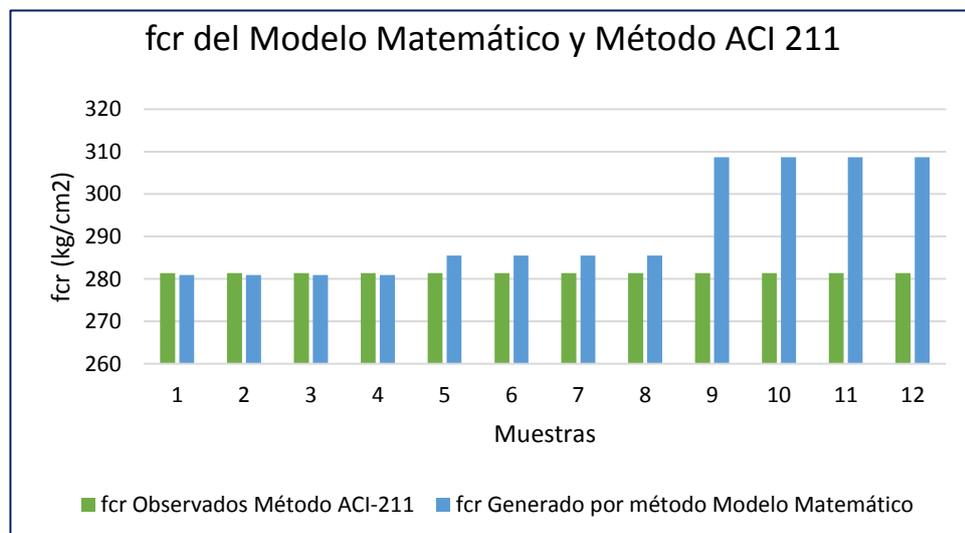
**4.2.5 Resistencia del concreto requerida (fcr) calculado por el método ACI 211 procesado con el Excel y comparado con la resistencia del concreto requerida (fcr) calculado por el método modelo matemático. Para determinar el coeficiente de correlación**

**Tabla N° 24: Datos de la resistencia del concreto requerida (fcr) por el método ACI 211 calculado con el Excel y la resistencia del concreto requerida (fcr) generados por el método Modelo Matemático.**

Item	fcr Observados Método ACI-211 (kg/cm <sup>2</sup> )	fcr Generado por método Modelo Matemático (kg/cm <sup>2</sup> )
1	281.38	280.938135
2	281.38	280.938135
3	281.38	280.938135
4	281.38	280.938135
5	281.38	285.530127
6	281.38	285.530127
7	281.38	285.530127
8	281.38	285.530127
9	281.38	308.688471
10	281.38	308.688471
11	281.38	308.688471
12	281.38	308.688471

Elaboración propia

**Grafico N° 05 Resistencia del concreto requerida (fcr) por el método ACI 211 calculado con el Excel y la resistencia del concreto requerida (fcr) generados por el método Modelo Matemático.**

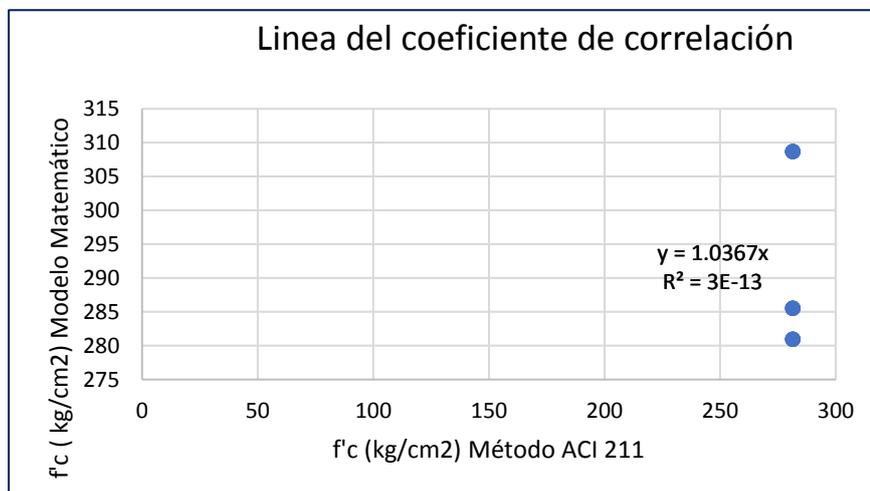


Elaboración propia

### Análisis e interpretación

De acuerdo a los datos de la tabla N° 24 y el Grafico N° 05, se comprueba los siguientes:  
Que la resistencia requerida ( $f_{cr}$ ) por el método modelo matemático es constante en todas las muestras existiendo una diferencia mínima entre ellas. En caso de la resistencia requerida ( $f_{cr}$ ) obtenido por el método ACI 211 hay una diferencia notoria entre las muestras.

**Grafico N° 06 Línea de correlación de la resistencia del concreto requerida ( $f_{cr}$ ) por el método ACI 211 calculado con el Excel y la resistencia del concreto requerida ( $f_{cr}$ ) generados por el método Modelo Matemático.**



Elaboración propia

### Análisis e interpretación

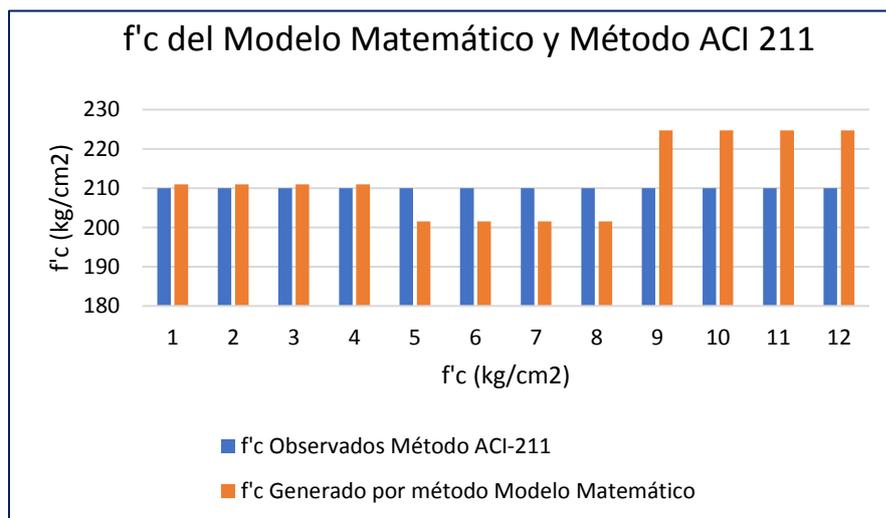
En comparación a los resultados del Grafico N°06 entre la resistencia requerida ( $f_{cr}$ ) calculado por el método Modelo Matemático con la resistencia a la compresión requerida ( $f_{cr}$ ) por el Método ACI 211, obtiene un coeficiente de correlación de  $R=0.00$ , coeficiente de regresión  $R^2 = 3E-13$  y la ecuación lineal de  $y=1.0367x$  que demuestra una relación nula como indica en gráfico de dispersión.

**Tabla N° 25: Datos obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto (f'c) por el método ACI 211 calculado con el Excel y la resistencia a la compresión del concreto (f'c) generados por el método Modelo Matemático.**

Item	f'c Observados Método ACI-211 (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c Generado por método Modelo Matemático (kg/cm <sup>2</sup> )
1	210.0000	210.9381
2	210.0000	210.9381
3	210.0000	210.9381
4	210.0000	210.9381
5	210.0000	201.5301
6	210.0000	201.5301
7	210.0000	201.5301
8	210.0000	201.5301
9	210.0000	224.6885
10	210.0000	224.6885
11	210.0000	224.6885
12	210.0000	224.6885

Elaboración propia

**Grafico N° 07 Resistencia a la compresión del concreto (f'c) por el método ACI 211 calculado con el Excel y la resistencia a la compresión del concreto (f'c) generados por el método Modelo Matemático.**



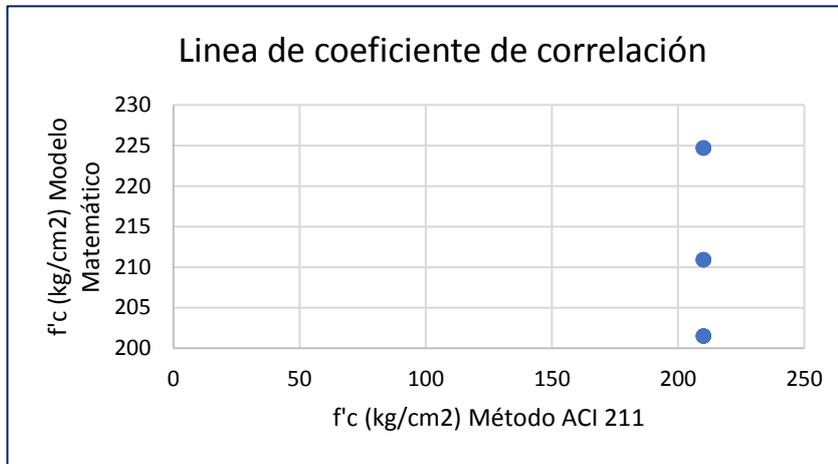
Elaboración propia

### Análisis e interpretación

De acuerdo a los datos de la tabla N° 25 y el Grafico N° 08, se comprueba los siguientes:

Que la resistencia a la compresión del concreto ( $f_c$ ) por el método modelo matemático es constante en todas las muestras existiendo una diferencia mínima entre ellas. En caso de la resistencia a la compresión ( $f_c$ ) obtenido por el método ACI 211 hay una diferencia notoria entre las muestras.

**Grafico N° 08 Línea de coeficiente de correlación de la resistencia del concreto ( $f_c$ ) por el método ACI 211 calculado con el Excel y la resistencia del concreto ( $f_c$ ) generados por el método Modelo Matemático.**



Elaboración propia

### Análisis e interpretación

En comparación a los resultados del Grafico N°08 entre la resistencia requerida ( $f_{rc}$ ) calculado por el método Modelo Matemático con la resistencia ( $f_{cr}$ ) por el Método ACI 211, obtiene un coeficiente de correlación de  $R=0.00$ , coeficiente de regresión  $R^2=0.00$  y no genera una ecuación lineal, que demuestra una relación nula como se observa en gráfico N° 08 de dispersión.

## **V. DISCUSIÓN**

La presente tesis ha tenido como uno de sus propósitos principales dar a conocer la comparación de la resistencia de compresión del concreto mediante la utilización del Método Modelo Matemático y Método ACI 211, concluyendo luego de un análisis e interpretación de resultados. El proceso comparativo se realizó tomando las siguientes consideraciones: evaluación bajo las mismas condiciones, caracterización del diseño de mezcla a utilizar en cada comparativo, uso de las propiedades de cada material y de los ensayos en estado endurecido. Para realizar el contraste de la hipótesis se tomaron datos (informes e investigación) de los siguientes ensayos:

Luego, se efectuó el análisis e interpretación de resultados de cada uno de los ensayos ejecutado con el fin de poder cuantificar las diferencias que existen en la resistencia del concreto alcanzado por el método modelo matemático y ACI 211, en ambos casos de acuerdo al diseño de mezcla ACI 211 y los ensayos de las probetas obtenidos en la investigación, con el propósito de discutir los resultados de cada ensayo podemos indicar lo siguiente:

Comparando con los resultados obtenidos en la investigación de Anyosa (2015), donde determinó analíticamente la Resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) en tiempo real, en mezclas de concreto con rango de resistencias de 80 kg/cm<sup>2</sup> a 366 kg/cm<sup>2</sup> que han sido comparados con resultados de resistencias de probetas de concreto en laboratorios autorizados. Ha hallado una función que permite determinar en tiempo real la Resistencia del Concreto Requerido y por ende de la Resistencia del Concreto Especificada que se tendría a los 28 días después de la elaboración del concreto y en función de los insumos y relaciones de la mezcla del concreto fresco. En la presente investigación como indica en la tabla N° 23 se obtuvo la resistencia del concreto ( $f'c$ ) por el método modelo matemático que va en un rango de 210.9381 kg/cm<sup>2</sup> hasta 224.6885 kg/cm<sup>2</sup> que se encuentran dentro de lo mencionado por Anyosa (2015). De igual manera los datos obtenidos de la resistencia de concreto por el Método ACI 211 con su respectivo ensayo de probeta va desde 258.00 kg/cm<sup>2</sup> hasta 283.00 kg/cm<sup>2</sup> que también se encuentra dentro de los rangos mencionados por Anyosa (2015).

Los resultados del estudio en cuanto al coeficiente de correlación de la resistencia del concreto por el método modelo matemático y método ACI 211, como indica en el gráfico N° 04 es de  $R=0.63$ , coeficiente de regresión  $R^2=8.925$  y la ecuación lineal de  $y=0.7374x$ , que demuestra una relación moderada de acuerdo a la Tabla N° 06 de Rango de

coeficiente de correlación y la relación que existe entre dos variables, donde este coeficiente de correlación es semejante a lo obtenido por Anyosa (2015)  $R= 0.78333$ . Esto demuestra que los procedimientos de cálculo de la resistencia del concreto por el método modelo matemático es correcto. De esta manera se determina la correlación de los resultados obtenidos por el método modelo matemático y método ACI 211.

Con los datos de los agregados, se procedió con el diseño propuesto para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , aplicando el método de diseño e mezcla indicado en el ACI 211, en la tabla N° 19 los resultados obtenidos de la prueba de ensayo van de  $258 \text{ kg/cm}^2$  hasta  $283.00 \text{ kg/cm}^2$ , las probetas de concreto fueron elaborados con agregados de diferentes canteras, se observa que es mayor a la resistencia de especificado ( $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ), concuerda por lo mencionado por Chan Yan (2003) y Arapa (2018).

En la Tabla N° 21 de acuerdo a los resultados del diseño de mezcla ACI 211 y considerando las propiedades de los agregados se procedió al cálculo de la resistencia del concreto utilizando el método modelo matemático para el diseño propuesto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , los resultados van de  $210.9381 \text{ kg/cm}^2$  hasta  $224.6885 \text{ kg/cm}^2$ , se observa que es mayor a la resistencia de compresión especificado ( $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ), concuerda con lo mencionado por Anyosa (2015).

Las resistencia del concreto obtenidos por el modelo matemático y el método ACI 211 y su prueba de ensayo, son semejantes no hay diferencia y existe un relación moderada de acuerdo al coeficiente de correlación obtenido de  $R= 0.63$ , concuerda con los resultados obtenidos por Anyosa (2018).

## **VI. CONCLUSIONES**

Las conclusiones para la presente investigación son las siguientes

1. Con los resultados del diseño de mezcla ACI 211 y considerando las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, se concluye que el modelo matemático influye en la determinación de la resistencia de concreto.
2. Con los datos de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados para el diseño de mezcla y la prueba de resistencia del concreto, se concluye que el método ACI 211 influye en la determinación de la resistencia a la compresión del concreto.
3. Al comparar la resistencia del concreto obtenido por el método modelo matemático y el método ACI 211 y la determinación del coeficiente de correlación  $R=0.63$ , se concluye que existe una relación significativa entre estos dos métodos.
4. Las resistencias a la compresión del concreto obtenidos por el método modelo matemático y el método ACI 211 son semejantes no hay diferencia, porque se tiene un coeficiente de correlación de  $R=0.63$ .

## **VII. RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

1. Efectuar estudios de investigación haciendo comparaciones de varios diseños de mezcla y diferentes procedimientos de cálculos de resistencia a la compresión del concreto.
2. Realizar análisis granulométricos de las diferentes canteras de la ciudad de Lima para dar a conocer las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, para elaborar un concreto que este dentro de las Normas Técnicas Peruana.
3. Realizar investigaciones concerniente a métodos indirectos de cálculo de la resistencia a la compresión del concreto con sus respectivo análisis estadístico de correlación.

## **VIII. PROPUESTA**

Como propuesta después de haber analizado la comparación del Método ACI 211 y Método Modelo Matemático, se ha comprobado el modelo matemático en base a una función analítica y la utilización de las cantidades y propiedades de los insumos, que fue desarrollado aplicando el modelamiento de datos, específicamente por el Método de los Mínimos Cuadrados Lineales obtuvieron como resultado la función matemática:

$$f_{cr} = 45.5722 + 2.14815643 \frac{\text{Cemento}}{\text{Agua}} + 68.5241 * \text{ModuloFinura} - 2.96206 * \left(\frac{\text{Arena}}{\text{Cemento}}\right) - 26.2223 * \left(\frac{\text{Grava}}{\text{Cemento}}\right) + 0.492007 * \text{TMNAG} - 0.126626 * \text{Slump}$$

(66)

Cemento:	Peso del Cemento en Kg
Agua:	Peso del Agua en Kg
Modulo Finura:	Módulo de Finura o Fineza del agregado Fino
Arena:	Peso del Agregado Fino en Kg.
Grava:	Peso del Agregado Grueso en Kg
TMNAG:	Tamaño Máximo Nominal del agregado Grueso en mm
Slump:	Revenimiento del concreto fresco en mm.
fcr:	Resistencia del Concreto Requerida.

La resistencia del Concreto especificada  $f'_c$ ; se puede calcular con el valor de fcr conocido de la siguiente manera:

```
double fpc; // Resistencia promedio especificada
if (fcr<280.0)
f'c =fcr-70.0;
else if (fcr>=280.0 && fcr<=490.0)
f'c=fcr-84.0;
else fpc=(fcr-50.0)/1.1;
```

## REFERENCIAS

- Abanto Rojas, E. (2019). *Análisis de calidad de agregados para el diseño de mezclas de concreto  $f'c:210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c:245\text{kg/cm}^2$ , distrito de Bagua-Amazonas - 2018*. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo. Recuperado el 2020
- Acuña, L., Torre, A., Moromi, I., & Garcia, F. (2014). *Uso de las Redes Neuronales Artificiales en el Modelado del Ensayo de Resistencia a Compresión de Concreto de Construcción según la Norma ASTM C39/C 39M*. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima: Información Tecnológica. doi:10.4067/s0718-07642014000400002
- Alcalde Paredes, S. G. (2015). *Evaluación del agregado proveniente de la cantera río cajamarquina para la elaboración de concreto permeable para pavimento rígido, Cajamarca 2015*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Alvarado Shica, M., & Del Castillo Davila, P. E. (2019). *ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DE MEZCLA  $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$  CON AGREGADO GRUESO DE LOS RÍOS HUALLAGA, MAYO, YURACYACU Y AGREGADO FINO DEL RÍO CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN-2019*". Tarapoto.
- Alvarez Zamalloa, Y., & Quispe Auccepure, M. (2018). *DETERMINACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA ESTIMAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  $f'c$  DEL CONCRETO, EN FUNCIÓN A FRECUENCIAS DE CURADO*. cusco: Universidad Andina del Cusco.
- Anyosa Chuchón, S. (2018). *Determinación de la resistencia del concreto simple en tiempo real*. Ayacucho, Huamanga, Ayacucho.
- Arapa Mamani, P., & Mamani Caira, W. W. (2018). *Evaluación de la calidad de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliñaca y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, Puno. Puno: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO. Recuperado el 13 de 10 de 2019
- Arrascue Arevalo, N. A. (2011). *DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS DE TRES CANTERAS Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND TIPO I. (SOL)*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Botello Picon, H. I. (2018). *Calidad de agregados de las canteras Tacllan, Pariapata, Pariahuanca y su influencia en la resistencia del concreto Ancash-2019*. Tesis, Universidad de San Pedro, Huaraz. Recuperado el 14 de Noviembre de 2019
- Bustamante Romero, I. G. (2017). *Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concreto usuales en el Perú*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Campos Mera, E. (2017). *DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE LOS AGREGADOS EXTRAIDOS DE LAS CANTERAS JOSECITO Y MAUEL OLANO Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE CONCRETO  $F'c=250 \text{ Kg/cm}^2$ , EN LA CIUDAD DE JAEN*. CAJAMARCA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.
- Canoves J, Calvet, V., Benlloch J., & Valcuende, M. (2012). *Metodos de cálculo indirectos del periodo de descimbrado a partir de la evolución de la resistencia del hormigón*. Universidad

Politecnica de Valencia. Valencia-España: Universidad Politecnica de Valencia. Recuperado el Mayo de 2020

Chan Yan, J., Solis Carcaño, R., & Moreno, E. I. (agosto de 2003). *Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto* (Vol. 7). Merida-Mexico: Universidad Autonoma de Yucatán. Recuperado el 13 de 10 de 2019

Cornelio Chamorro, R. O. (2008). *Evaluación y verificación de las propiedades de los agregados de las nuevas canteras de Lima*. Universidad de Ingeniería, Lima. Lima: Universidad de Ingeniería.

Corro MAntilla, H. L., & Ramos Morales, A. L. (2015). *Correlación entre el índice de madurez de una mezcla de concreto y su resistencia a la compresión*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Recuperado el Junio de 2020

DAVID OSORIO, J. (2019). *Resistencia mecanica del concreto*. Grupo argos. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion>

Diaz Vilca, M. (2010). *Correlación entre la porosidad y la resistencia del concreto*. Universidad Ricardo Palma. Lima: Universidad Ricardo Palma. Recuperado el Mayo de 2020

Estrada, C. (2019). *Evaluación de la calidad de los agregados para la industria de la construcción extraídos del río Yauli en el tramocomprendido entre Mahr Túnel – Pachachaca, 2017*. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcidez Carrión.

Ferreira Cuellar, D., & Torres López, K. (2014). *Caracterización física de agregados petreos para concretos caso: Vista Hermosa (Mosquera) y Mina Cemex (apuloo)*. UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA, Bogota. Bogota: UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA. Recuperado el 14 de 10 de 2019

Garcia Giraldo, J. M., & Ledezma Araya, C. (2013). *Modelo analítico del comportamiento a compresión de bloques huecos de concreto*. Medellin: Universidad de Medellin Colombia.

Garcia Giraldo, J. M., Bonett Díaz, R. L., & Ledesma Araya, C. (2013). *Modelo analítico del comportamiento a compresión de bloques huecos de concreto*. Universidad de Medellin. Medellin: Universidad de Medellin. Recuperado el Mayo de 2020

Giraldo M., M. A., & Tobon, J. I. (2006). *Evolución minerologica del cemento portland durante el proceso de hidratación*. Medellin, colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, c., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodologia de la Investigacion* (Quinta ed.). Mexico: Interamericana Editores, S.A.

Herrera Benavides, P. N., & Vargas Gordillo, H. E. (2018). *OPTIMIZACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO WALKER Y LA INTRODUCCIÓN DE UN ADITIVO EXPERIMENTAL*. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Bogota-Colombia. Recuperado el Junio de 2020

Ispilco Infante, J., & López Alaya, J. (2017). *Influencia de los agregados de las canteras Mashcon y Chonta para la obtencion de módulos de elasticidad y rotura, en el diseño de pavimentos rígidos*. UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE. Cajamarca: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE. Recuperado el 13 de 10 de 2019

- Lizarazo Marriaga, J. M., & Gomez Cortés, J. (2007). *Desarrollo de un modelo de redes neuronales artificiales para predecir la resistencia a la compresión y la resistividad eléctrica del concreto*. Universidad Nacional de Colombia. Colombia: Revista Ingeniería e Investigación. Recuperado el Mayo de 2020
- Medina Saucedo, D. (2018). *Evaluación de la resistencia del concreto  $F'_c=210\text{Kg/cm}^2$  y  $280\text{Kg/cm}^2$  por efecto de la temperatura ambiente, en la ciudades de Chiclayo y Cutervo, 2018*. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, Chiclayo. Chiclayo: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. Recuperado el 13 de 10 de 2019
- Merchan , L., & Nuñez, E. (2015). *Resistencia a compresión del concreto mediante ensayo de ultrasonido a partir de la correlación con el ensayo de rotura de núcleos de concreto*. Universidad de Carabobo. Carabobo Venezuela: Universidad de Carabobo. Recuperado el Mayo de 2020
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Recuperado el 14 de Noviembre de 2019
- Moromi Nakata, I., García Fernández, F., Torre Carrillo, A., Espinoza Haro, P., & Acuña Pinaud, L. (2018). *Application of the Monte Carlo method to estimate the uncertainty in the compressive strength test of high-strength concrete modelled with a multilayer perceptron*. Lima. doi:10.7764/RDLC.17.2.319
- NTP 400.037. (2014). *Agregados, especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Lima.
- Ortega Castro, A. (2013). *La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigon empleado en la construccion de obras civiles*. UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO. Ambato: UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO. Recuperado el 13 de 10 de 2019
- Quintero Ortiz, L., Herrera, J., Corzo, L., & Garcia, J. (2011). *RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y LA POROSIDAD DEL CONCRETO EVALUADA A PARTIR DE PARÁMETROS ULTRASÓNICOS*. Universidad Industrial de Santander (UIS). Bucarmanga: Universidad Industrial de Santander (UIS). Recuperado el Mayo de 2020
- Rodrigo, A. (2016). *Correlacion Lineal y Regresión Lineal Simple*. Cienciadedatos.net.
- Sandoval Mora, E. A. (2016). *Metodología para la formulación de un modelo matemático que considere el colapso progresivo desproporcionado de estructuras convencionales*. Bogota: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el Mayo de 2020
- Sanjuan Barbudo, M. A., & Chinchon, Y. S. (2016). *INTRODUCCION A LA FABRICACION Y NORMALIZACION DEL CEMENTO PORTLAND*. San Vicente del Raspeig, España: Universidad de Alicante.
- Tamayo Tamayo, J., Gutierrez Guevara, C., & Cabrera Vargas, J. (2006). *Estudio de la Degradación de los Agregados Pétreos durante la Vida Util de los Pavimentos*. Bogota: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 13 de 10 de 2019
- Valencia Elguera, G., & Ibarra Navarro, M. (2013). *Estudio Experimental para determinar patrones de correlación entre la resistencia a compresión y la velocidad de pulso ultrasonico en concreto simple*. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Perú. Recuperado el 2020

Vera Mostacero, T. Y. (2018). *Resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución de cemento en 15% por ceniza de tuna o nopal*. Cajamarca: Universidad San Pedro. Recuperado el 14 de noviembre de 2019

## **ANEXOS**

## Anexo 1

### Matriz de operacionalización de variables

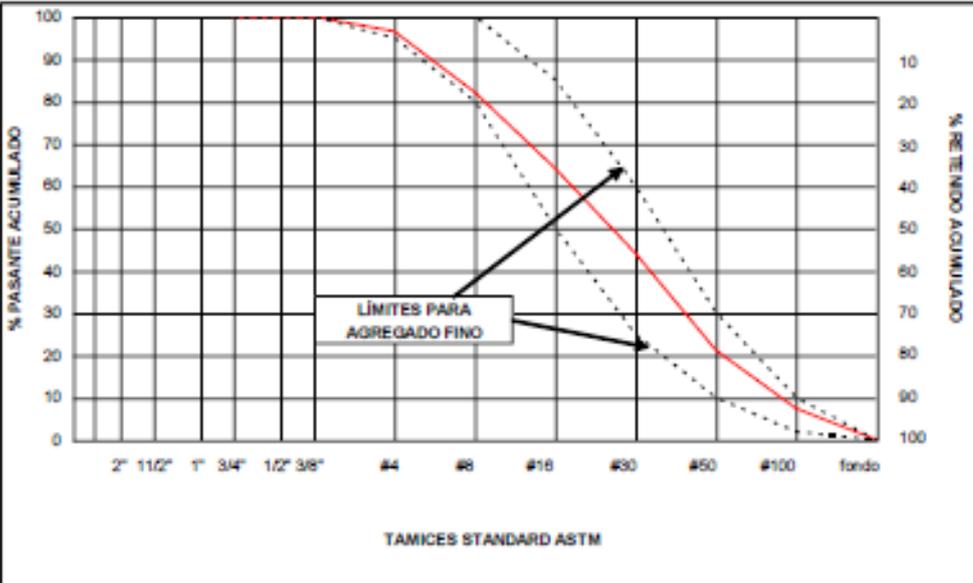
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Medida
Variable Independiente (X)  Modelo matemático y ACI 211	Modelo matemático es una función analítica para la predicción de la Resistencia del Concreto en función de las cantidades y propiedades de los insumos de la mezcla. Anyosa (2018)	El Modelo matemático calcula la resistencia del concreto utilizando una función matemática Anyosa (2018)	Propiedad física del cemento	Peso de cemento	Kg
			Propiedad física del agua	Peso de agua	Kg
			Propiedad física y mecánica del agregado pétreo	Peso del agregado grueso	Kg
				Peso de agregado fino	Kg
				Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	mm
			Módulo de finura fineza del agregado fino	%	
	Propiedades mecánicas del concreto	Slump de concreto fresco	mm		
	ACI 211 es un método de diseño de mezclas donde se utiliza nomogramas y gráficos y posteriormente hacer la prueba de resistencia de concreto. Rojas (2018)	El diseño de mezclas se realizará con respecto a la calidad de agregados pétreos cemento y agua en estudio. Rojas (2018)	Propiedad física del cemento	Peso específico del cemento	gr/cm3
			Propiedad física del agua	Peso específico	Kg/m3
			Propiedad física y mecánica del agregado pétreo	La granulometría	Nominal
				El peso unitario suelto de agregado fino y grueso	Kg/m3
				El peso unitario compactado de agregado fino y grueso	Kg/m3
				Peso específico de agregado fino y grueso	Kg/m3
				Módulo de fineza de agregado fino y grueso	Nominal
				Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Pulg
Porcentaje de absorción de agregado fino y grueso				%	
Porcentaje de humedad de agregado fino y grueso	%				
Propiedades mecánicas del concreto	Slump	Pulg.			
Resistencia del concreto es la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de	Para el cálculo de la resistencia del concreto se utiliza las propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos,	Propiedades mecánicas del concreto	Resistencia a la compresión	Kg/cm2	
			Slump	Pulg	
			Temperatura	°C	
			Peso unitario del concreto	Kg/m3	

Variable Dependiente (Y) Resistencia del concreto	esfuerzo, en kg/cm2, MPa y libra por pulgada cuadrada (psi). Argos (2020)	cemento y el agua. Argos (2020)	Dosificación	Peso	Kg
				Volumen	m3

## Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

		FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela de Ingeniería Civil				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
MUESTRA : AGREGADO FINO		FECHA DE INSPECCIÓN : 17/01/2008				
PROCEDENCIA : CANTERA MELGAREJO		MUESTRA N° : 01				
PESO DE LA MUESTRA: 500 gr		Hecho por : Nahum Arrascue				
GRANULOMETRÍA						
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES	
3/8"	0.0	0	0	100	100	100
# 4	17.2	3	3	97	95	100
# 8	72.4	14	18	82	80	100
# 16	89.9	18	36	64	50	85
# 30	99.8	20	56	44	25	60
# 50	114.6	23	79	21	10	30
# 100	69.1	14	93	7	2	10
fondo	37.1	7	100	0		
TOTAL		500.0	100	MÓDULO DE FINURA: 2.84		



TAMICES STANDARD ASTM

**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MUESTRA : AGREGADO FINO      FECHA DE INSPECCIÓN : 18/01/2008  
 PROCEDENCIA : CANTERA MELGAREJO      MUESTRA N° : 02  
 PESO DE LA MUESTRA: 500 gr      Hecho por : Nahum Arrascaue

#### GRANULOMETRÍA

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES	
3/8"	0.0	0	0	100	100	100
# 4	12.5	3	3	98	95	100
# 8	79.9	16	18	82	80	100
# 16	90.4	18	37	63	50	85
#30	92.7	19	55	45	25	60
#50	106.8	21	76	24	10	30
#100	74.9	15	91	9	2	10
fondo	42.9	9	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>500.0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>2.81</b>		

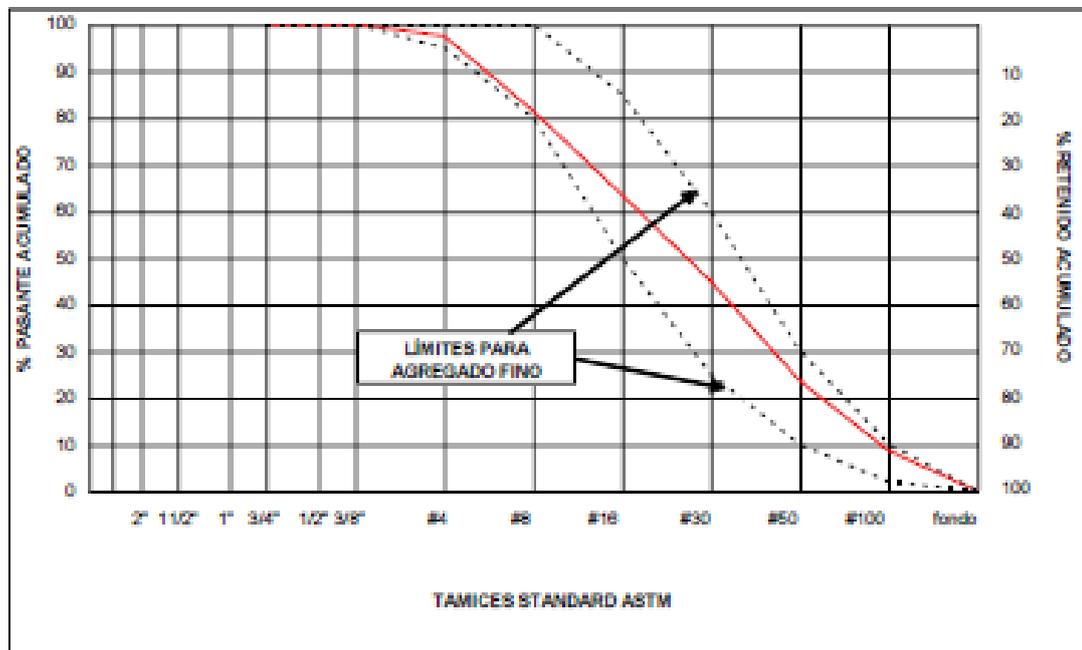


GRÁFICO DE GRADUACIÓN



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MUESTRA : AGREGADO FINO      FECHA DE INSPECCIÓN : 18/01/2008  
 PROCEDENCIA : CANTERA MELGAREJO      MUESTRA N° : 03  
 PESO DE LA MUESTRA: 500 gr      Hecho por : Nahum Arrascaue

#### GRANULOMETRÍA

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES	
3/8"	0.0	0	0	100	100	100
# 4	20.1	4	4	96	95	100
# 8	80.2	16	20	80	80	100
# 16	90.0	18	38	62	50	85
#30	90.6	18	56	44	25	60
#50	100.7	20	76	24	10	30
#100	71.9	14	91	9	2	10
fondo	46.7	9	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>500.0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>2.65</b>		

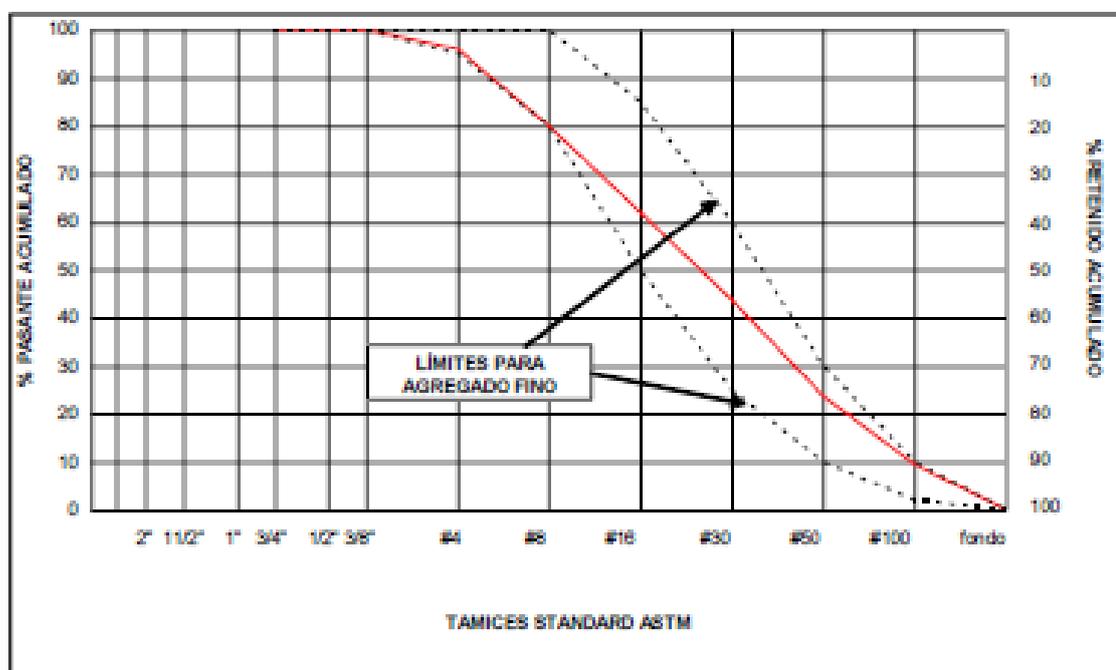


GRÁFICO DE GRADUACIÓN

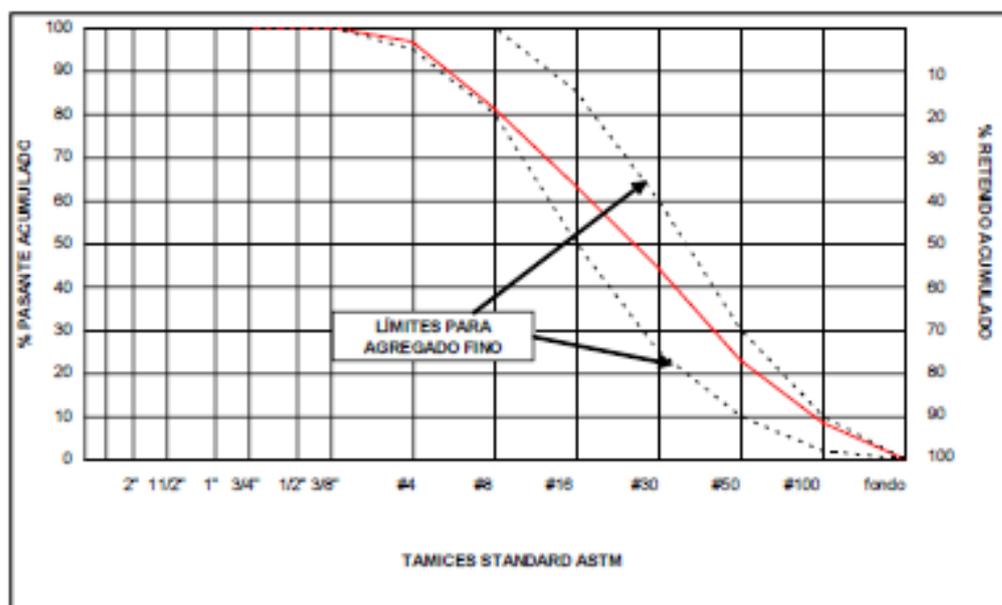


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : AGREGADO FINO      FECHA DE INSPECCIÓN : 18/01/2008  
 PROCEDENCIA : CANTERA MELGAREJO      MUESTRA N° : Promedio  
 PESO DE LA MUESTRA: 500 gr      Hecho por : Nahum Arrascaue

**GRANULOMETRÍA**

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES	
3/8"	0.0	0	0	100	100	100
# 4	16.6	3	3	97	95	100
# 8	77.5	15	19	81	80	100
# 16	90.1	18	37	63	50	85
#30	94.4	19	56	44	25	60
#50	107.4	21	77	23	10	30
#100	72.0	14	92	8	2	10
fondo	42.2	8	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>500.0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA PROMEDIO:</b>	<b>2.83</b>		



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**

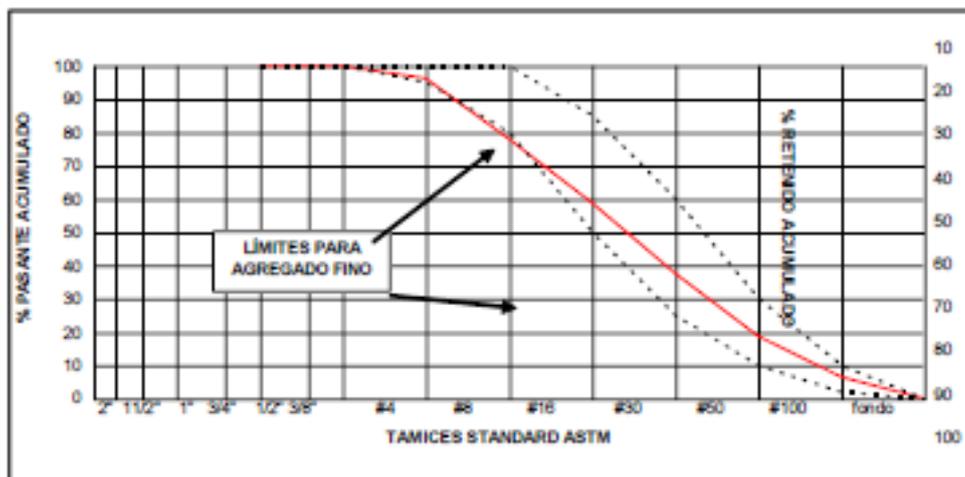


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : AGREGADO FINO      FECHA DE INSPECCIÓN : 17/01/2008  
 PROCEDENCIA : CANTERA JICAMARCA      MUESTRA N° : 01  
 PESO DE LA MUESTRA: 300 gr      Hecho por : Nahun Arrascus

**GRANULOMETRÍA**

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES	
3/8"	0.0	0	0	100	100	100
# 4	18.9	4	4	96	95	100
# 8	90.9	18	22	78	80	100
# 16	96.5	19	41	59	50	85
# 30	106.0	21	62	38	25	60
# 50	94.3	19	81	19	10	30
# 100	60.8	12	93	7	2	10
fondo	32.5	7	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>500.0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>3.04</b>		



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**

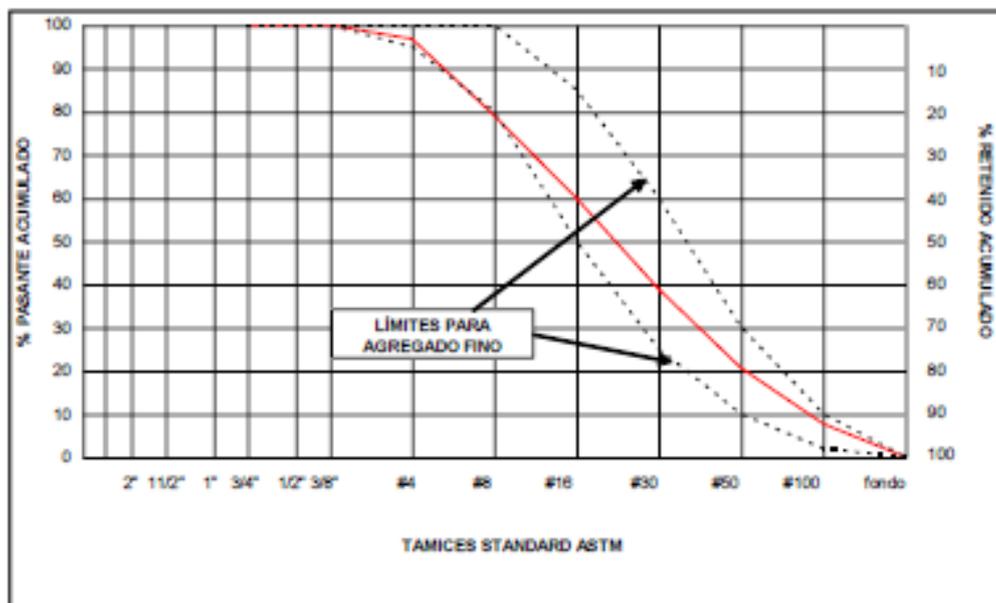


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : AGREGADO FINO      FECHA DE INSPECCIÓN : 18/01/2008  
 PROCEDENCIA : CANTERA JICAMARCA      MUESTRA N° : 02  
 PESO DE LA MUESTRA: 500 gr      Hecho por : Nahun Arrascaos

**GRANULOMETRÍA**

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES	
3/8"	0.0	0	0	100	100	100
# 4	15.9	3	3	97	95	100
# 8	88.9	18	21	79	80	100
# 16	95.7	19	40	60	50	85
#30	105.1	21	61	39	25	60
#50	91.5	18	79	21	10	30
#100	64.9	13	92	8	2	10
fondo	38.1	8	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>500.0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>2.97</b>		



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**

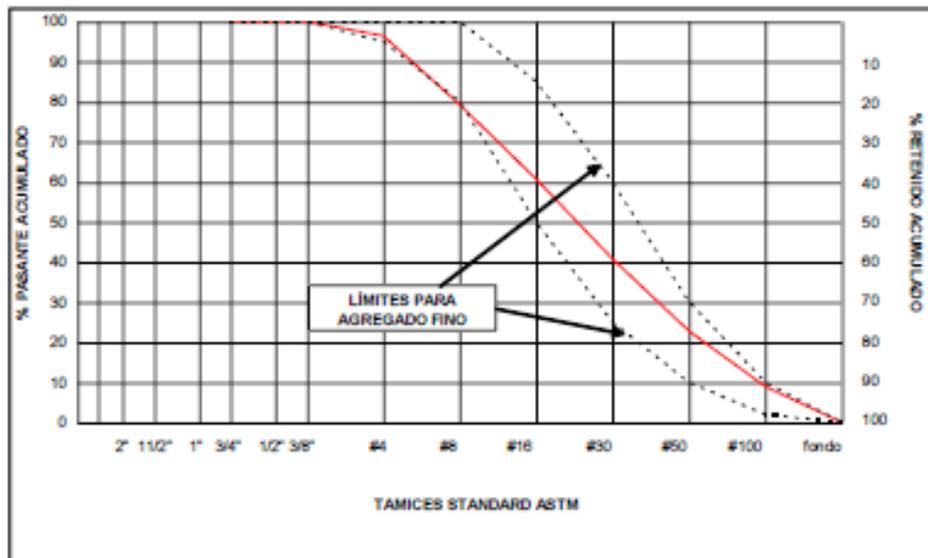


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : AGREGADO FINO      FECHA DE INSPECCIÓN : 18/01/2008  
 PROCEDENCIA : CANTERA JICAMARCA      MUESTRA N° : 03  
 PESO DE LA MUESTRA: 500 gr      Hecho por : Nahum Arrascaus

**GRANULOMETRÍA**

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES	
3/8"	0.0	0	0	100	100	100
# 4	18.0	4	4	96	95	100
# 8	85.3	17	21	79	80	100
# 16	92.8	19	39	61	50	85
#30	99.9	20	59	41	25	60
#50	90.4	18	77	23	10	30
#100	69.1	14	91	9	2	10
fondo	44.6	9	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>500.0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>2.91</b>		



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**

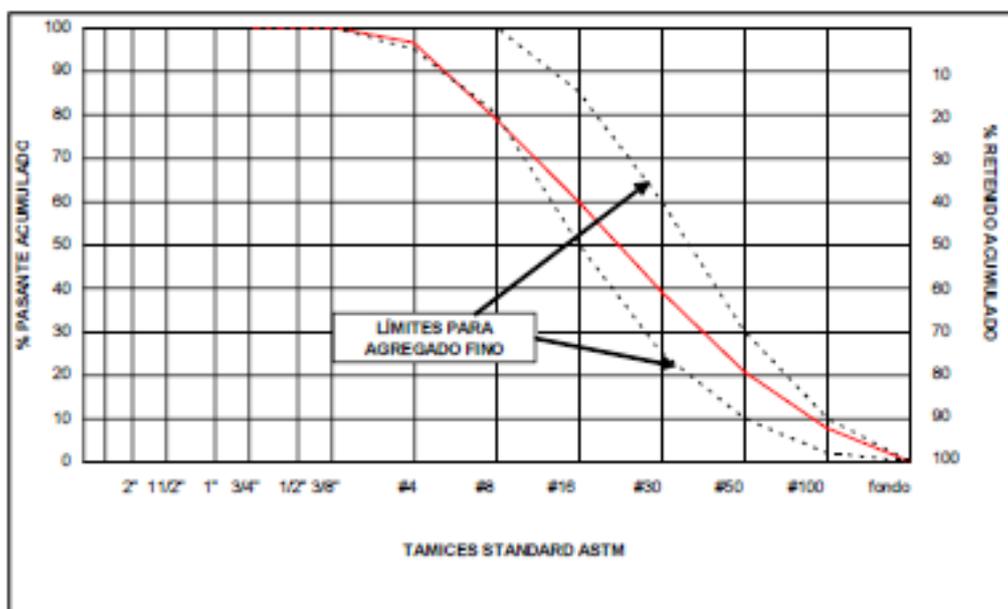


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : AGREGADO FINO      FECHA DE INSPECCIÓN : 18/01/2008  
 PROCEDENCIA : CANTERA JCAMARCA      MUESTRA N° : Promedio  
 PESO DE LA MUESTRA: 500 gr      Hecho por : Nahum Arrascue

**GRANULOMETRÍA**

MALLA	PESO RETENIDO <i>en gramos</i>	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES	
3/8"	0.0	0	0	100	100	100
# 4	17.6	4	4	96	95	100
# 8	88.4	18	21	79	80	100
# 16	95.0	19	40	60	50	85
#30	103.7	21	61	39	25	60
#50	92.1	18	79	21	10	30
#100	64.9	13	92	8	2	10
fondo	38.4	8	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>500.0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA PROMEDIO:</b>	<b>2.97</b>		



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MUESTRA : AGREGADO FINO      FECHA DE INSPECCIÓN : 17/01/2009  
 PROCEDENCIA : CANTERA SAN MARTIN      MUESTRA N° : 01  
 PESO DE LA MUESTRA: 500 gr      Hecho por : Néstor Arrascaeta

#### GRANULOMETRÍA

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES	
38"	0.0	0	0	100	100	100
# 4	30.0	6	6	94	95	100
# 8	118.0	24	30	70	80	100
# 16	96.0	19	49	51	60	95
# 30	78.7	16	65	35	25	50
# 60	76.8	15	80	20	10	30
# 100	54.6	11	91	9	2	10
fondo	46.5	9	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>499.6</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>3.20</b>		

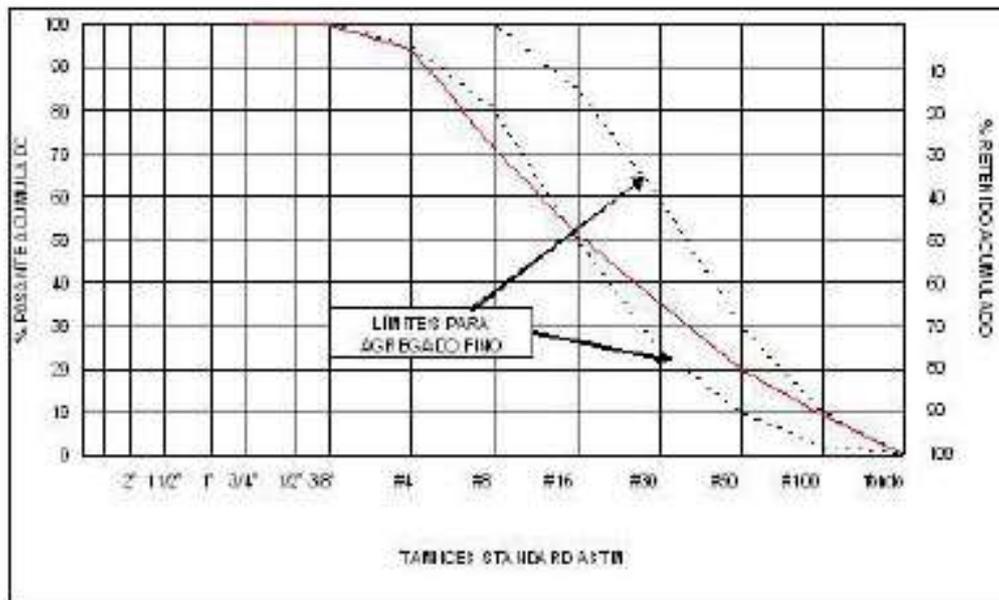


GRÁFICO DE GRADUACIÓN



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MUESTRA : AGREGADO FINO      FECHA DE INSPECCIÓN : 18/01/2008  
 PROCEDENCIA : CANTERA SAN MARTÍN      MUESTRA N° : 02  
 PESO DE LA MUESTRA: 500 gr      Hecho por : Nahum Arrascue

#### GRANULOMETRÍA

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES	
3/8"	0.0	0	0	100	100	100
# 4	16.1	3	3	97	95	100
# 8	96.0	19	22	78	80	100
# 16	92.3	18	41	59	50	85
#30	82.9	17	57	43	25	60
#50	90.4	18	75	25	10	30
#100	68.6	14	89	11	2	10
fondo	53.7	11	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>500.0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>2.87</b>		

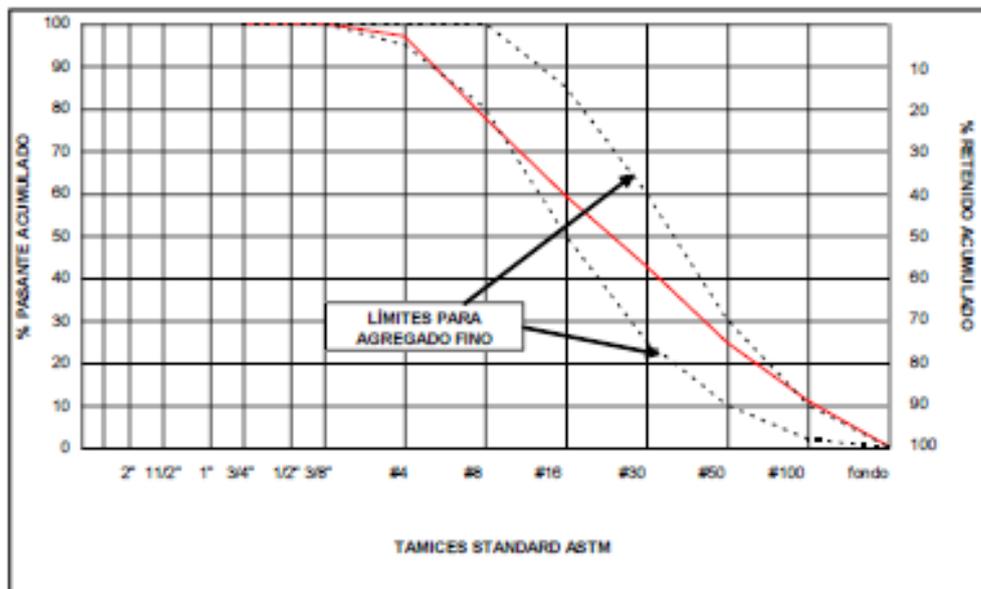


GRÁFICO DE GRADUACIÓN



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MUESTRA : AGREGADO FINO      FECHA DE INSPECCIÓN : 18/01/2008  
PROCEDENCIA : CANTERA SAN MARTIN      MUESTRA N° : 03  
PESO DE LA MUESTRA: 500 gr      Hecho por : Nahum Arrascaue

#### GRANULOMETRÍA

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES	
3/8"	0.0	0	0	100	100	100
# 4	19.6	4	4	96	95	100
# 8	117.4	23	27	73	80	100
# 16	95.4	19	46	54	50	85
#30	84.5	17	63	37	25	60
#50	82.8	17	80	20	10	30
#100	57.8	12	92	8	2	10
fondo	42.5	9	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>500.0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>3.13</b>		

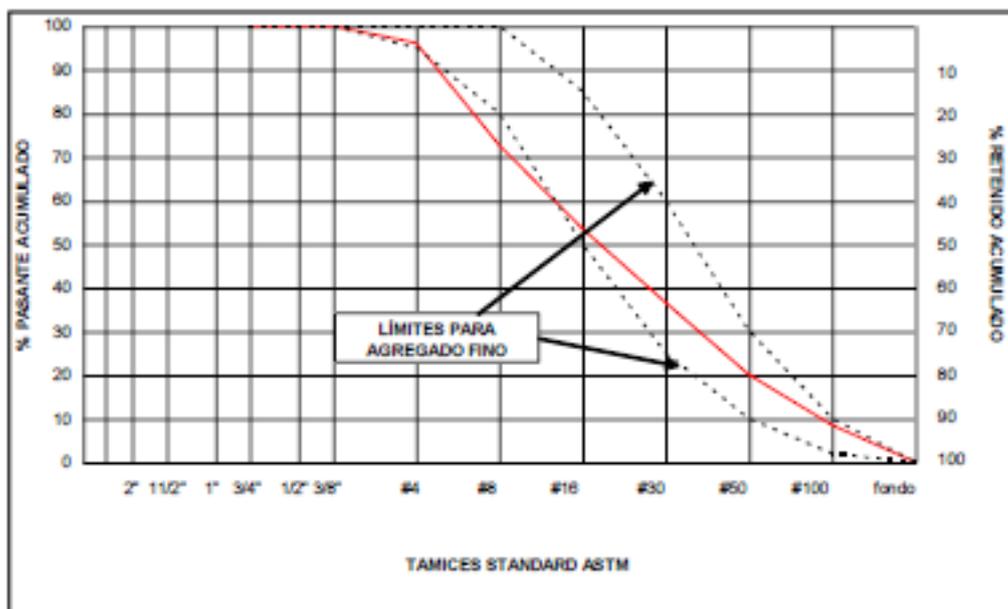


GRÁFICO DE GRADUACIÓN

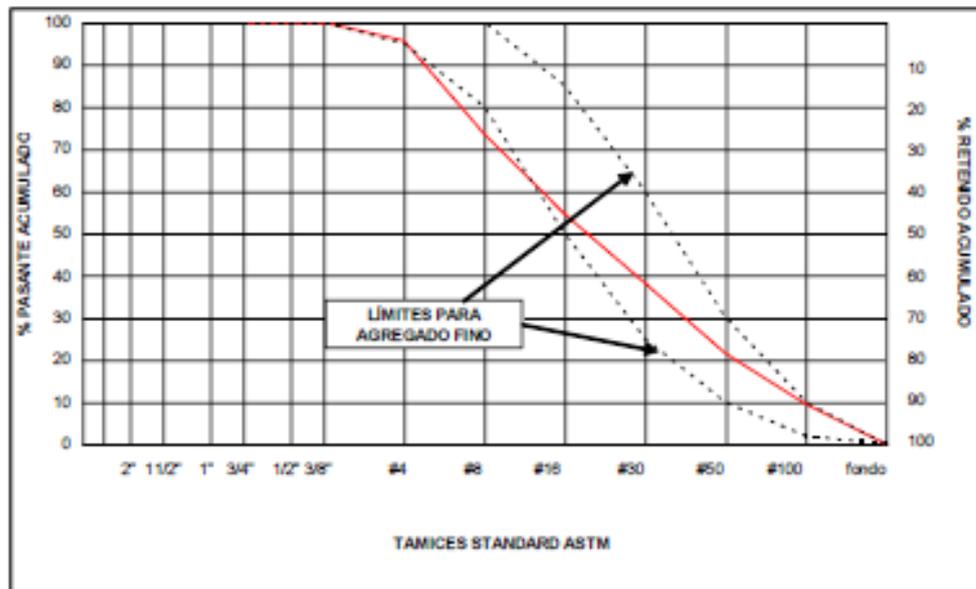


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : AGREGADO FINO      FECHA DE INSPECCIÓN : 18/01/2008  
 PROCEDENCIA : CANTERA SAN MARTIN      MUESTRA N° : Promedio  
 PESO DE LA MUESTRA: 500 gr      Hecho por : Nahum Arrascue

**GRANULOMETRÍA**

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES	
3/8"	0.0	0	0	100	100	100
# 4	21.9	4	4	96	95	100
# 8	110.5	22	26	74	80	100
# 16	94.6	19	45	55	50	85
#30	82.0	16	62	38	25	60
#50	83.3	17	78	22	10	30
#100	60.3	12	91	9	2	10
fondo	47.2	9	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>499.9</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA PROMEDIO:</b>	<b>3.07</b>		



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**

## **Anexo 3: Otros anexos**



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Procedencia: Cantera Melgarejo

Hecho Por: Nahum Arrascue

$$\text{Módulo de Finura} = M.F. = \frac{\sum \% \text{retenido acumulado}}{100}$$

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	PROM
MÓDULO DE FINURA	2.84	2.81	2.85	2.83

Promedio del Módulo de Finura = 2,83



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Procedencia: Cantera Jicamarca

Hecho Por: Nahum Arrascue

$$\text{Módulo de Finura} = M.F. = \frac{\sum \% \text{retenido acumulado}}{100}$$

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			
	N° 1	N° 2	N° 3	PROM
MÓDULO DE FINURA	3.04	2.97	2.91	2.97

Promedio del Módulo de Finura = 2,97



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Procedencia: Cantera San Martín

Hecho Por: Nahum Arrascue

$$\text{Módulo de Finura} = M.F. = \frac{\sum \% \text{retenido acumulado}}{100}$$

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	PROM
MÓDULO DE FINURA	3.2	2.87	3.13	3.07

Promedio del Módulo de Finura = 3,07



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
PROMEDIO DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

Cantera Melgarejo

DESCRIPCION	M1	M2	M3	PROM
Peso específico de masa (G)	2.59	2.61	2.63	2.61
Peso específico de masa saturado superficialmente seco (G <sub>ss</sub> )	2.60	2.62	2.65	2.62
Peso específico aparente (G <sub>a</sub> )	2.62	2.64	2.68	2.65
Porcentaje de absorción (a %)	0.34	0.22	0.44	0.33

Cantera Jicamarca

DESCRIPCION	M1	M2	M3	PROM
Peso específico de masa (G)	2.50	2.50	2.47	2.49
Peso específico de masa saturado superficialmente seco (G <sub>ss</sub> )	2.51	2.54	2.51	2.52
Peso específico aparente (G <sub>a</sub> )	2.56	2.61	2.56	2.58
Porcentaje de absorción (a %)	1.5	1.48	1.46	1.48

Cantera San Martín

DESCRIPCION	M1	M2	M3	PROM
Peso específico de masa (G)	2.59	2.58	2.54	2.57
Peso específico de masa saturado superficialmente seco (G <sub>ss</sub> )	2.60	2.60	2.56	2.59
Peso específico aparente (G <sub>a</sub> )	2.62	2.63	2.59	2.61
Porcentaje de absorción (a %)	0.34	0.54	0.81	0.56



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**PROMEDIO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO**

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Cantera Melgarejo

DESCRIPCION	M1	M2	M3	PROM
PESO UNITARIO SUELTO kg/ m <sup>3</sup>	1617	1622	1644	1628
PESO UNITARIO COMPACTADO kg/ m <sup>3</sup>	1788	1806	1834	1809

Cantera Jicamarca

DESCRIPCION	M1	M2	M3	PROM
PESO UNITARIO SUELTO kg/ m <sup>3</sup>	1645	1662	1669	1659
PESO UNITARIO COMPACTADO kg/ m <sup>3</sup>	1842	1848	1847	1846

Cantera San Martin

DESCRIPCION	M1	M2	M3	PROM
PESO UNITARIO SUELTO kg/ m <sup>3</sup>	1613	1638	1639	1630
PESO UNITARIO COMPACTADO kg/ m <sup>3</sup>	1877	1882	1888	1882



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PROMEDIO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tipo de Agregado: Arena Gruesa  
Cantera Melgarejo

Norma: ASTM C566

DESCRIPCION	M1	M2	M3	PROM
CONTENIDO DE HUMEDAD (h %)	0.4	0.5	0.6	0.5

Cantera Jicamarca

DESCRIPCION	M1	M2	M3	PROM
CONTENIDO DE HUMEDAD (h %)	0.81	0.81	0.79	0.80

Cantera San Martin

DESCRIPCION	M1	M2	M3	PROM
CONTENIDO DE HUMEDAD (h %)	0.70	0.60	0.81	0.70



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MUESTRA : AGREGADO GRUESO      FECHA DE INSPECCIÓN : 18/09/2007  
 PROCEDENCIA : CANTERA MELGAREJO      MUESTRA N° : 01  
 PESO DE LA MUESTRA: 10 000 g.      Hecho por : Nahum Arrascaeta

#### GRANULOMETRÍA

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES LÍMITES ASTM C 33, N° 5	
2"		0	0	100		
1 1/2"		0	0	100	100	100
1"	1 580,0	16	16	84	90	100
3/4"	5 860,0	59	75	25	20	55
1/2"	1 980,0	20	95	5	0	10
3/8"	520,0	5	100	0	0	5
# 4	60,0	0	100	0		
fondo	0,0	0	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>10 000,0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>7.75</b>	<b>TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"</b> <b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1"</b>	

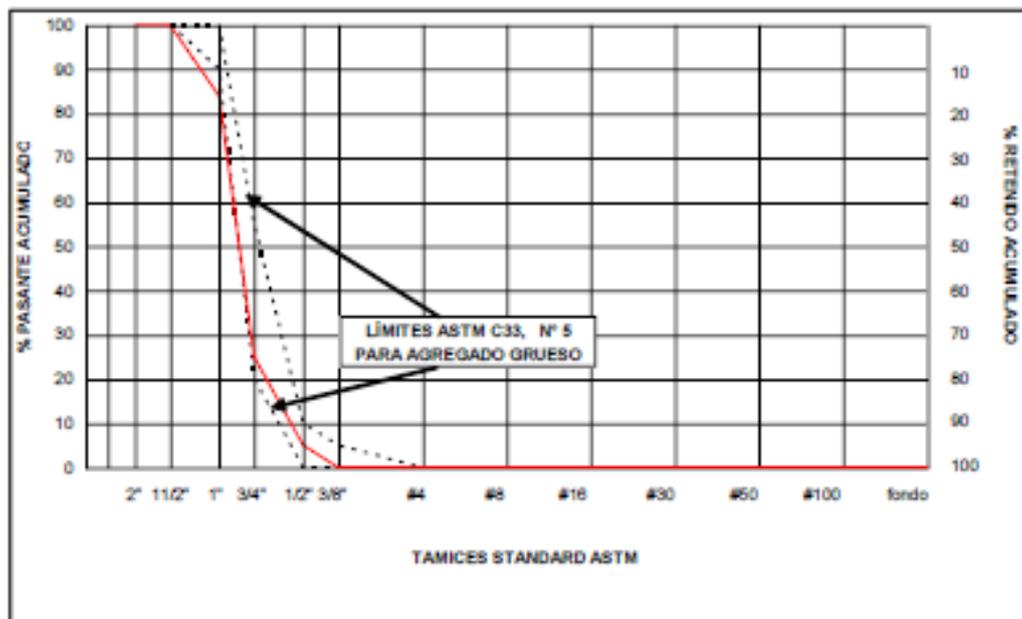


GRÁFICO DE GRADUACIÓN

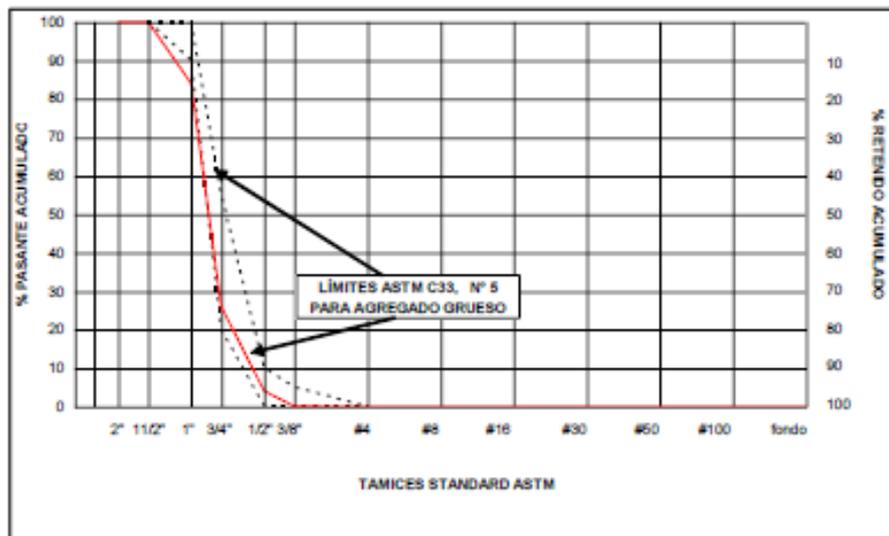


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : AGREGADO GRUESO      FECHA DE INSPECCIÓN : 19/09/2007  
 PROCEDENCIA : CANTERA MELGAREJO      MUESTRA N° : 02  
 PESO DE LA MUESTRA: 10 000 g.      Hecho por : Nahum Arrascaeta

**GRANULOMETRÍA**

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES LÍMITES ASTM C 33, N° 5	
2"		0	0	100		
1 1/2"		0	0	100	100	100
1"	1 640,0	16	16	84	90	100
3/4"	5 760,0	58	74	26	20	55
1/2"	2 160,0	22	96	4	0	10
3/8"	400,0	4	100	0	0	5
# 4	40,0	0	100	0		
fondo	0,0	0	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>10 000,0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>7.74</b>	<b>TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"</b> <b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1"</b>	



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**

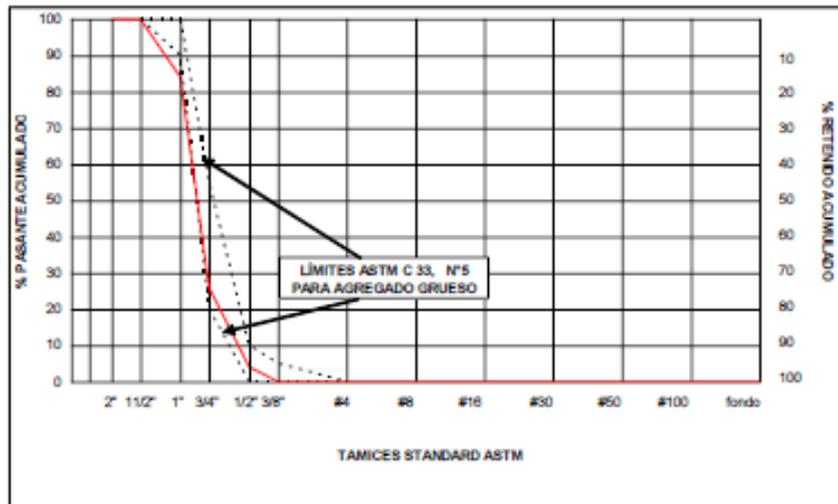


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : AGREGADO GRUESO      FECHA DE INSPECCIÓN : 20/09/2007  
 PROCEDENCIA : CANTERA MELGAREJO      MUESTRA N° : 03  
 PESO DE LA MUESTRA: 10 000 g.      Hecho por : Nahum Arrascaeta

**GRANULOMETRÍA**

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES LÍMITES ASTM C 33, N° 5	
2"		0	0	100		
1 1/2"		0	0	100	100	100
1"	1 640,0	16	16	84	90	100
3/4"	5 760,0	58	74	26	20	55
1/2"	2 160,0	22	96	4	0	10
3/8"	400,0	4	100	0	0	5
# 4	40,0	0	100	0		
fondo	0,0	0	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>10 000,0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>7.74</b>	<b>TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"</b> <b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1"</b>	



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MUESTRA : AGREGADO GRUESO      FECHA DE INSPECCIÓN : 20/09/2007  
 PROCEDENCIA : CANTERA MELGAREJO      MUESTRA N° : Promedio  
 PESO DE LA MUESTRA: 10 000 g.      Hecho por : Nahum Arrascaua

#### GRANULOMETRÍA

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES LÍMITES ASTM C 33, N° 5	
2"		0	0	100		
1 1/2"		0	0	100	100	100
1"	1 678,5	16	16	84	90	100
3/4"	8 496,4	58	74	26	20	55
1/2"	1 769,7	21	95	5	0	10
3/8"	49,6	4	100	0	0	5
#4	5,8	0	100	0		
fondo	0,0	0	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>10 000,0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA PROMEDIO:</b>	<b>7.74</b>	<b>TAMAÑO MÁXIMO:</b> 1 1/2" <b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:</b> 1"	

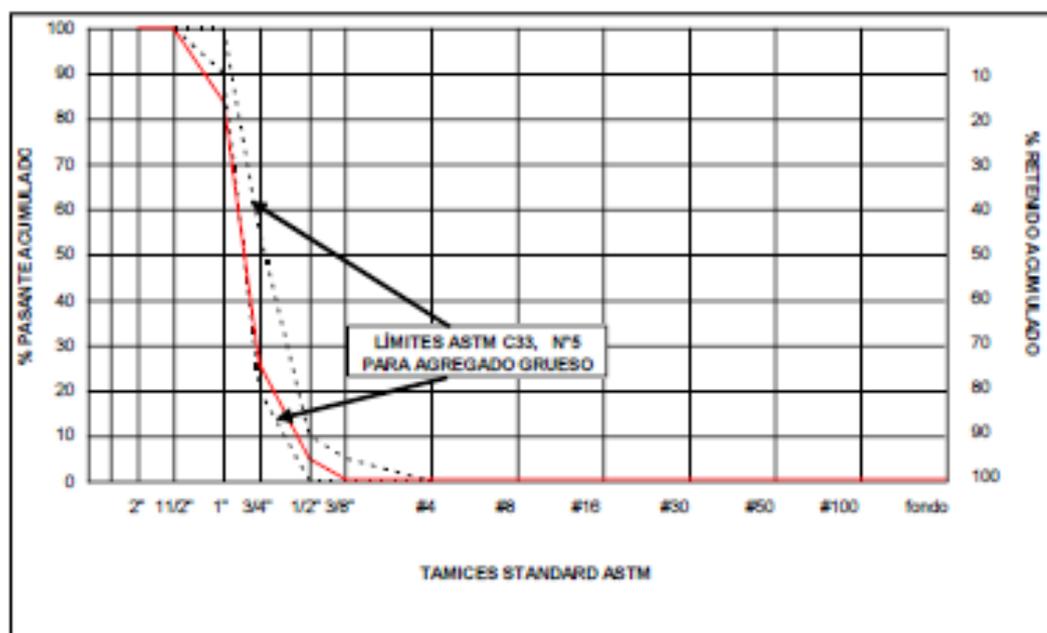


GRÁFICO DE GRADUACIÓN

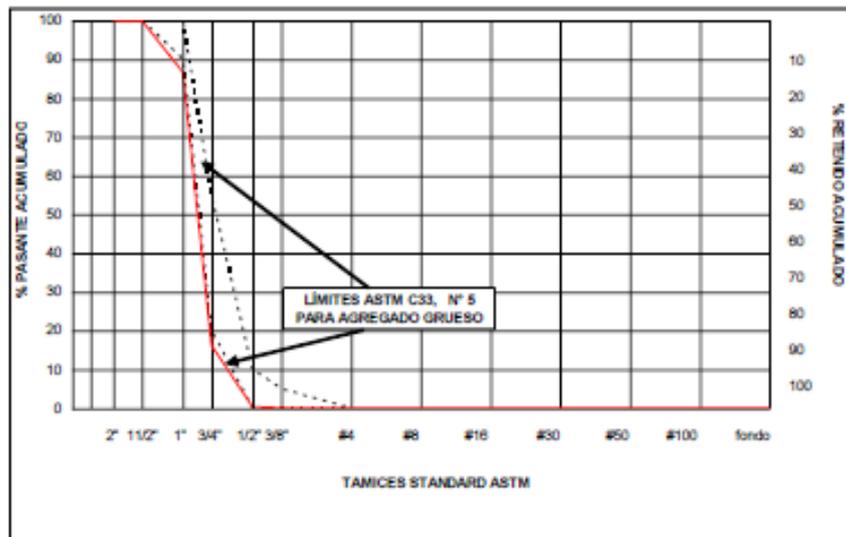


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : AGREGADO GRUESO      FECHA DE INSPECCIÓN : 18/09/2007  
 PROCEDENCIA : CANTERA JICAMARCA      MUESTRA N° : 01  
 PESO DE LA MUESTRA: 12 000 g.      Hecho por : Nahum Arrascue

**GRANULOMETRÍA**

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES LÍMITES ASTM C 33, N° 5	
2"		0	0	100		
1 1/2"		0	0	100	100	100
1"	2128	13	13	87	90	100
3/4"	11287	71	84	16	20	55
1/2"	2530	16	100	0	0	10
3/8"	55.3	0	100	0	0	5
#4	0.0	0	100	0		
fondo	0.0	0	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>12000.0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>7.84</b>	<b>TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"</b> <b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1"</b>	



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**

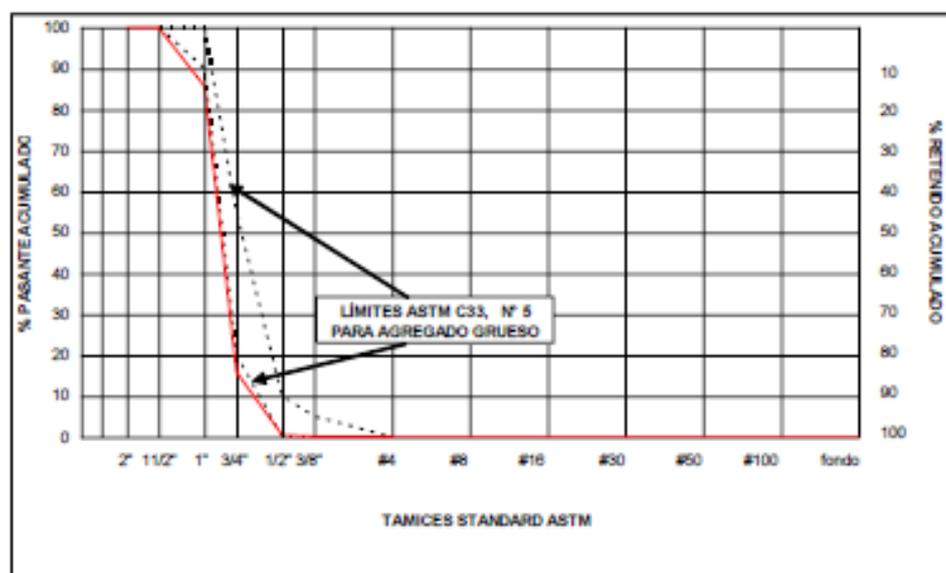


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : AGREGADO GRUESO      FECHA DE INSPECCIÓN : 19/09/2007  
 PROCEDENCIA : CANTERA JICAMARCA      MUESTRA N° : 02  
 PESO DE LA MUESTRA: 12 000 g.      Hecho por : Nahum Arrascue

**GRANULOMETRÍA**

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES LÍMITES ASTM C 33, N° 5	
2"		0	0	100		
1 1/2"		0	0	100	100	100
1"	1 714,8	14	14	86	90	100
3/4"	8 379,6	70	84	16	20	55
1/2"	1 852,7	15	100	0	0	10
3/8"	43,0	0	100	0	0	5
# 4	10,0	0	100	0		
fondo	0,0	0	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>12 000,0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>7.84</b>	<b>TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"</b> <b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1"</b>	



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**

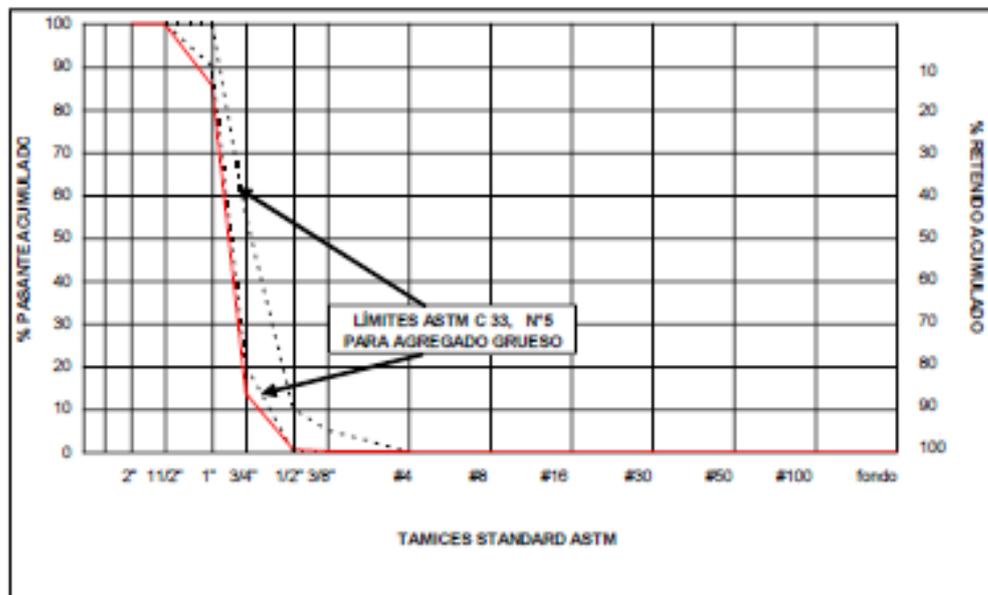


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : AGREGADO GRUESO      FECHA DE INSPECCIÓN : 20/09/2007  
 PROCEDENCIA : CANTERA LICAMARCA      MUESTRA N° : 03  
 PESO DE LA MUESTRA: 12 000 g.      Hecho por : Nahum Arrascua

**GRANULOMETRÍA**

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES LÍMITES ASTM C 33, N° 5	
2"		0	0	100		
1 1/2"		0	0	100	100	100
1"	1 724,4	14	14	86	90	100
3/4"	8 642,1	72	86	14	20	55
1/2"	1 558,6	13	99	1	0	10
3/8"	67,4	1	100	0	0	5
#4	7,5	0	100	0		
fondo	0,0	0	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>12 000,0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>7,86</b>	<b>TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"</b> <b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1"</b>	



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MUESTRA : AGREGADO GRUESO      FECHA DE INSPECCIÓN : 20/09/2007  
 PROCEDENCIA : CANTERA JICAMARCA      MUESTRA N° : Promedio  
 PESO DE LA MUESTRA: 12 000 g.      Hecho por : Nahum Arrascaue

#### GRANULOMETRÍA

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES LÍMITES ASTM C 33, N° 5	
2"		0	0	100		
1 1/2"		0	0	100	100	100
1"	1 678,5	14	14	86	90	100
3/4"	8 496,4	71	85	15	20	55
1/2"	1 769,7	15	100	0	0	10
3/8"	49,6	0	100	0	0	5
# 4	5,8	0	100	0		
fondo	0,0	0	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>12 000,0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA PROMEDIO:</b>	<b>7,85</b>	<b>TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2"</b> <b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1"</b>	

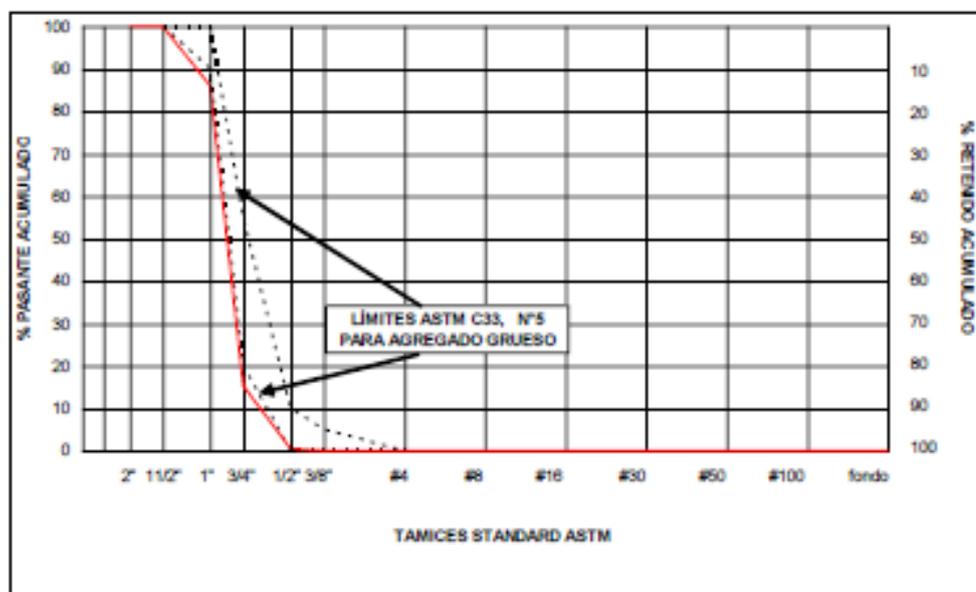


GRÁFICO DE GRADUACIÓN

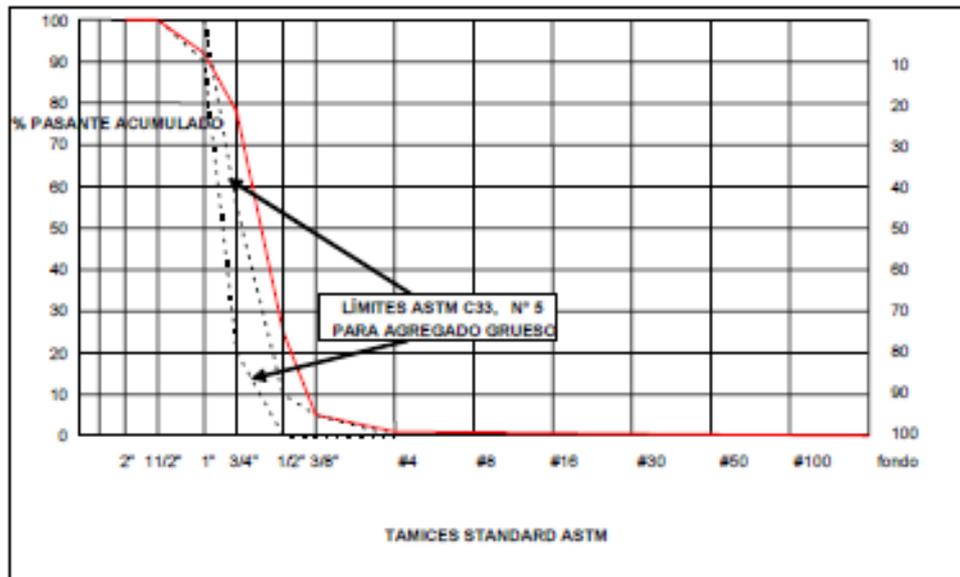


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : AGREGADO GRUESO      FECHA DE INSPECCIÓN : 18/09/2007  
 PROCEDENCIA : CANTERA SAN MARTÍN      MUESTRA N° : 01  
 PESO DE LA MUESTRA: 16 000 g.      Hecho por : Nahum Arrascaeta

**GRANULOMETRÍA**

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES LÍMITES ASTM C 33, N° 5	
2"		0	0	100		
1 1/2"		0	0	100	100	100
1"	1 250,0	8	8	92	90	100
3/4"	2 200,0	14	22	78	20	55
1/2"	8 500,0	53	75	25	0	10
3/8"	3 150,0	20	95	5	0	5
# 4	700,0	4	99	1		
fondo	200,0	1	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>16 000,0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>7.11</b>	<b>TAMAÑO MÁXIMO: 3/4"</b> <b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1"</b>	



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MUESTRA : AGREGADO GRUESO      FECHA DE INSPECCIÓN : 19/09/2007  
 PROCEDENCIA : CANTERA SAN MARTÍN      MUESTRA N° : 02  
 PESO DE LA MUESTRA: 16 000 g.      Hecho por : Nahum Arrascaue

#### GRANULOMETRÍA

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES LÍMITES ASTM C 33, N° 5	
2"		0	0	100		
1 1/2"		0	0	100	100	100
1"	1 250,0	14	14	86	90	100
3/4"	2 200,0	70	84	16	20	55
1/2"	8 500,0	15	100	0	0	10
3/8"	3150.0	0	100	0	0	5
# 4	700.0	0	100	0		
fondo	200.0	0	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>16 000,0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>7.84</b>	<b>TAMAÑO MÁXIMO: 2"</b> <b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1"</b>	

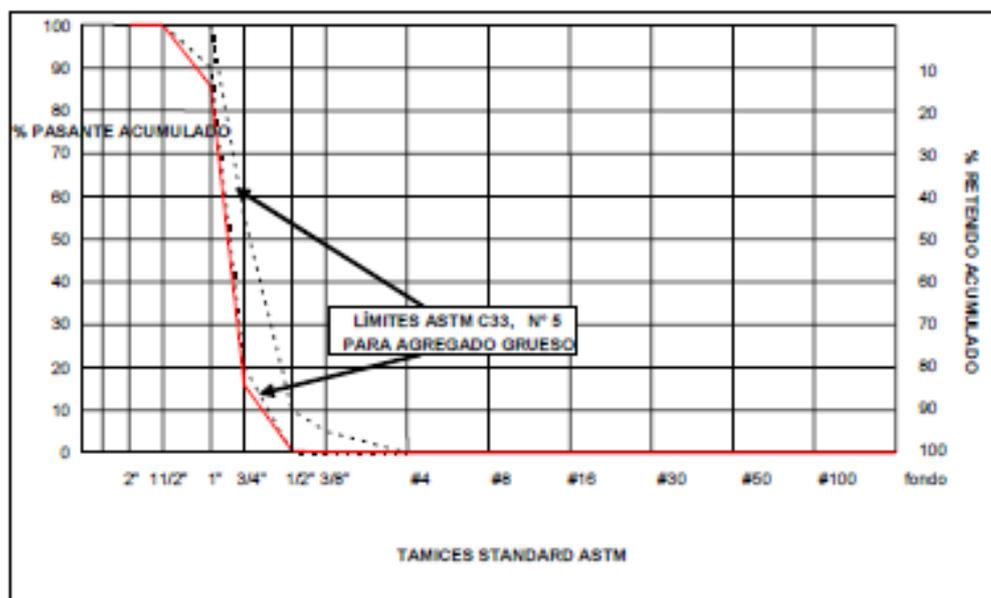


GRÁFICO DE GRADUACIÓN

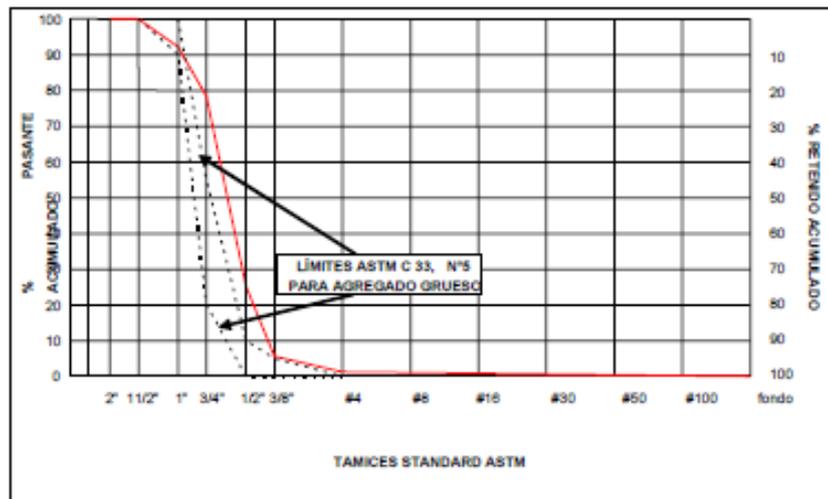


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : AGREGADO GRUESO      FECHA DE INSPECCIÓN : 20/09/2007  
 PROCEDENCIA : CANTERA SAN MARTÍN      MUESTRA N° : 03  
 PESO DE LA MUESTRA: 16 000 g.      Hecho por : Nahum Arrascaeta

**GRANULOMETRÍA**

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES LÍMITES ASTM C 33, N° 5	
2"		0	0	100		
1 1/2"		0	0	100	100	100
1"	1 250,0	8	8	92	90	100
3/4"	2 200,0	14	22	78	20	55
1/2"	8 500,0	53	75	25	0	10
3/8"	3 150,0	20	94	6	0	5
# 4	700,0	4	99	1		
fondo	200,0	1	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>16 000,0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>7,08</b>	<b>TAMAÑO MÁXIMO: TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1"</b>	



**GRÁFICO DE GRADACIÓN**

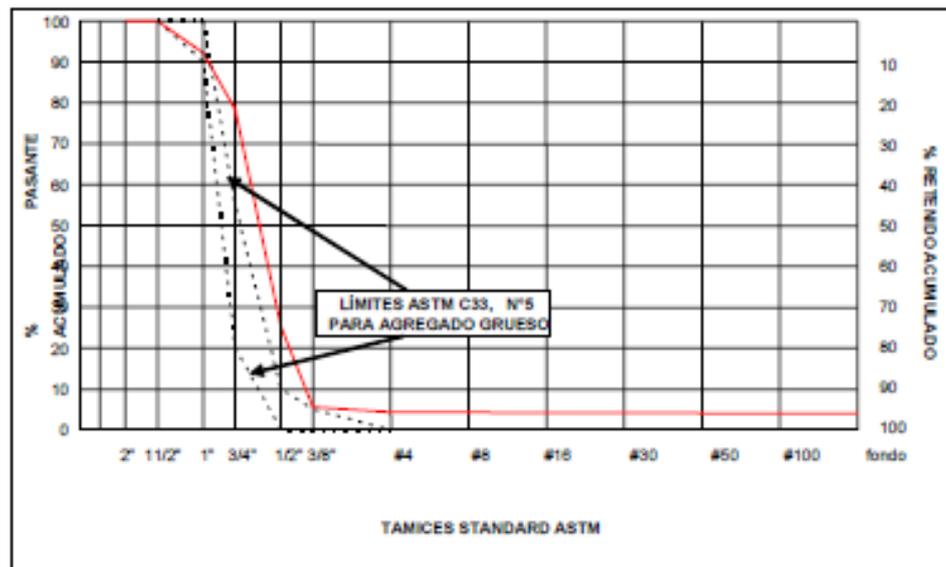


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : AGREGADO GRUESO      FECHA DE INSPECCIÓN : 20/09/2007  
 PROCEDENCIA : CANTERA SAN MARTIN      MUESTRA N° : Promedio  
 PESO DE LA MUESTRA: 16 000 g.      Hecho por : Nahum Arrascue

**GRANULOMETRÍA**

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES LÍMITES ASTM C 33, N° 5	
2"		0	0	100		
1 1/2"		0	0	100	100	100
1"	1 678,5	8	8	92	90	100
3/4"	8 496,4	14	22	78	20	55
1/2"	1 769,7	53	75	25	0	10
3/8"	49,6	20	94	6	0	5
# 4	5,8	1	96	4		
fondo	0,0	0	96	4		
<b>TOTAL</b>	<b>16 000,0</b>	<b>96</b>	<b>MÓDULO DE FINURA PROMEDIO:</b>	<b>7.34</b>	<b>TAMAÑO MÁXIMO: 2"</b> <b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1"</b>	



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO**

Tipo de agregado : Piedra Chancada  
Procedencia : Cantera Melgarejo  
Hecho por : Nahum Arrascue

$$\text{Módulo de Finura} = M.F. = \frac{\sum \% \text{retenido acumulado}}{100}$$

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	PROM
MÓDULO DE FINURA	7.75	7.74	7.74	7.74

Promedio del Módulo de Finura = 7,74



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO

Tipo de agregado : Piedra Chancada

Procedencia :Cantera Jicamarca

Hecho por :Nahum Arrascue

$$\text{Módulo de Finura} = M.F. = \frac{\sum \% \text{retenido acumulado}}{100}$$

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	PROM
MÓDULO DE FINURA	7.84	7.84	7.86	7.85

Promedio del Módulo de Finura = 7,85



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO

Tipo de agregado : Piedra Chancada  
Procedencia : Cantera San Martín  
Hecho por : Nahum Arrascue

$$\text{Módulo de Finura} = M.F. = \frac{\sum \% \text{retenido acumulado}}{100}$$

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	PROM
MÓDULO DE FINURA	7.11	7.84	7.08	7.34

Promedio del Módulo de Finura = 7,34



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

## PROMEDIO PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

Tipo de Agregado : Piedra Chancada

Norma: NTP 400.017

Procedencia : Cantera Melgarejo.

Hecho Por: Nahum Arrascue

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
<i>Peso específico de masa (G)</i>	2.68	2.70	2.70	2.69
Peso específico de masa sss (Gsss)	2.71	2.71	2.71	2.71
Peso específico aparente (Ga)	2.76	2.76	2.76	2.76
Porcentaje de absorción (a %)	0.99	1.04	0.95	0.99

Tipo de Agregado : Piedra Chancada

Norma: NTP 400.017

Procedencia : Cantera Jicamarca.

Hecho Por: Nahum Arrascue

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
<i>Peso específico de masa (G)</i>	2.69	2.70	2.72	2.70
Peso específico de masa sss (Gsss)	2.72	2.72	2.73	2.72
Peso específico aparente (Ga)	2.76	2.76	2.77	2.76
Porcentaje de absorción (a %)	0.78	0.73	0.75	0.75

Tipo de Agregado : Piedra Chancada

Norma: NTP 400.017

Procedencia : Cantera San Martín.

Hecho Por: Nahum Arrascue

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
<i>Peso específico de masa (G)</i>	2.72	2.72	2.72	2.72
Peso específico de masa sss (Gsss)	2.73	2.74	2.74	2.74
Peso específico aparente (Ga)	2.77	2.76	2.77	2.77
Porcentaje de absorción (a %)	0.75	0.71	0.70	0.72



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

Tipo de Agregado: Piedra Chancada

Norma: NTP 400.017

Procedencia : Cantera Melgarejo.

Hecho Por: Nahum Arrascue

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
<i>PESO UNITARIO SUELTO</i>	1479	1479	1480	1479
PESO UNITARIO COMPACTADO	1604	1608	1604	1605



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

Tipo de Agregado: Piedra Chancada

Norma: NTP 400.017

Procedencia : Cantera Jicamarca

Hecho Por: Nahum Arrascue

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
<i>PESO UNITARIO SUELTO</i>	1444	1445	1424	1438
PESO UNITARIO COMPACTADO	1565	1562	1569	1565



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

Tipo de Agregado: Piedra Chancada

Norma: NTP 400.017

Procedencia : Cantera San Martín

Hecho Por: Nahum Arrascue

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
<i>PESO UNITARIO SUELTO</i>	1444	1439	1438	1440
PESO UNITARIO COMPACTADO	1558	1555	1562	1557



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tipo de Agregado: Piedra Chancada

Norma: ASTM C566

Procedencia : Cantera Melgarejo

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 01

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	5000	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	4965	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	35	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0,7	%

Muestra : 02

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	5000	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	4966	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	34	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0,68	%

Muestra : 03

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	5000	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	4963	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	37	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0,75	%

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
CONTENIDO DE HUMEDAD	0,70	0,68	0,75	0,71



CONTENIDO DE HUMEDAD

Tipo de Agregado: Piedra Chancada

Norma: ASTM C566

Procedencia : Cantera Jicamarca

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 01

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	5000	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	4990	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	10	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0,20	%

Muestra : 02

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	5000	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	4991	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	9	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0,18	%

Muestra : 03

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	5000	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	4992	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	8	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0,16	%

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
CONTENIDO DE HUMEDAD	0,20	0,18	0,16	0,18



CONTENIDO DE HUMEDAD

Tipo de Agregado: Piedra Chancada

Norma: ASTM C566

Procedencia : Cantera San Martín

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 01

DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	5000	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	4965	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	35	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0,7	%

Muestra : 02

DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	5000	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	4967	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	33	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0,66	%

Muestra : 03

DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	5000	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	4963	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	37	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0,75	%

DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
CONTENIDO DE HUMEDAD	0,70	0,66	0,75	0,70



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200

Tipo de Agregado: Piedra Chancada

Norma: N.T.P. 400.018

Procedencia : Cantera Melgarejo

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 01

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA	P1	5000	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	4960,5	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	39,5	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	0,79	%

Muestra : 02

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA	P1	5000	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	4961,10	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	38,90	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	0,78	%

Muestra : 03

DESCRIPCION	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA	P1	5000	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	4959,80	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	40,20	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	0,81	%

DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
MALLA N° 200	0,79	0,78	0,81	0,79



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200

Tipo de Agregado: Piedra Chancada

Norma: N.T.P. 400.018

Procedencia : Cantera Jicamarca

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 01

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA	P1	5000	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	4960,9	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	41,1	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	0,78	%

Muestra : 02

DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA	P1	5000	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	4959,20	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	40,80	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	0,82	%

Muestra : 03

DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA	P1	5000	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	4958,50	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	40,50	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	0,83	%

DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
MALLA N° 200	0,78	0,82	0,83	0,81



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200

Tipo de Agregado: Piedra Chancada

Norma: N.T.P. 400.018

Procedencia : Cantera San Martín

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 01

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA	P1	5000	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	4958,90	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	41,1	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	0,82	%

Muestra : 02

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA	P1	5000	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	4959,2	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	40,80	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	0,82	%

Muestra : 03

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD	
PESO DE LA MUESTRA	P1	5000	g	
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	4960,40	g	
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	40,50	g	
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	0,79	%	
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
MALLA N° 200	0,82	0,82	0,79	0,81

## DISEÑO DE MEZCLAS



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
Facultad de Ingeniería  
Laboratorio de Ensayo de Materiales

### II.- DOSIFICACIÓN:

#### 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.-

Resistencia	:	$f_c = 21,0 \text{ MPa (210 kg/cm}^2\text{)}$
Asentamiento	:	3" (7,5 cm)
Relación a/c de Diseño	:	0.56

#### 2.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR METRO CÚBICO DE OBRA.-

Cemento Portland tipo I marca Sol	348.21 kg	8.19 b/m <sup>3</sup>
Agregado fino =	910.68 kg	
Agregado grueso =	893.61 kg	
Agua Efectiva (de Obra) =	198.05 kg	

#### 2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO DE OBRA.-

Cemento Portland tipo I marca Sol	42.5 kg	1 ps3
Agregado fino =	111.15 kg	2.40 ps3
Agregado grueso =	109.07 kg	2.58 ps3
Agua Efectiva (de Obra) =	24 L/ bolsa	

#### 2.4 PROPORCIONES DE LOS MATERIALES EN PESO DE OBRA.-

Cemento Portland tipo I marca Sol	1
Agregado fino =	2.62
Agregado grueso =	2.57
Agua Efectiva (de Obra) =	0.56

#### 2.5 PROPORCIONES DE LOS MATERIALES EN VOLUMEN APARENTE DE OBRA.-

Cemento Portland tipo I marca Sol	1
Agregado fino =	2.40
Agregado grueso =	2.58
Agua Efectiva (de Obra) =	24 L/bolsa de cemento

#### RECOMENDACIONES TÉCNICAS.-

- 1.- Retirar las partículas mayores de 2" en el Agregado Grueso.
- 2.- Verificar el asentamiento de la mezcla de concreto 7.5 cm. (3")
- 3.- Controlar el Contenido de Humedad de los Agregados.



## II.- DOSIFICACIÓN:

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.-

Resistencia	:	$f_c = 21,0 \text{ MPa (210 kg/cm}^2\text{)}$
Asentamiento	:	3" (7,5 cm)
Relación a/c de Diseño	:	0.56

### 2.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR METRO CÚBICO DE OBRA.-

Cemento Portland tipo I marca Sol	348.21 kg	8.19 b/m <sup>3</sup>
Agregado fino =	911.40 kg	
Agregado grueso =	851.40 kg	
Agua Efectiva (de Obra) =	206.28 kg	

### 2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO DE OBRA.-

Cemento Portland tipo I marca Sol	42.5 kg	1 ps3
Agregado fino =	111.24 kg	2.35 ps3
Agregado grueso =	103.93 kg	2.53 ps3
Agua Efectiva (de Obra) =	25 L/ bolsa	

### 2.4 PROPORCIONES DE LOS MATERIALES EN PESO DE OBRA.-

Cemento Portland tipo I marca Sol	1
Agregado fino =	2.62
Agregado grueso =	2.45
Agua Efectiva (de Obra) =	0.59

### 2.5 PROPORCIONES DE LOS MATERIALES EN VOLUMEN APARENTE DE OBRA.-

Cemento Portland tipo I marca Sol	1
Agregado fino =	2.35
Agregado grueso =	2.53
Agua Efectiva (de Obra) =	25 L/bolsa de cemento

### RECOMENDACIONES TÉCNICAS.-

- 1.- Retirar las partículas mayores de 2" en el Agregado Grueso.
- 2.- Verificar el asentamiento de la mezcla de concreto 7,5 cm. (3")
- 3.- Controlar el Contenido de Humedad de los Agregados.



## II.- DOSIFICACIÓN:

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.-

Resistencia	:	$f_c = 21,0 \text{ MPa (210 kg/cm}^2\text{)}$
Asentamiento	:	3" (7,5 cm)
Relación a/c de Diseño	:	0.56

### 2.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR METRO CÚBICO DE OBRA.-

Cemento Portland tipo I marca Sol	348.21 kg	8.19 b/m <sup>3</sup>
Agregado fino =	971.76 kg	
Agregado grueso =	828.58 kg	
Agua Efectiva (de Obra) =	193.73 kg	

### 2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO DE OBRA.-

Cemento Portland tipo I marca Sol	42.5 kg	1 ps3
Agregado fino =	118.60 kg	2.55 ps3
Agregado grueso =	101.13 kg	2.46 ps3
Agua Efectiva (de Obra) =	24 L/ bolsa	

### 2.4 PROPORCIONES DE LOS MATERIALES EN PESO DE OBRA.-

Cemento Portland tipo I marca Sol	1
Agregado fino =	2.79
Agregado grueso =	2.38
Agua Efectiva (de Obra) =	0.56

### 2.5 PROPORCIONES DE LOS MATERIALES EN VOLUMEN APARENTE DE OBRA.-

Cemento Portland tipo I marca Sol	1
Agregado fino =	2.55
Agregado grueso =	2.46
Agua Efectiva (de Obra) =	24 L/bolsa de cemento

### RECOMENDACIONES TÉCNICAS.-

- 1.- Retirar las partículas mayores de 2" en el Agregado Grueso.
- 2.- Verificar el asentamiento de la mezcla de concreto 7,5 cm. (3")
- 3.- Controlar el Contenido de Humedad de los Agregados.

## ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

#### CANTERA MELGAREJO

RELACION a/c: 0,56	
DESCRIPCION	ASENTAMIENTO (cm)
ENSAYO N° 1	7,4
ENSAYO N° 2	7,6
ENSAYO N° 3	7,5
<b>PROMEDIO</b>	<b>7,5</b>

#### CANTERA JICAMARCA

RELACION a/c: 0,56	
DESCRIPCIÓN	ASENTAMIENTO (cm)
ENSAYO N° 1	9,1
ENSAYO N° 2	9,4
ENSAYO N° 3	9,3
<b>PROMEDIO</b>	<b>9,3</b>

#### CANTERA SAN MARTÍN

RELACION a/c: 0,56	
DESCRIPCIÓN	ASENTAMIENTO (cm)
ENSAYO N° 1	7,9
ENSAYO N° 2	8,6
ENSAYO N° 3	7,9
<b>PROMEDIO</b>	<b>8,1</b>

## PESO UNITARIO



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES PROMEDIO DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

PESO UNITARIO (kg/ m <sup>3</sup> )			
ENSAYOS	CANtera MELGAREJO rel a/c: 0,56	CANtera JICAMARCA rel a/c: 0,56	CANtera SAN MARTÍN rel a/c: 0,56
Nº 1	2 382	2 424	2 410
Nº 2	2 379	2 412	2 414
Nº 3	2 384	2 417	2 386
<b>PROMEDIO</b>	<b>2 382</b>	<b>2 418</b>	<b>2 403</b>

## CONTENIDO DE AIRE



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO

#### CANTERA MELGAREJO

RELACIÓN a/c: 0,56	
DESCRIPCION	CONTENIDO DE AIRE (%)
ENSAYO N° 1	1,5
ENSAYO N° 2	1,4
ENSAYO N° 3	1,5
PROMEDIO	1,5

#### CANTERA JICAMARCA

RELACION a/c: 0,56	
DESCRIPCION	CONTENIDO DE AIRE (%)
ENSAYO N° 1	1,3
ENSAYO N° 2	1,3
ENSAYO N° 3	1,4
PROMEDIO	1,3

#### CANTERA SAN MARTÍN

RELACIÓN a/c: 0,56	
DESCRIPCION	CONTENIDO DE AIRE (%)
ENSAYO N° 1	1,3
ENSAYO N° 2	1,3
ENSAYO N° 3	1,3
PROMEDIO	1,3

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

CANTERA: MELGAREJO

TIEMPO	MUESTRA	COMPRESIÓN	
		FUERZA(kg)	RESISTENCIA(kg/cm <sup>2</sup> )
3 DÍAS	M-1	34840	197
	M-2	22080	188
	M-3	31000	175
	M-4	32740	185
	PROMEDIO	30165	186
7 DÍAS	M-1	33390	199
	M-2	33530	198
	M-3	34050	202
	M-4	42050	205
	PROMEDIO	35755	201
14 DÍAS	M-1	39570	224
	M-2	41260	234
	M-3	42090	238
	M-4	41370	234
	PROMEDIO	41073	233
28 DÍAS	M-1	43970	258
	M-2	46390	262
	M-3	42570	269
	M-4	47950	256
	PROMEDIO	45220	261



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

CANTERA: JICAMARCA

TIEMPO	MUESTRA	Compresión	
		FUERZA (kg)	RESISTENCIA(kg/cm <sup>2</sup> )
3 DÍAS	M-1	33100	187
	M-2	30140	171
	M-3	33050	187
	M-4	30860	175
	PROMEDIO	31788	180
7 DÍAS	M-1	48940	277
	M-2	48100	273
	M-3	47900	271
	M-4	49150	278
	PROMEDIO	48523	275
14 DÍAS	M-1	51150	290
	M-2	48530	275
	M-3	54960	311
	M-4	54140	306
	PROMEDIO	52195	295
28 DÍAS	M-1	52330	296
	M-2	59510	337
	M-3	58493	331
	M-4	57079	323
	PROMEDIO	56902	322



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

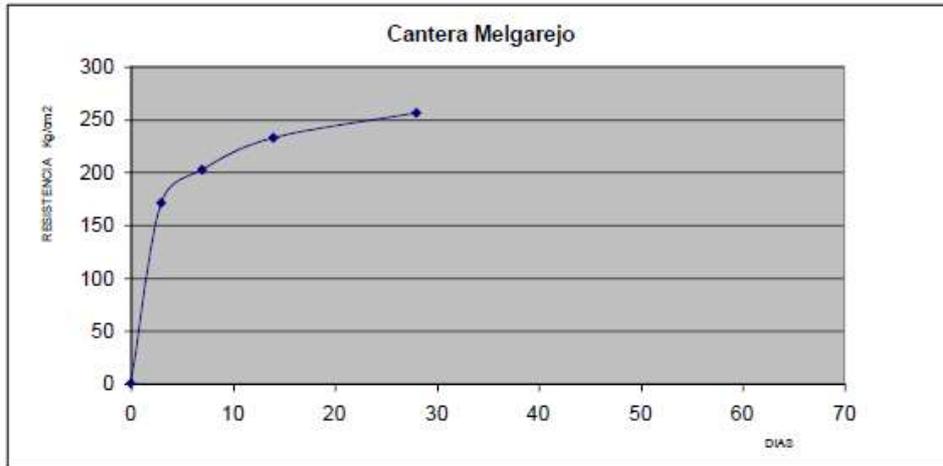
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

CANTERA: SAN MARTÍN

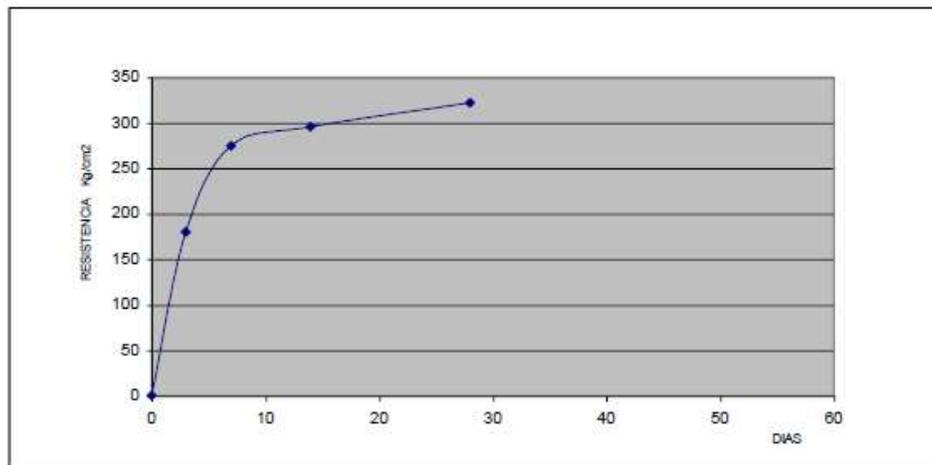
TIEMPO	MUESTRA	COMPRESION	
		FUERZA (Kg.)	RESISTENCIA (Kg./cm <sup>2</sup> )
3 DÍAS	M-1	29820	169
	M-2	28280	160
	M-3	27440	155
	M-4	31830	180
	PROMEDIO	29343	166
7 DÍAS	M-1	39450	223
	M-2	36410	206
	M-3	37870	214
	M-4	35340	200
	PROMEDIO	37268	210
14 DÍAS	M-1	44670	252
	M-2	47970	271
	M-3	47790	271
	M-4	48860	275
	PROMEDIO	47322	268
28 DÍAS	M-1	47320	268
	M-2	50630	287
	M-3	42310	239
	M-4	50010	283
	PROMEDIO	47568	269



### EN: ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA CANTERA MELGAREJO

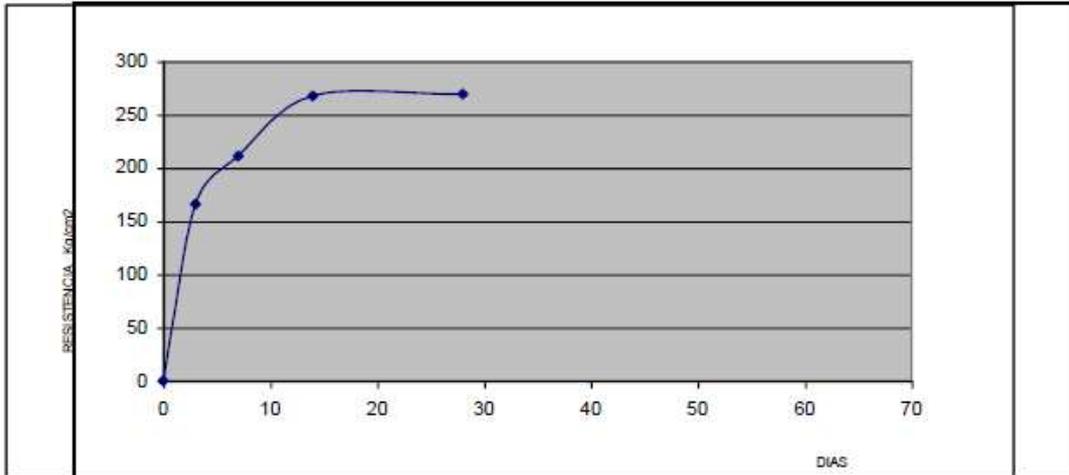


### ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA CANTERA JICAMARCA





ENS ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA CANTERA SAN MARTÍN



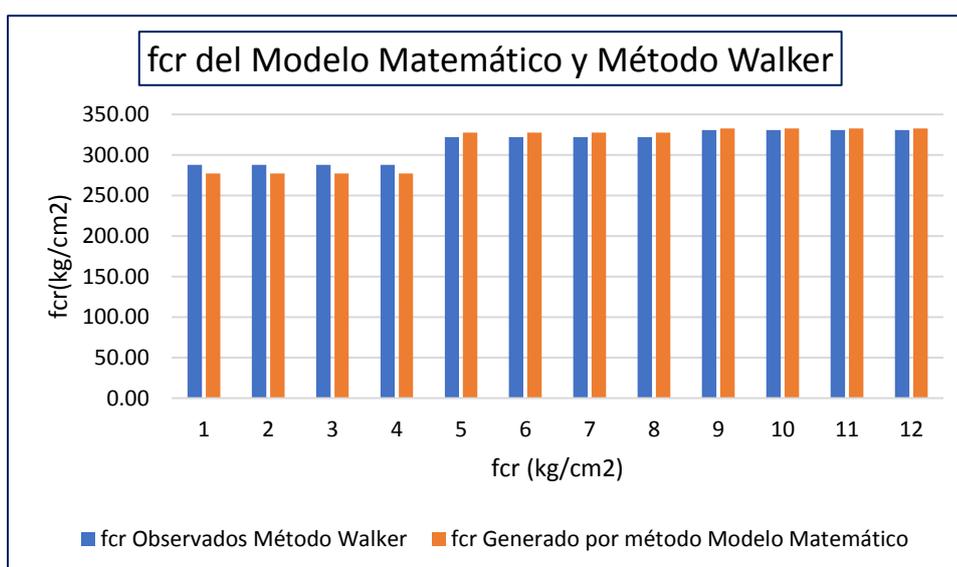
## DISEÑO DE MEZCLA POR EL METODO DE WALKER

**Tabla N° 26: Datos de la resistencia del concreto requerida (fcr) por el método Walker calculado con el Excel y por el método Modelo Matemático.**

Item	fcr Observados Método Walker (kg/cm <sup>2</sup> )	fcr Generado por método Modelo Matemático (kg/cm <sup>2</sup> )
1	287.63	277.007465
2	287.63	277.007465
3	287.63	277.007465
4	287.63	277.007465
5	322.17	327.5901643
6	322.17	327.5901643
7	322.17	327.5901643
8	322.17	327.5901643
9	330.70	332.6413914
10	330.70	332.6413914
11	330.70	332.6413914
12	330.70	332.6413914

Elaboración propia

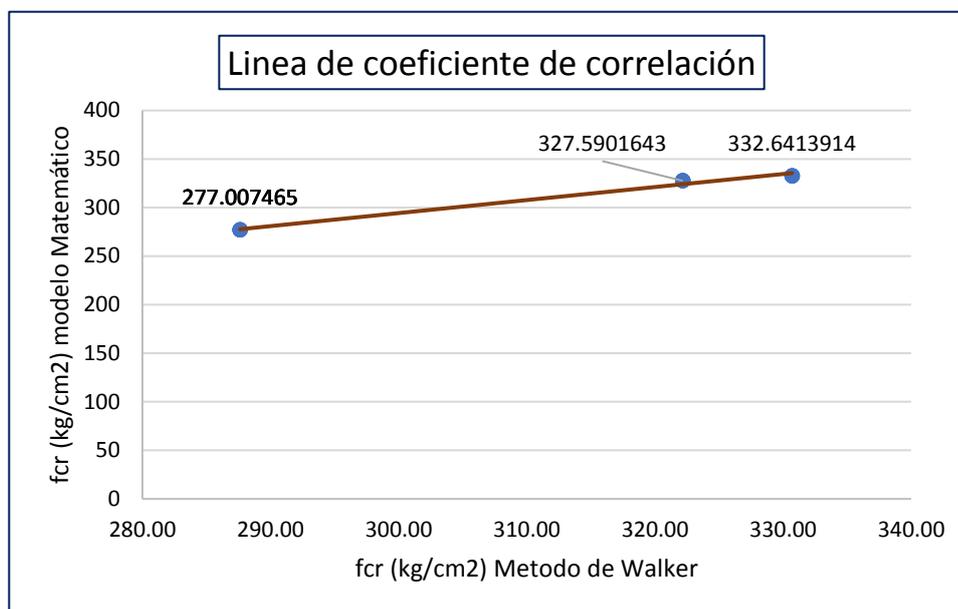
**Grafico N° 09 Resistencia del concreto requerida (fcr) por el método Walker calculado con el Excel por el método Modelo Matemático.**



Elaboración propia

**Grafico N° 10 Línea de correlación de la resistencia del concreto requerida (fcr) por el método Walker calculado con el Excel y por el método Modelo Matemático.**

**R=0.99**



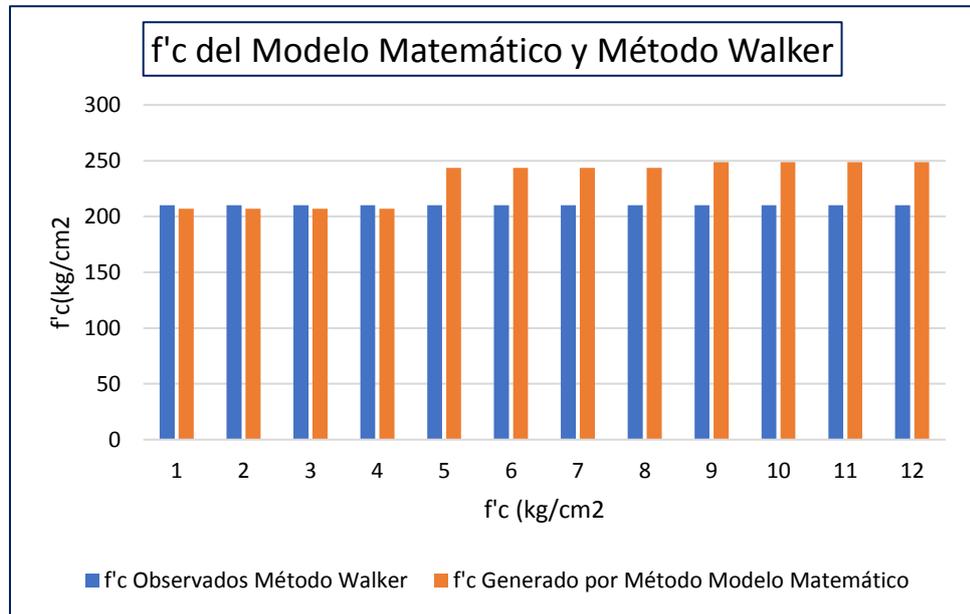
Elaboración propia

**Tabla N° 27: Datos obtenidos de (f'c) por el método Walker calculado con el Excel y por el método Modelo Matemático.**

Item	f'c Observados Método Walker (kg/cm2)	f'c Generado por Método Modelo Matemático (kg/cm2)
1	210	207.007465
2	210	207.007465
3	210	207.007465
4	210	207.007465
5	210	243.5901643
6	210	243.5901643
7	210	243.5901643
8	210	243.5901643
9	210	248.6413914
10	210	248.6413914
11	210	248.6413914
12	210	248.6413914

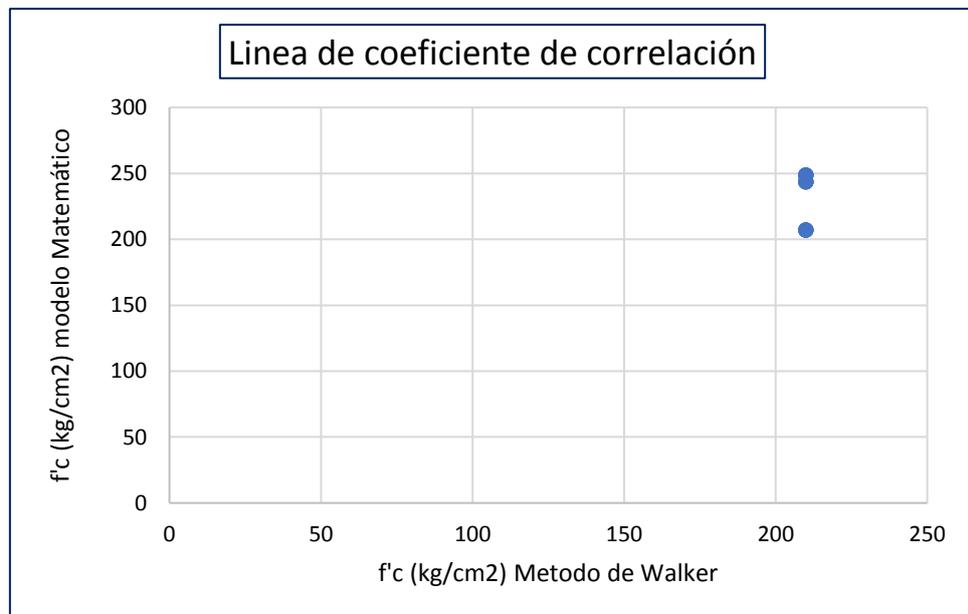
Elaboración propia

**Grafico N° 11 Resistencia del concreto ( $f'c$ ) por el método Walker calculado con el Excel y por el método Modelo Matemático.**



Elaboración propia

**Grafico N° 12 Resistencia del concreto ( $f'c$ ) por el método Walker calculado con el Excel y por el método Modelo Matemático.**



Elaboración propia

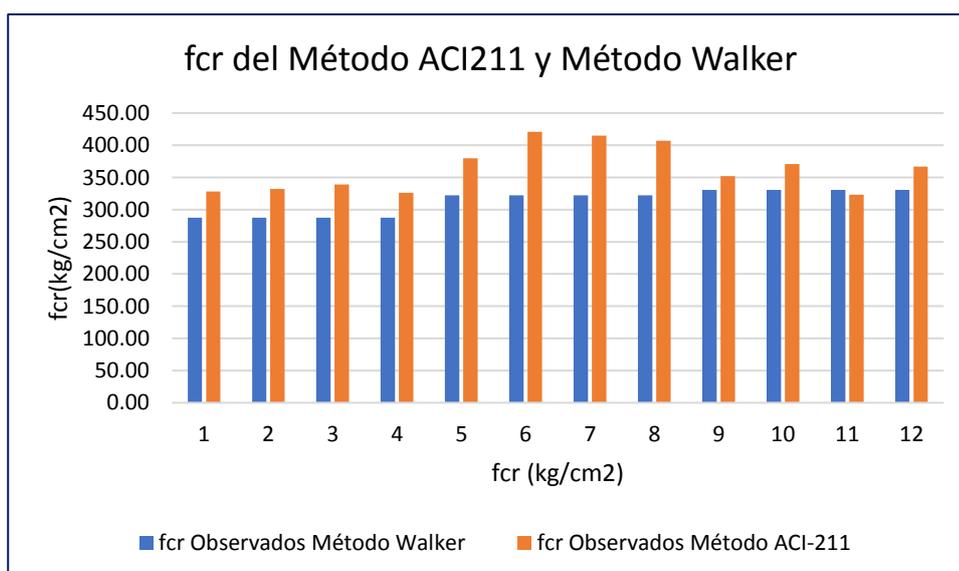
## COMPARACION ENTRE METODO ACI 211 Y WALKER

**Tabla N° 28: Datos de la resistencia del concreto requerida (fcr) por el método Walker calculado con el Excel y por el método ACI 211.**

Ítem	fcr Observados Método Walker (kg/cm <sup>2</sup> )	fcr Observados Método ACI-211 (kg/cm <sup>2</sup> )
1	287.63	328.00
2	287.63	332.00
3	287.63	339.00
4	287.63	326.00
5	322.17	380.00
6	322.17	421.00
7	322.17	415.00
8	322.17	407.00
9	330.70	352.00
10	330.70	371.00
11	330.70	323.00
12	330.70	367.00

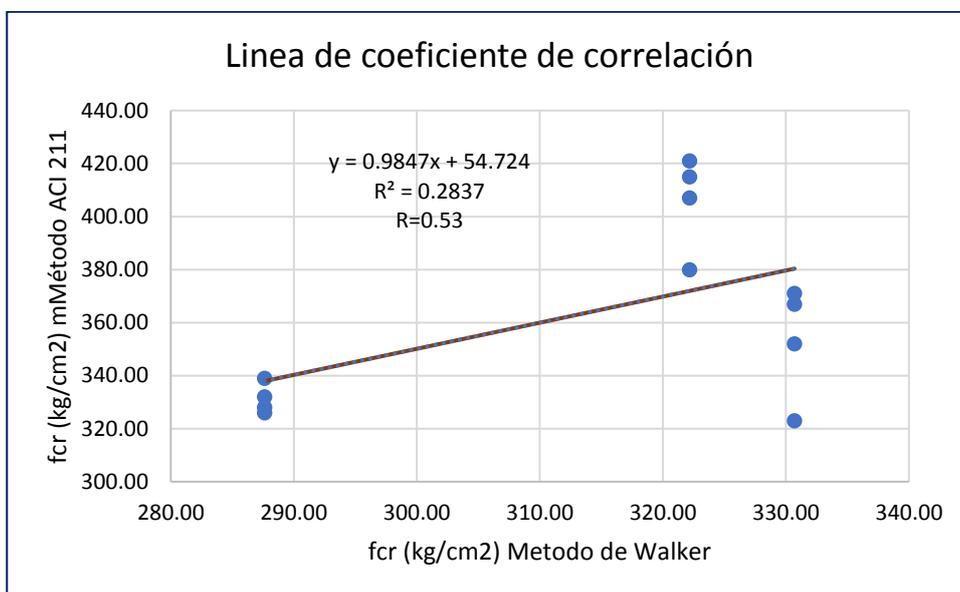
Elaboración propia

**Grafico N° 13 Resistencia del concreto requerida (fcr) por el método Walker calculado con el Excel y por el método ACI 211.**



Elaboración propia

**Grafico N° 14 Línea de correlación de la resistencia del concreto requerida (fcr) por el método Walker calculado con el Excel y por el método Modelo Matemático. R=0.53**



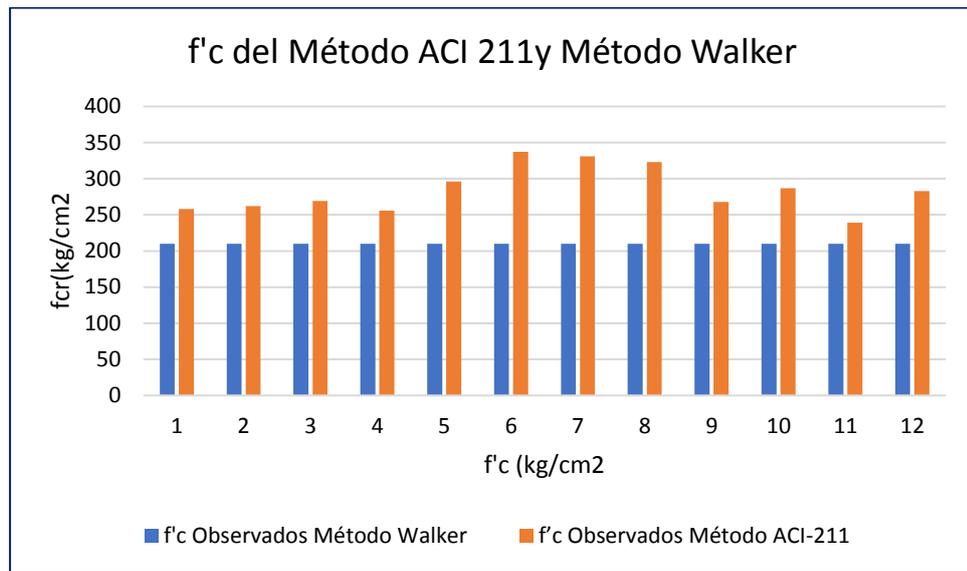
Elaboración Propia

**Tabla N° 29: Resistencia del concreto (f'c) por el método Walker calculado con el Excel y por el método ACI 211.**

Item	f'c Observados Método Walker (kg/cm2)	f'c Observados Método ACI-211 (kg/cm2)
1	210	258
2	210	262
3	210	269
4	210	256
5	210	296
6	210	337
7	210	331
8	210	323
9	210	268
10	210	287
11	210	239
12	210	283

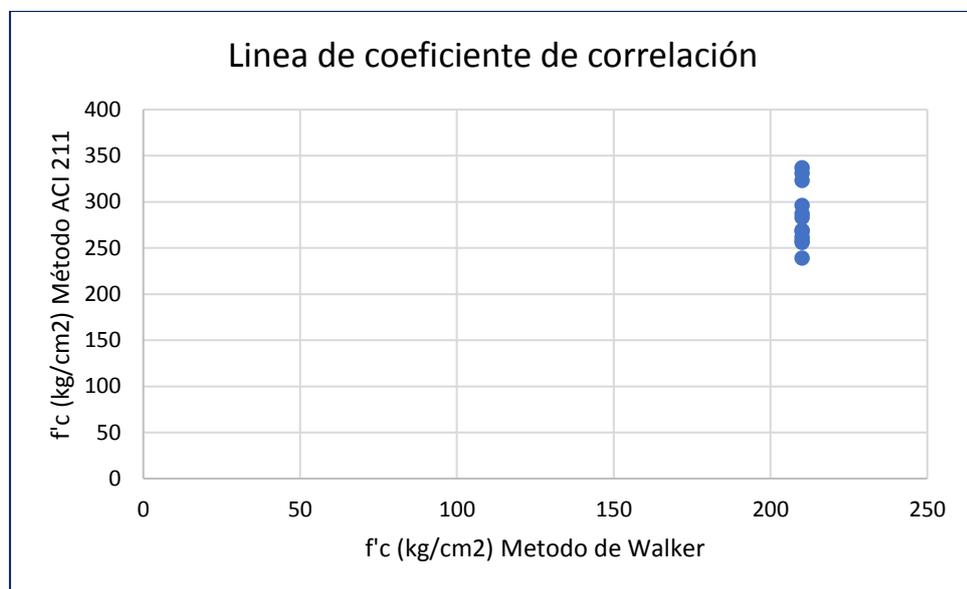
Elaboración propia

**Grafico N° 15 Resistencia del concreto ( $f'c$ ) por el método Walker calculado en el Excel y el método ACI 211.**



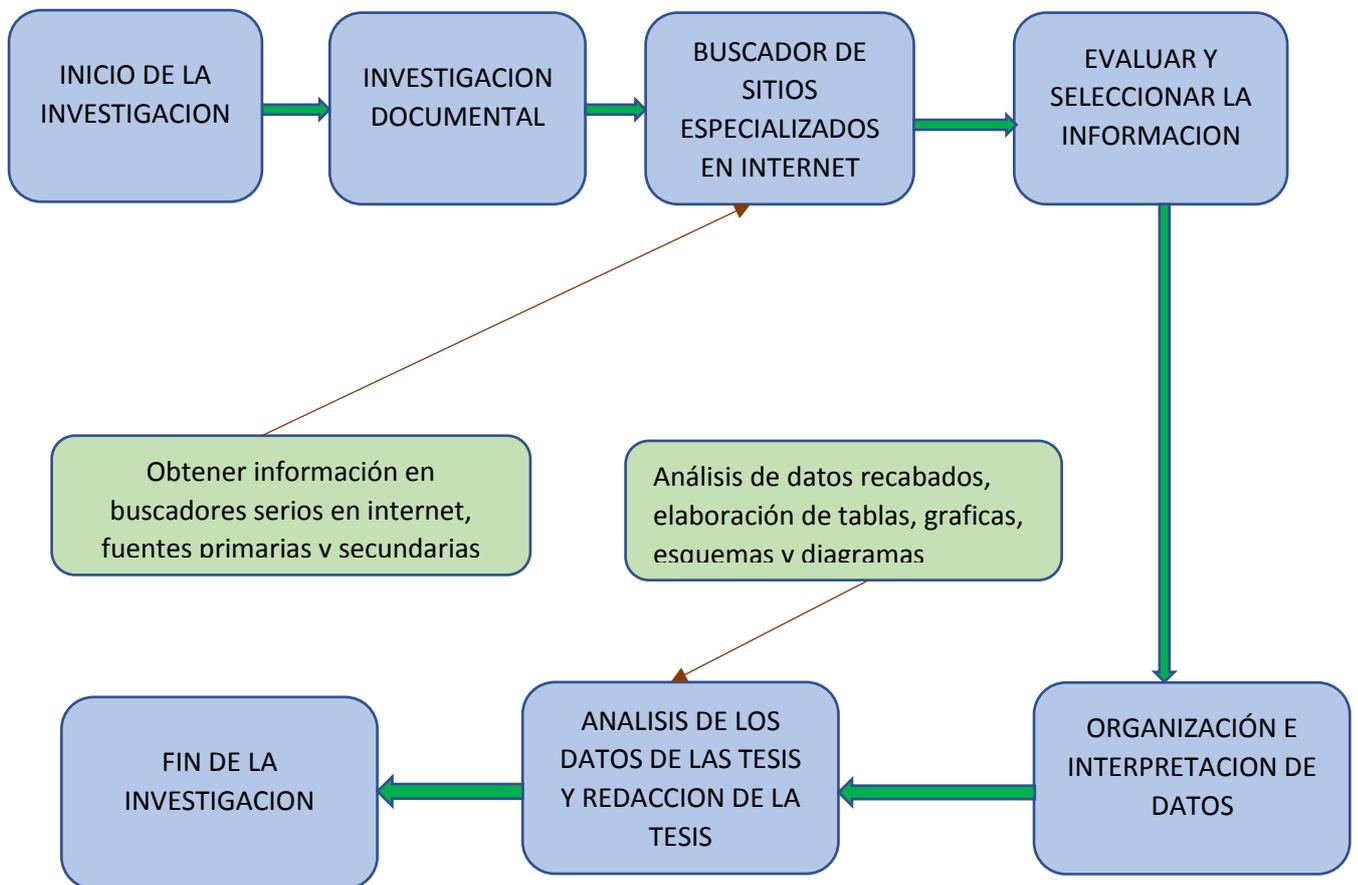
Elaboración propia

**Grafico N° 16 Línea de correlación de la resistencia del concreto requerida ( $f'c$ ) por el método Walker calculado con el Excel y el método ACI 211.  $R=0.0$**



Elaboración propia

## FLUGRAMA DE LA INVESTIGACION





## **Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores**

Yo (Nosotros), AGUSTIN SOLIER GUEVARA estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS MODELO MATEMÁTICO Y ACI 211 PARA CONOCER LA RESISTENCIA DEL CONCRETO LIMA 2020", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) 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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Apellidos y Nombres del Autor</b>	<b>Firma</b>
AGUSTIN SOLIER GUEVARA <b>DNI:</b> 28217803 <b>ORCID</b> 0000-0002-2990-3209	Firmado digitalmente por: ASOLIERG el 29 Jul 2020 21:19:11

Código documento Trilce: 32068