

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**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)**



**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR**

**ARRASCUE AREVALO NAHUM ASUNCIÓN**

**LIMA – 2011.**

*A Dios quien nos enseña el buen camino. A mi madre por su inmenso cariño y apoyo. Que me brindó en todo momento. A mi esposa por estar siempre apoyándome. A mi hija por su apoyo.*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco al grupo de Laboratorio de Ensayo de Materiales, a la Ing. Enriqueta Pereyra Salardi, por su apoyo, gentileza y orientación en la elaboración de la Tesis.

Agradezco a todas las personas que de una u otra manera me brindaron su apoyo incondicional para la culminación de la tesis.

# INTRODUCCIÓN

Debido al desarrollo de la construcción civil. Es importante el estudio del concreto por ser un material estructural mas extensamente usado hoy en el mundo.

En nuestro país se ejecutan construcciones tal como edificios, puentes, carreteras, reservorios, etc. que generan el desarrollo urbano. Siendo necesario para estas construcciones el estudio de las propiedades del concreto tales como la compresión, tracción y flexión.

La técnica actual de los tipos de construcción exige la predeterminación de las propiedades del concreto con la mayor garantía de este. De todas las propiedades del concreto la más importante y usada es la resistencia a la compresión.

Aunque la relación agua/cemento es importante para determinar la resistencia del concreto, factores tales como la compactación, condiciones de curado, tamaño del agregado y sus características minerales, los aditivos, la geometría de los especímenes. la condición de humedad, el tipo de esfuerzo y la velocidad de aplicación de la carga pueden tener también un efecto importante en la resistencia.

Es por ello que estudiaremos una de las características del agregado, que es el tamaño, que se sabe que afecta la resistencia del concreto en varios grados. Además por consideraciones teóricas puede anticiparse que independientemente de la relación agua/cemento, el tamaño, la forma, la textura de la superficie, la granulometría y tipo de mineral afectan la resistencia del concreto.

# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN

## CAPÍTULO I

### ESTUDIO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS CANTERAS

#### UTILIZADAS

#### 1.0 DETERMINACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS CANTERAS

UTILIZADAS	11
1.01. Cantera Melgarejo.	13
1.01. Cantera Jicamarca.	14
1.01. Cantera San Martín.	15

## CAPÍTULO II

### MATERIALES

2.00 MATERIALES	17
2.1 CEMENTO	17
2.1.1 Definición	17
2.1.2 Composición Química	17
2.2 AGUA	21
2.2.1 Definición	21
2.2.2 Requisitos y normas	22

2.3.	AGREGADO GRUESO	23
2.3.1	Definición	23
2.3.2	Módulo de Finura	37
2.3.3	Peso Específico	41
2.3.4	Peso Unitario	62
2.3.4.1	Peso Unitario Suelto	62
2.3.4.2	Peso Unitario Compactado	62
2.3.5	Contenido de Humedad	74
2.3.6	Porcentaje que pasa la Malla N° 200	79
2.4.	AGREGADO GRUESO	84
2.4.1	Definición	84
2.4.2	Módulo de Finura	98
2.4.3	Peso Específico	102
2.4.4	Peso Unitario	123
2.4.4.1	Peso Unitario Suelto	123
2.4.4.2	Peso Unitario Compactado	124
2.4.5	Contenido de Humedad	134
2.4.6	Porcentaje que pasa la Malla N° 200	138

## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO DE MEZCLAS**

3.01 DISEÑO DE MEZCLAS	143
------------------------	-----

## **CAPÍTULO IV**

### **ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO**

4.00 ENSAYO DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO	148
4.1 INTRODUCCIÓN	148
4.2 PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO	149
4.2.1 Trabajabilidad	149
4.2.2 Segregación	150
4.2.3 Exudación	151
4.3 ASENTAMIENTO	151
4.4 PESO UNITARIO	153
4.5 CONTENIDO DE AIRE	161

## **CAPÍTULO V**

### **ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO**

5.00 ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO	165
5.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	165
5.2. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL	166
5.3. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	167

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### 6.00 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

##### 6.01 Conclusiones

##### 6.02 Recomendaciones

## **CAPÍTULO VII**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

#### 7.00 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## **ANEXOS**



# CAPÍTULO I. ESTUDIO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS CANTERAS ESTUDIADAS

## 1.00. DETERMINACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS CANTERAS ESTUDIADAS

Lima tiene muchas canteras de agregados alrededor de ella, por las diferentes quebradas que posee y que con el transcurso de los años se han ido depositando en su lecho.

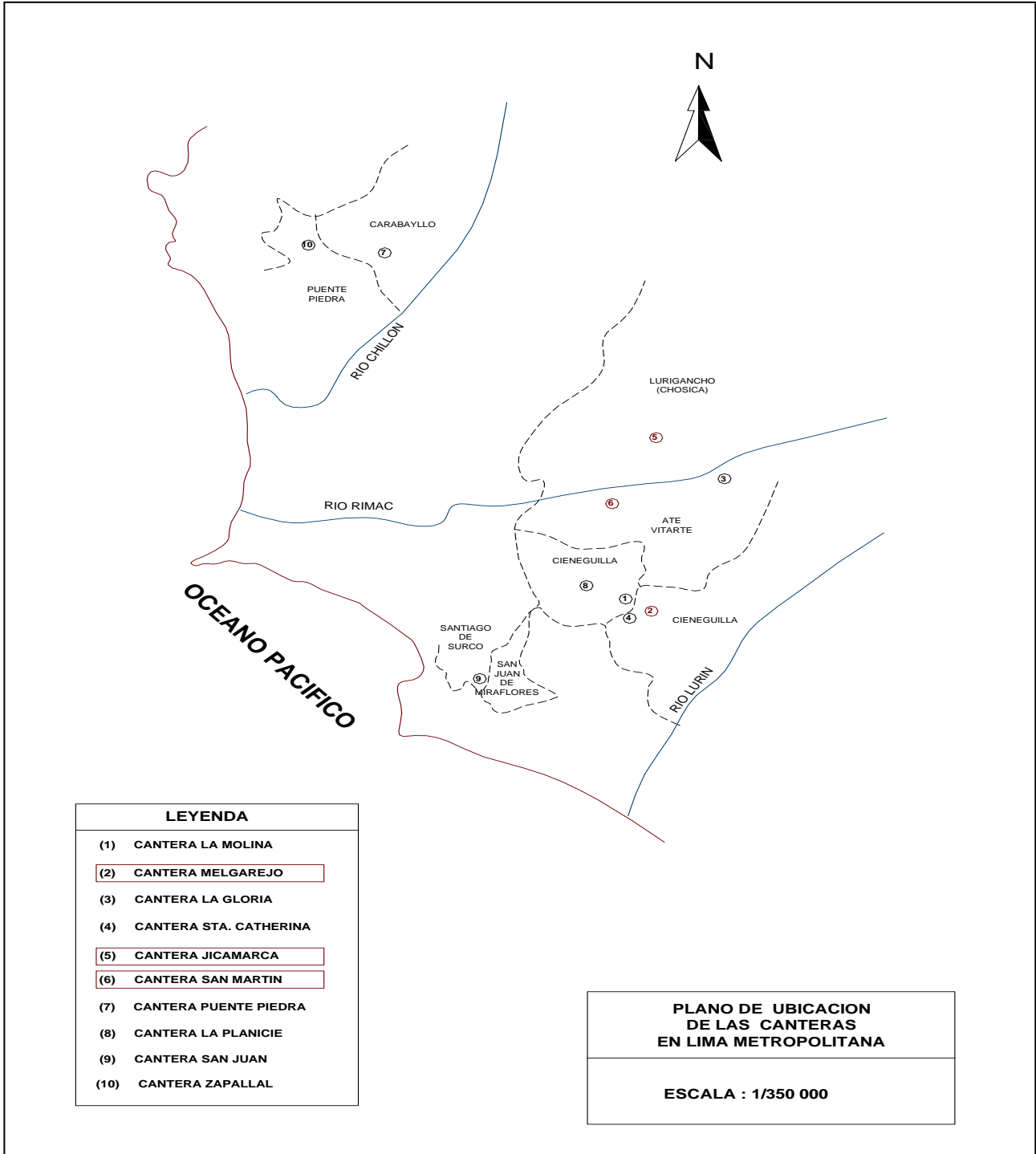
En la presente investigación se trabajó con canteras conocidas de las que sabemos de sus bondades de los depósitos de agregados que se encuentran en ellas, como la granulometría y la composición del agregado en las propiedades del concreto.

Estas canteras tienen en la actualidad gran demanda de aprovisionamiento en la industria de la construcción.

Los áridos de estas zonas provienen de depósitos geológicos o de bancos de aluviones, con alto porcentaje de finos.

Debido a este auge, algunas canteras se han cerrado por el agotamiento de los agregados. (Ver mapa de canteras).

Estas canteras son llamadas “Canteras de Cerro”, porque sus agregados están depositados en zonas determinadas: Cantera Melgarejo, Cantera Jicamarca, Cantera San Martín; las cuales proporcionan los agregados requeridos para la elaboración de los concretos.



## **1.01 CANTERA MELGAREJO**

Se encuentra ubicada a la altura del Km. 13.5 de la carretera a Cieneguilla, dentro de la quebrada Pampa Grande la cual es un depósito fluvioaluvional de orientación EW. El material, producto de la meteorización principalmente de intrusivos intermedios (granodioríticos).

El depósito está compuesto por gravas, cantos y bloques de hasta 60 cm. sub-redondeados a sub-angulosos con matrices colores pardos grisáceos, gris verdosa, rojizos y crema algo rojiza compuesta por arena gruesa y sedimentos finos.

Esta cantera tiene una explotación de 37 años. Para la producción de los agregados se utiliza el cargador frontal que se encarga de transportar el hormigón directamente de la cantera al volquete.

Por otro lado el tractor u oruga se encarga de empujar los agregados para luego ser cargado y puesto en la planta clasificadora, que luego de ser tamizado queda la arena gruesa, la piedra de ½” natural y el material sobrante mayor de ½” es llevado a la chancadora, luego de ser triturado y tamizado, se obtiene la piedra chancada artificial de acuerdo al diámetro requerido, la cual es transportado por otra faja sin fin directamente a los vehículos.

## **1.02 CANTERA JICAMARCA**

Cuyo verdadero nombre es chancadora Limatambo, ubicada en el Km. 10 de la carretera Central, al lado de la refinera de Zinc de Cajamarquilla. Esta cantera es un cono fluvioaluvional, de muy corto recorrido, afluente del margen derecho del fluvioaluvional de la quebrada Jicamarca.

La quebrada Jicamarca tiene orientaci3n SSW, es un dep3sito fluvioaluvional de gran recorrido, constituido por cantos de orden de los dec3metros de grano de osita fresca, con matriz que contiene desde sedimentos finos hasta arena gruesa con pocas micas y de grano sub-redondeado a sub-anguloso, tambi3n se observa bloques redondeados de hasta 80 cm.

Esta cantera viene siendo explotada hace 29 a3os.

El hormig3n es el agregado que se encuentra al natural en la cantera, mientras que para conseguir otros agregados, estos tienen que ser transportados por tractores hasta una planta clasificadora que separa la piedra de la arena, luego la piedra es llevada por medio de una faja transportadora hasta la chancadora, de donde luego de ser triturada y zarandeada se obtiene la piedra chancada .

### **1.03. CANTERA SAN MARTÍN**

Depósito fluvioaluvional de corto recorrido ubicado en una quebrada de aproximadamente 2 Km. de ancho x 3 Km. de longitud desde la cantera hasta la naciente, tiene una orientación NNW.

Los alrededores son de inclusiva granítica muy rico en minerales oscuros (máficos) y micas. Los máficos se encuentran bastante oxidados y los feldespatos alterados, lo cual permite el fácil disgregamiento de la roca.

El flujo de agua ha erosionado el material proveniente de la meteorización del intrusito y lo han acumulado en la quebrada en diferentes épocas, constituyendo así las capas de material grueso de este depósito fluvioaluvional. Estas capas, por lo general tienen una potencia de 80 a 160 cm. y están formados por cantos y bloques angulosos de granito alternado con matriz de material geológicamente mal clasificada, que va desde polvo hasta arena gruesa color gris verdoso. En tamaño promedio de los cantos es de 15 cm.

Tiene un tiempo de explotación de más de 25 años, cuenta con área de explotación de arena y hormigón de 4 000 m<sup>3</sup> x día.

Por otro lado, luego de haber sido regado y aflojado el material de la cantera, el cargador frontal se encarga de llevar el material a una tolva, para luego ser transportado por fajas hasta la clasificadora, la cual tiene la función de separar la piedra, para dar paso tan solo a la arena gruesa.

# CAPÍTULO II. MATERIALES

## 2.0 MATERIALES

### 2.1 CEMENTO

#### 2.1.1 Definición

Según la norma ASTM C-150, el cemento Pórtland es definido como el producto obtenido de la pulverización muy fina del clínker, el cual está constituido esencialmente de silicato de calcio hidráulico, posteriormente a la calcinación se le adiciona agua y sulfato de calcio (yeso).

La norma ASTM C-150 clasifica el cemento Pórtland en cinco diferentes tipos de acuerdo a las propiedades de los cuatro compuestos principales: Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV, Tipo V.

#### 2.1.2 Composición química

Una vez que el agua y el cemento se mezclan para formar la pasta cementante, se inicia una serie de reacciones químicas que en forma global se designan como hidratación del cemento. Estas reacciones se manifiestan inicialmente por la rigidización gradual de la mezcla, que culmina con su fraguado, y continúan para dar lugar al endurecimiento y adquisición de resistencia mecánica en el producto.

Aún cuando la hidratación del cemento es un fenómeno sumamente complejo, existen simplificaciones que permiten interpretar sus efectos en el concreto. El porcentaje de los cuatro componentes principales, que se encuentran en el clínker depende de las proporciones relativas entre los compuestos ácidos y la cal, los componentes ácidos

llamados también factores hidráulicos incluyen la sílice, la alúmina y el óxido férrico, siendo los dos últimos denominados fundentes.

De acuerdo a Bogue, los porcentajes límites de los componentes principales del clínker, deben estar alrededor de los siguientes valores:

<b>COMPONENTE</b>	<b>NOMENCLATURA</b>	<b>%</b>
<b>Silicato tricálcico</b>	<b>(C3S)</b>	<b>30% a 60%</b>
<b>Silicato dicálcico</b>	<b>(C2S)</b>	<b>15% a 60%</b>
<b>Aluminato tricálcico</b>	<b>(C3A)</b>	<b>7% a 15%</b>
<b>Aluminio- Ferrico tetracálcico</b>	<b>(C4AF)</b>	<b>8% a 10%</b>

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

TABLA N°1

<b>ELEMENTO</b>	<b>SOL TIPO I</b>
Óxido de Calcio, CaO (%)	63,20
Óxido de Sílice, SiO <sub>2</sub> (%)	19,79
Óxido de Aluminio, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	6,15
Óxido de Hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	2,82
Óxido de Potasio, K <sub>2</sub> O (%)	0,96
Óxido de Sodio, Na <sub>2</sub> O (%)	0,28
Trióxido de Azufre, SO <sub>3</sub> (%)	2,58
Óxido de Magnesio, MgO (%)	3,16
Cal Libre (%)	0,52
Punto de Ignición (%)	0,80
Residuos Insolubles (%)	0,62
CaO Libre (%)	0,52
Álcalis (%)	0,91



## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CEMENTO PÓRTLAND

TIPO I (SOL)

TABLA N° 2

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIPO I</b>
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	3,11
Fineza Malla 100 (%)	0,04
Fineza Malla 200 (%)	4,14
Superficie Específico Blaine (cm <sup>2</sup> /g)	34,77
Contenido de Aire (%)	9,99
Expansión en Autoclave (%)	0,18
Fraguado Inicial Vicat (Hr:Min)	01:49
Fraguado Final Vicat (Hr:Min)	03:29
f'c a 3 Días (kg/cm <sup>2</sup> )	254
f'c a 7 Días (kg/cm <sup>2</sup> )	301
f'c a 28 Días (kg/cm <sup>2</sup> )	357
Calor de Hidratación, 7 Días (cal/g)	70,60
Calor de Hidratación, 28 Días (cal/g)	84,30

## **2.2 AGUA**

### **2.2.1 Definición**

Se entiende por agua de mezclado a la cantidad de agua total contenida en el concreto fresco. Esta cantidad es utilizada para el cálculo de la relación agua/cemento ( $a/c$ ) y está compuesta por el agua agregada a la mezcla y la humedad superficial de los agregados.

El agua de amasado cumple una doble función en el concreto; por un lado permite la hidratación del cemento y por el otro es indispensable para asegurar la trabajabilidad y la buena compactación del concreto.

Está prohibido el empleo de aguas ácidas, calcáreas, minerales ya sea carbonatadas o minerales; aguas provenientes de minas o relaves, aguas que contengan residuos industriales, agua con contenido de sulfatos mayor del 1%, agua que contengan algas, materia orgánica, humus o descargas de desagües, aguas que contengan azúcares o sus derivados, igualmente aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o de potasio disueltas, que puedan producir efectos desfavorables sobre el fraguado, la resistencia o la durabilidad del concreto o sobre las armaduras.

Podrá utilizarse aguas naturales no potables, únicamente si están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo o elemento embebidos.

Al seleccionar el agua deberá recordarse que aquellas con alta concentración de sales deberán ser evitadas en la medida que no sólo pueden afectar el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y su estabilidad de volumen, sino que, adicionalmente, pueden originar eflorescencias o corrosión del acero de refuerzo.

### 2.2.2 Requisitos y normas

El agua empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la norma N.T.P. 339.088 y ser de preferencia, potable. Se considerarán aptas para el mezclado del concreto el empleo de aguas no potables cuyas propiedades y contenidos en sustancias disueltas sean como máximo la siguiente:

<b>REQUISITOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MÁXIMO</b>
Cloruros	ppm	300
Sulfatos	ppm	300
Sales de magnesio	ppm	125
Sales solubles	ppm	500
Ph		mayor de 7
Sólidos en suspensión	ppm	500
Materia orgánica expresada en oxígeno	ppm	10

## 2.3 AGREGADO FINO

### 2.3.1 Definición

Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz 9.4 mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en las Normas NTP 400.037 o ASTM C 33.

El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en la Norma NTP 400.012 o ASTM C33. La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme o continua, con valores retenidos en las mallas N° 4 a N° 100 de la serie Tyler.

Se recomiendan para el agregado los siguientes límites.

<b>Agregado Fino</b>		
<b>NTP 400.012</b>		<b>Límites ASTM C 33-84</b>
<b>Abertura</b>	<b>Designación previa</b>	
9,5 mm	3/8 in	100
4,75 mm	No 4	95-100
2,36 mm	No 8	80-100
1,18 mm	No 16	50-85
600 µm	No 30	25-60
300 µm	No 50	10-30
150 µm	No 100	2-10

El porcentaje retenido en dos mallas sucesivas no excederá del 45%. Si el agregado es empleado en concretos con aire incorporado o un contenido de cemento mayor de 255 kg/m<sup>3</sup>; o si una adición mineral aprobada es empleada para suplir las deficiencias en el porcentaje que pasa dichas mallas, el porcentaje indicado para las mallas N° 50 y N° 100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente.

El módulo de fineza no deberá ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1 obteniendo ser mantenido dentro de los límites de más o menos 0,2 del valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla. Si se sobrepasa el valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla.

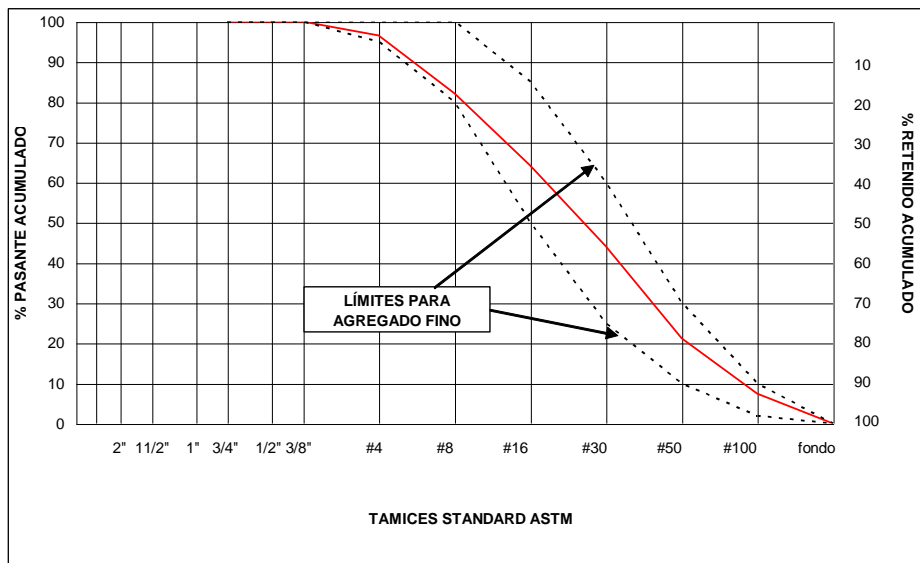


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : **AGREGADO FINO** FECHA DE INSPECCIÓN : 17/01/2008  
 PROCEDENCIA : CANTERA MELGAREJO MUESTRA N° : 01  
 PESO DE LA MUESTRA: 500 gr Hecho por : Nahun 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		
<b>TOTAL</b>	<b>500.0</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>2.84</b>		



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**

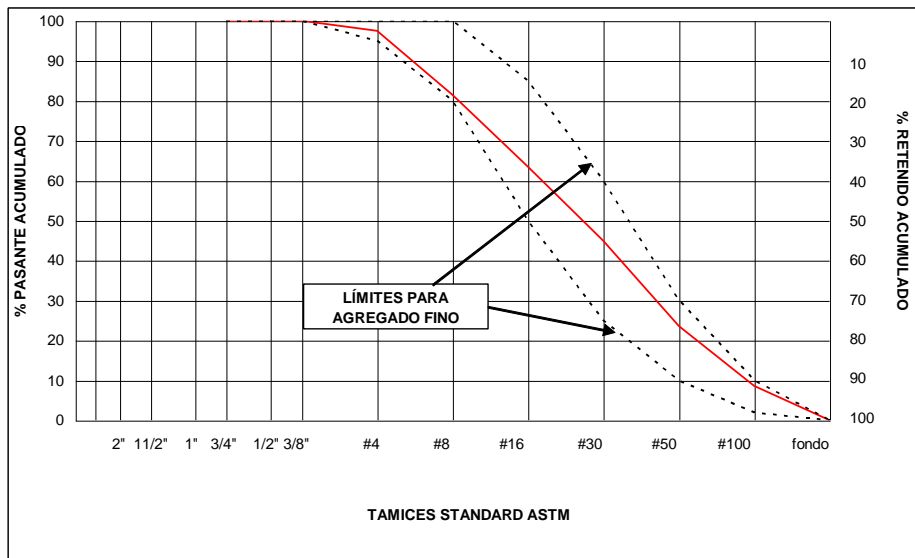


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

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

**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**

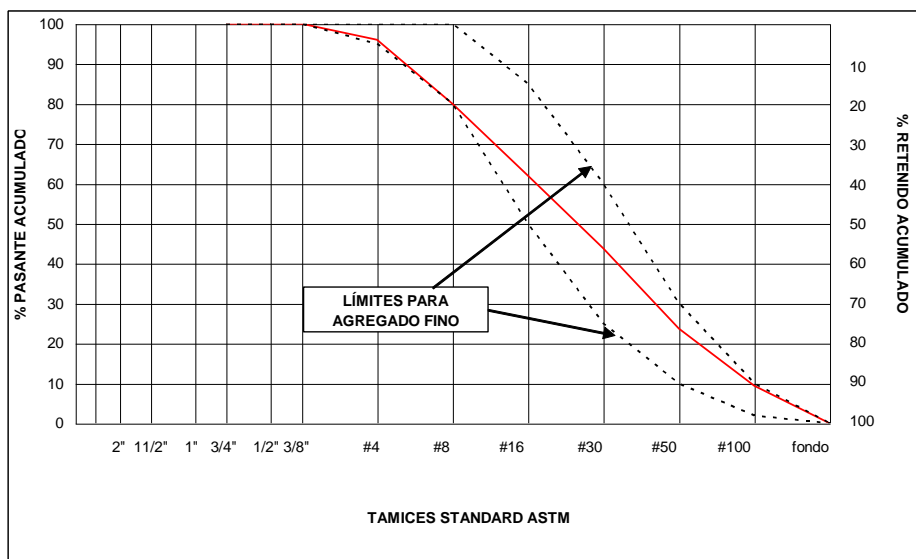


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

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

**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>2.85</b>		



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**

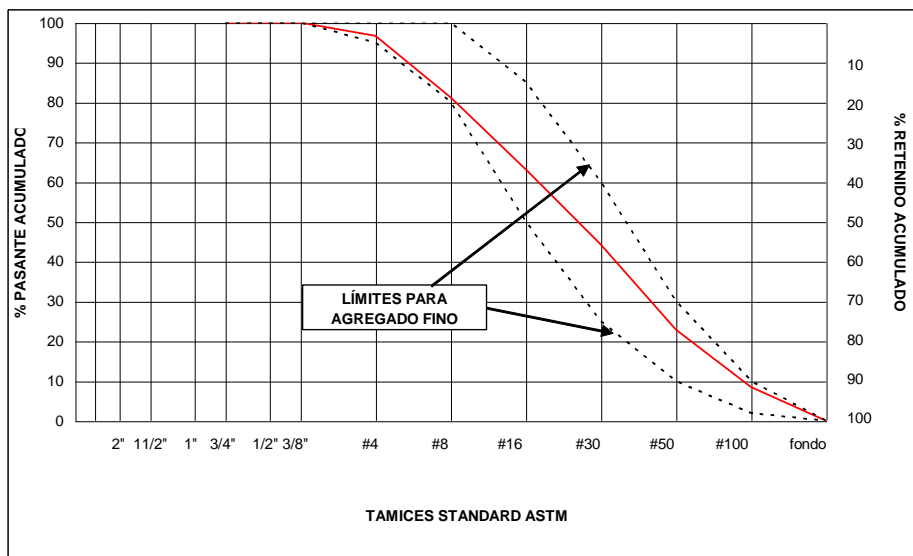


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

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

**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**



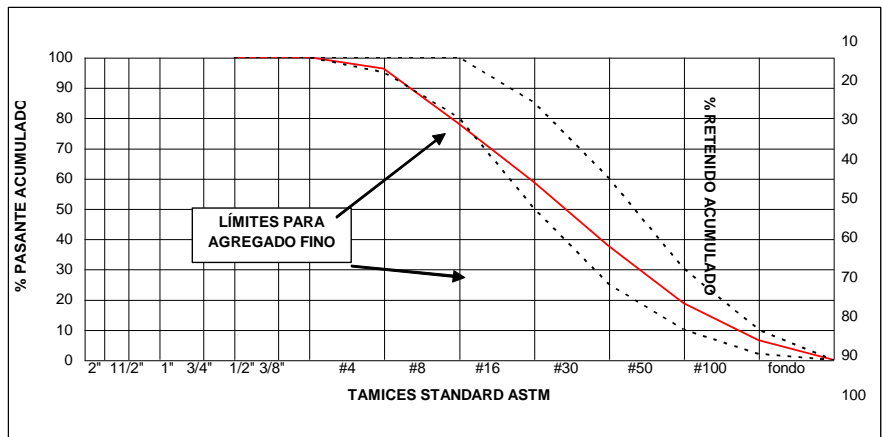


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : **AGREGADO FINO**      FECHA DE INSPECCIÓN : 17/01/2008  
 PROCEDENCIA : CANTERA JICAMARCA      MUESTRA N° : 01  
 PESO DE LA MUESTRA: 500 gr      Hecho por : Nahun Arrascue

**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**

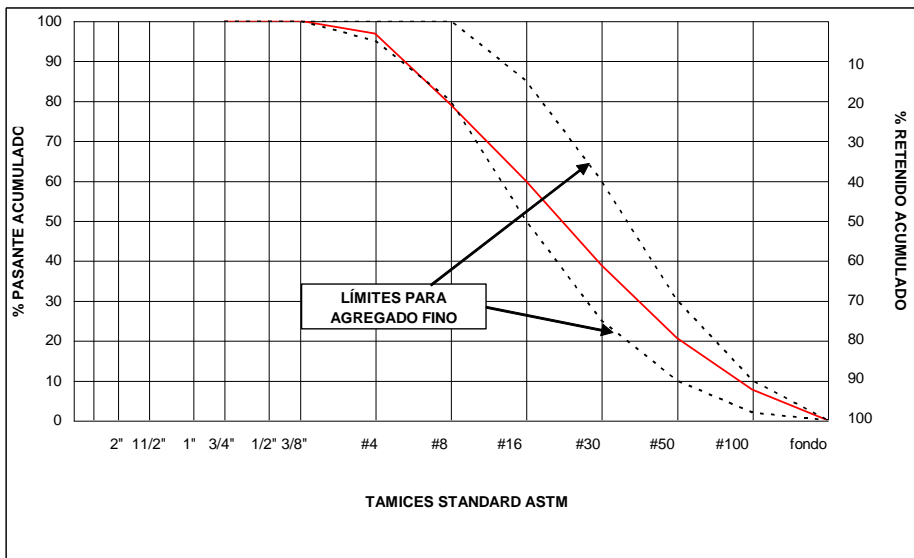


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

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

**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**

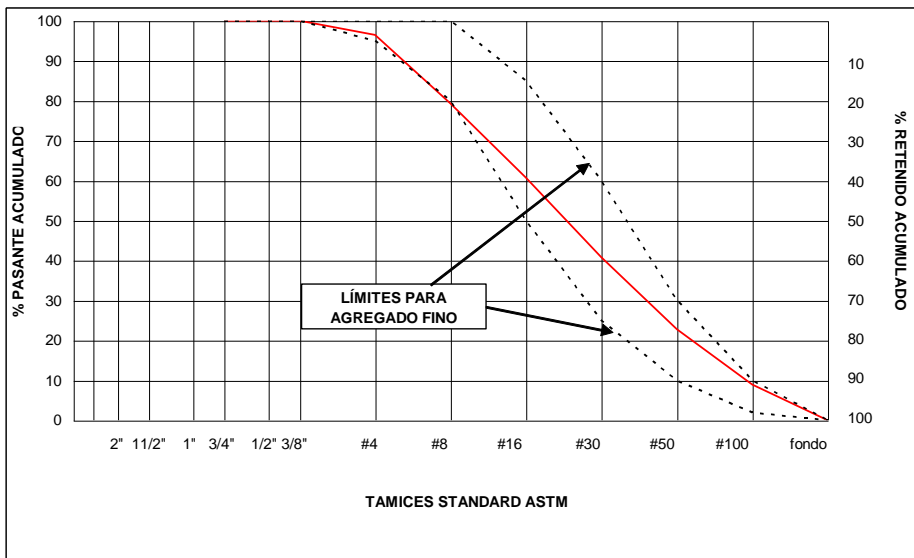


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

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

**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**

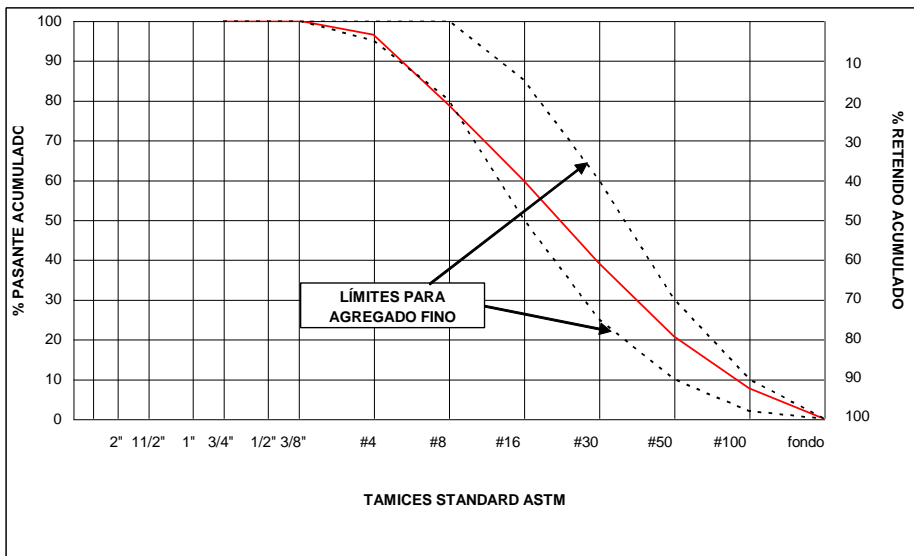


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

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

**GRANULOMETRÍA**

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% 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 TAMZADO

MUESTRA : **AGREGADO FINO**      FECHA DE INSPECCIÓN : 17/01/2008  
 PROCEDENCIA : CANTERA SAN MARTIN      MUESTRA N° : 01  
 PESO DE LA MUESTRA: 500 gr      Hecho por : Naham Arrascue

#### GRANULOMETRÍA

MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	ESPECIFICACIONES	
3/8"	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	50	85
# 30	78.7	16	65	35	25	60
# 50	76.8	15	80	20	10	30
# 100	54.6	11	91	9	2	10
fondo	45.5	9	100	0		
<b>TOTAL</b>	<b>499.6</b>	<b>100</b>	<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	<b>3.20</b>		

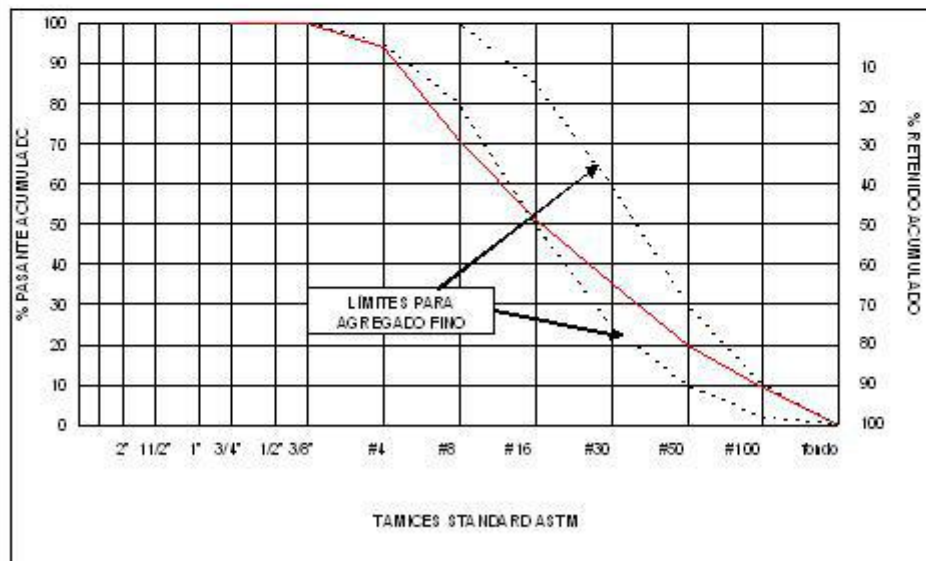


GRÁFICO DE GRADUA C I Ó N

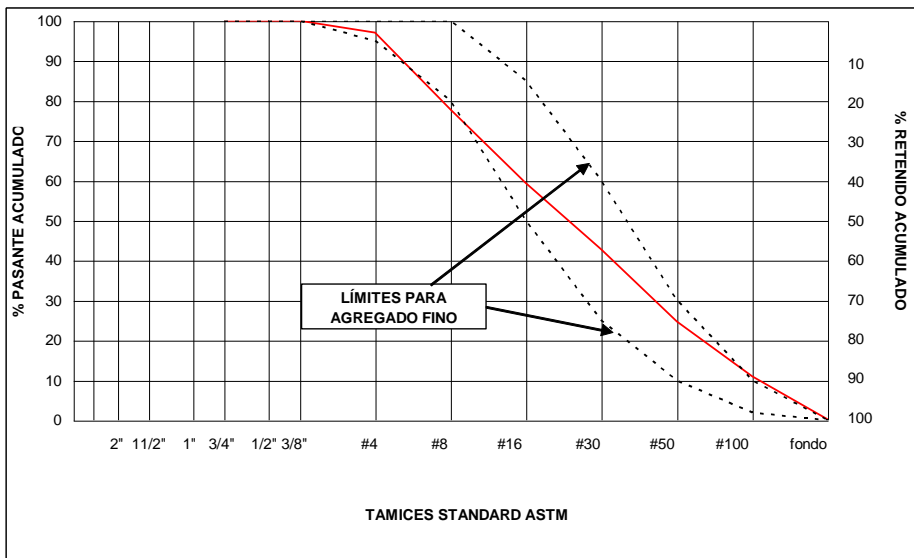


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

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

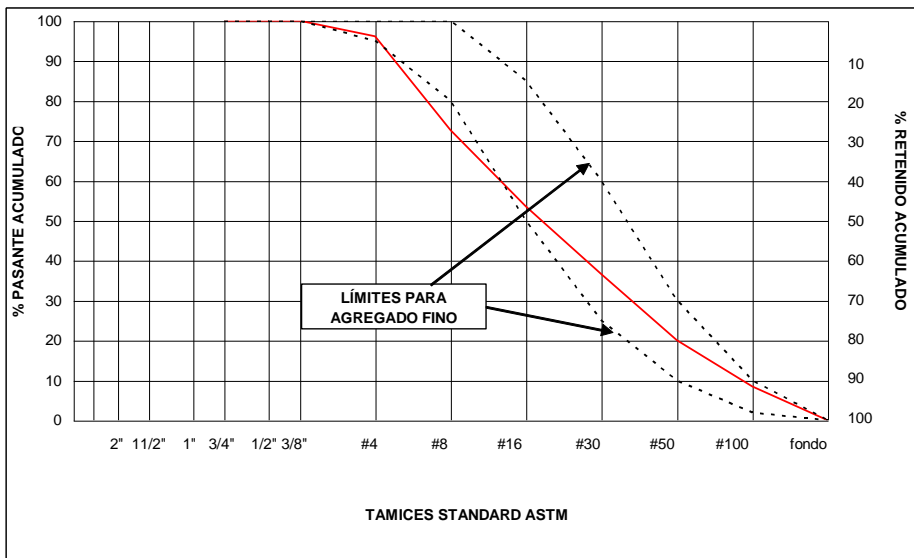


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

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

**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**

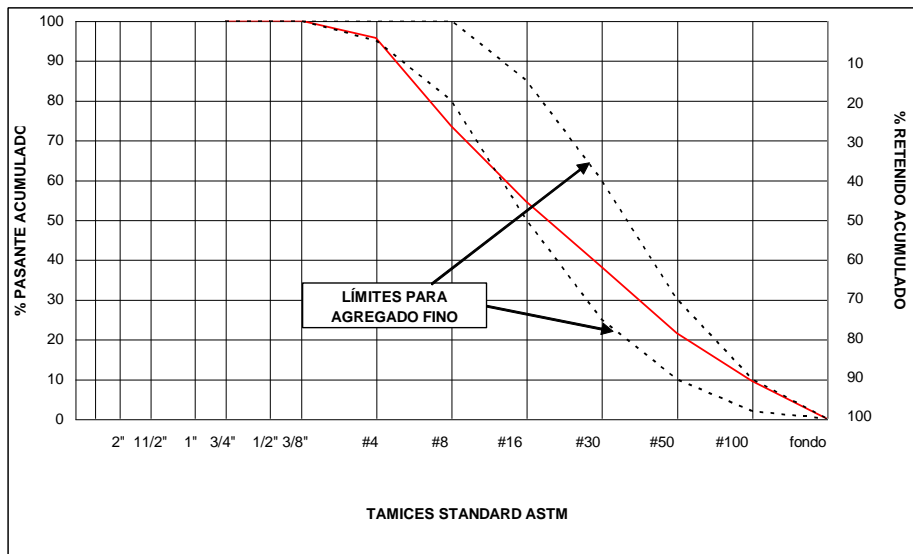


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

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



### 2.3.2 Módulo de Finura.

Se define el módulo de fineza como la suma de los porcentajes acumulativos retenidos en las mallas de las series estandarizadas, dividido entre 100. Las series estandarizadas consisten en mallas, cada una del doble del tamaño de la precedente: ASTM N° 100, 50, 30, 16, 8, 4, 3/8", hasta la malla de tamaño más grande según la norma N.T.P. 400.011.

Los valores típicos tienen un rango entre 2,3 y 3,1 donde un valor más alto indica una gradación más gruesa.

$$\text{Módulo de Finura} = mf = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado}}{100}$$



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO**

**Tipo de Agregado: Arena Gruesa**

**Procedencia: Cantera Melgarejo**

**Hecho Por: Nahum Arrascue**

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

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			
	N° 1	N° 2	N° 3	PROM
MÓDULO DE FINURA	2.84	2.81	2.85	2.83

Promedio del Módulo de Finura = 2,83



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**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**



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**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			
	N° 1	N° 2	N° 3	PROM
MÓDULO DE FINURA	3.2	2.87	3.13	3.07

**Promedio del Módulo de Finura = 3,07**

### 2.3.3 Peso Específico

El Peso Específico según la norma ASTM C 127-84 se define como la relación de la masa (o peso en aire) de una unidad de volumen de material respecto a una masa de agua del mismo volumen a una temperatura determinada, expresada en tres formas.

- Peso Específico de Masa (G)

Se refiere al volumen del material sólido, incluidos todos los poros.

Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco (G<sub>ss</sub>)

$$\text{Peso específico de masa (G)} = \frac{A}{V - W}$$

Se refiere al volumen del material cuando todos los poros del agregado están llenos de agua.

*Peso específico de masa saturado superficialmente seco (G<sub>ss</sub>)=*

$$= \frac{500}{V - W}$$

- Peso Específico Aparente (G<sub>a</sub>).

Se refiere al volumen del material sólido, incluidos los poros impermeables, aunque no los capilares.

Porcentaje de Absorción.

$$\text{Peso específico aparente (G}_a\text{)} = \frac{A}{V - W}$$

Se denomina así a la relación de la disminución de masa (500 - A) respecto a la masa de la muestra seca, se determina midiendo la disminución de masa de una muestra saturada y de superficie seca después de secarla en un horno durante 24 horas.

$$\text{Porcentaje de absorción (a \%)} = 100 \times \frac{500 - A}{A}$$



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO**

**Tipo de Agregado: Arena Gruesa**

**Norma: NTP 400.017**

**Procedencia: Cantera Melgarejo**

**Hecho Por: Nahum Arrascue**

**Muestra : 01**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		161,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA		661,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		969,1	g
PESO DEL AGUA	W	307,9	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	498,3	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500	ml

1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{498,3}{500 - 307,9} = 2,59$$

$G = 2,59$
------------

Peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $G_{sss}$ )

$$G_{sss} = \frac{500}{500 - 307,9} = 2,60$$

$$G_{sss} = 2,60$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{498.3}{(500 - 307.9) - (500 - 498.3)} = 2,62$$

$$G_a = 2,62$$

Porcentaje de absorción ( $a\%$ )

$$a\% = 100 \times \frac{500 - 498.3}{498.3} = 0,34$$

$$a\% = 0,34$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Procedencia: Cantera Melgarejo

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 02

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		161,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA		661,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		970,4	g
PESO DEL AGUA	W	309,2	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	498,9	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500	m

1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{498.9}{500 - 309.2} = 2,61$$

$G = 2,61$
------------

Peso específico de masa saturado superficialmente seco (G<sub>ss</sub>)



$$G_{sss} = \frac{500}{500 - 309.2} = 2,62$$

$$G_{sss} = 2,62$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{498.9}{(500 - 309,2) - (500 - 498.3)} = 2,64$$

$$G_a = 2,64$$

4. Porcentaje de absorción ( $a\%$ )

$$a\% = 100 \times \frac{500 - 498.9}{498.9} = 0,22$$

$$a\% = 0,22$$



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Procedencia: Cantera Melgarejo

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 03

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		161,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA		661,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		972,2	g
PESO DEL AGUA	W	311,0	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	497,8	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500	ml

1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{497.8}{500 - 311} = 2,63$$

$G = 2,63$
------------

2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $G_{sss}$ )

$$G_{sss} = \frac{500}{500 - 311} = 2,65$$

$$G_{sss} = 2,65$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{497.8}{(500 - 311) - (500 - 497.8)} = 2,68$$

$$G_a = 2,68$$

4. Porcentaje de absorción ( $a\%$ )

$$a\% = 100 \times \frac{500 - 497.8}{497.8} = 0,44$$

$$a\% = 0,44$$



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Procedencia: Cantera Jicamarca

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 01

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		161,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA		661,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		961,7	g
PESO DEL AGUA	W	300,5	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	492,6	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500	ml

1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{492,6}{500 - 300,5} = 2,50$$

$G = 2,50$
------------

2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $G_{sss}$ )

$$G_{sss} = \frac{500}{500 - 300,5} = 2,51$$

$$G_{sss} = 2,51$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{492.6}{(500 - 300,5) - (500 - 492.6)} = 2,56$$

$$G_a = 2,56$$

4. Porcentaje de absorción ( $a\%$ )

$$a\% = 100 \times \frac{500 - 492.6}{492.6} = 1,50$$

$$a\% = 1,50$$



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Procedencia: Cantera Jicamarca

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 02

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		161,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA		661,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		964,5	g
PESO DEL AGUA	W	303,3	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	492,7	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500	ml

1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{492,7}{500 - 303,3} = 2,50$$

$G = 2,50$
------------

2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $G_{sss}$ )

$$G_{sss} = \frac{500}{500 - 303,3} = 2,54$$

$$G_{sss} = 2,54$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{492.7}{(500 - 303,3) - (500 - 492.7)} = 2,61$$

$$G_a = 2,61$$

4. Porcentaje de absorción ( $a\%$ )

$$a\% = 100 \times \frac{500 - 492.7}{492.7} = 1,48$$

$$a\% = 1,48$$



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Procedencia: Cantera Jicamarca

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 03

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		161,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA		661,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		961,7	g
PESO DEL AGUA	W	300,5	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	492,8	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500	ml

1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{492,8}{500 - 300,5} = 2,47$$

$G = 2,47$
------------



2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $G_{sss}$ )

$$G_{sss} = \frac{500}{500 - 300,5} = 2,51$$

$$G_{sss} = 2,51$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{492.8}{(500 - 300,5) - (500 - 492.8)} = 2,56$$

$$G_a = 2,56$$

4. Porcentaje de absorción ( $a\%$ )

$$a\% = 100 \times \frac{500 - 492.8}{492.8} = 1,46$$

$$a\% = 1,46$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Procedencia: Cantera San Martín

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 01

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		161,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA		661,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		969,1	g
PESO DEL AGUA	W	307,9	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	498,3	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500	ml

1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{498.3}{500 - 307,9} = 2,59$$

$G = 2,59$
------------

2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $G_{sss}$ )

$$G_{sss} = \frac{500}{500 - 307,9} = 2,60$$

$$G_{sss} = 2,60$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{498.3}{(500 - 307,9) - (500 - 498.3)} = 2,62$$

$$G_a = 2,62$$

4. Porcentaje de absorción ( $a \%$ )

$$a \% = 100 \times \frac{500 - 498.3}{498.3} = 0.34$$

$$a \% = 0.34$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Procedencia: Cantera San Martín

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 02

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		161,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA		661,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		969,1	g
PESO DEL AGUA	W	307,9	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	497,3	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500	mL

1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{497,3}{500 - 307,9} = 2,58$$

$G = 2,58$
------------

2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $G_{sss}$ )

$$G_{sss} = \frac{500}{500 - 307,9} = 2,60$$

$$G_{sss} = 2,60$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{497.3}{(500 - 307,9) - (500 - 497.3)} = 2,63$$

$$G_a = 2,63$$

4. Porcentaje de absorción ( $a \%$ )

$$a \% = 100 \times \frac{500 - 497.3}{497.3} = 0,54$$

$$a \% = 0,54$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Procedencia: Cantera San Martín

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 03

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		161,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA		661,2	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		965,8	g
PESO DEL AGUA	W	304,6	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	496,0	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500	mL

1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{496}{500 - 304,6} = 2,54$$

$G = 2,54$
------------

2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $G_{sss}$ )

$$G_{sss} = \frac{500}{500 - 304,6} = 2,56$$

$$G_{sss} = 2,56$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{496}{(500 - 304,6) - (500 - 496)} = 2,59$$

$$G_a = 2,59$$

4. Porcentaje de absorción ( $a \%$ )

$$a \% = 100 \times \frac{500 - 496}{496} = 0,81$$

$$a \% = 0,81$$



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**PROMEDIO DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO**

**Cantera Melgarejo**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>PROM</b>
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**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>PROM</b>
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**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>PROM</b>
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



### 2.3.4 Peso Unitario

El peso unitario o densidad de masa de un agregado, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado, es decir la masa neta del agregado en el recipiente, dividida entre su volumen, representará el peso unitario para uno u otro grado de compactación, expresado en  $\text{kg/m}^3$ .

El peso unitario depende de lo compactado que esté el agregado y de la distribución de formas y tamaños de las partículas. Por ello, para propósitos de prueba, debe especificarse el grado de compactación. La norma N.T.P. 400.017 reconoce dos formas: suelto y compactado.

#### 2.3.4.1 Peso Unitario Suelto

Cuando el agregado seco se coloca con cuidado en un recipiente de diámetro y profundidad prescrita que depende del tamaño máximo del agregado hasta que rebose y después es nivelado pasando la varilla por la superficie. Se obtiene el peso unitario suelto multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

$$f = \frac{1\,000}{W_a}$$

$$P.U.S = f \times W_s$$

#### 2.3.4.2 Peso Unitario Compactado

El recipiente se llena en tres etapas, se apisona cada tercio del volumen del recipiente con 25 golpes con la varilla compactadora de punta semiesférica de 5/8" de diámetro. Se obtiene el peso unitario compactado multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

$$f = \frac{1000}{W_a}$$

$$P.U.C = f \times W_c$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Procedencia: Cantera Melgarejo

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 01

A.- PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.300	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.752	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.548	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.565	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.355	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 617	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.783	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.752	kg

PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	5.031	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.565	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.355	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 788	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUC = f \times Wc$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Procedencia: Cantera Melgarejo

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 02

A.- PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.314	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.752	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.562	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.565	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.355	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 622	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.834	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.752	kg

PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	5.082	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.565	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.355	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 806	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUC = f \times Wc$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Procedencia: Cantera Melgarejo

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 03

A.- PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.376	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.752	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.624	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.565	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.355	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 644	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.912	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.752	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	5.160	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.565	kg

PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.355	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 834	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUC = f \times Wc$$





## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Procedencia : Cantera Jicamarca

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 01

A.- PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.381	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.755	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.626	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.568	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.355	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 645	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.937	kg

PESO DEL RECIPIENTE		1.752	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	5.182	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.565	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.355	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 842	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUC = f \times Wc$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Procedencia: Cantera Jicamarca

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 02

A.- PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.430	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.755	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.675	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.568	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.355	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 662	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.955	kg

PESO DEL RECIPIENTE		1.752	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	5.200	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.565	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.355	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 848	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUC = f \times Wc$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Procedencia: Cantera Jicamarca

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 03

A.- PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.450	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.755	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.695	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.568	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.355	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 669	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.951	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.752	kg

PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	5.196	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.565	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.355	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 847	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUC = f \times Wc$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Procedencia: Cantera San Martín

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 01

A.- PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.280	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.752	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.520	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.565	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	356.51	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 613	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
-------------	---------	----------	--------

PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		7.020	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.752	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	5.260	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.560	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	356.51	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 877	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / W_a$$

$$PUC = f \times W_c$$





## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Procedencia: Cantera San Martín

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 02

A.- PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.350	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.752	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.600	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.563	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	356.51	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 638	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		7.03	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.750	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	5.280	kg

PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.564	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	356.51	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 882	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / W_a$$

$$PUC = f \times W_c$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

**Tipo de Agregado: Arena Gruesa**

**Norma: NTP 400.017**

**Procedencia: Cantera San Martín**

**Hecho Por: Nahum Arrascue**

**Muestra : 03**

**A.- PESO UNITARIO SUELTO**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.350	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.752	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.624	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.565	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	3.565	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 639	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

**B.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
-------------	---------	----------	--------

PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		7.050	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.752	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	5.300	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.564	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.813	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	3.565	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 888	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUC = f \times Wc$$



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PROMEDIO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Tipo de Agregado: Arena Gruesa

Norma: NTP 400.017

Cantera Melgarejo

DESCRIPCIÓN	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

DESCRIPCIÓN	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 Martín

DESCRIPCIÓN	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

### 2.3.5 Contenido de Humedad

Podemos definir el contenido de Humedad como el exceso de agua en un estado saturado y con una superficie seca, expresado en porcentaje (%).

Si el agregado tiene una humedad inferior a la absorción, se debe agregar más agua al concreto para compensar lo que absorben los agregados.

Por el contrario, si la humedad está por encima de la absorción, el agua a agregar al concreto será menor, ya que los agregados aportarán agua.

Debemos ajustar la cantidad de agua a agregar al concreto teniendo en cuenta la humedad de los agregados en el momento de elaborar el concreto, ya que, si la humedad es alta, aumentará la relación agua-cemento y disminuirá la resistencia, y si es baja, no se logrará la trabajabilidad deseada.

Ambas observaciones influyen mucho en la resistencia y propiedades del concreto, por lo que es importante saber controlar este concepto para tener resultados óptimos.

$$h(\%) = \frac{\text{Peso de la muestra húmeda} - \text{Peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

## CONTENIDO DE HUMEDAD

**Tipo de Agregado: Arena Gruesa**

**Norma: ASTM C566**

**Procedencia : Cantera Melgarejo**

**Hecho Por: Nahum Arrascue**

**Muestra : 01**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	500	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	498	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	2	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.4	%

**Muestra : 02**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	500	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	497.5	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	2.5	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.5	%

**Muestra : 03**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	500	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	497	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	3	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.6	%

$$h = \left( \frac{A - B}{B} \right) * 100$$



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### CONTENIDO DE HUMEDAD

**Tipo de Agregado: Arena Gruesa**

**Norma: ASTM C566**

**Procedencia : Cantera Jicamarca**

**Hecho Por: Nahum Arrascue**

**Muestra : 01**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	500	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	496	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	4	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.81	%

**Muestra : 02**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	500	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	496	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	2.5	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.81	%

**Muestra : 03**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	500	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	496.1	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	3.9	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.79	%

$$h = \left( \frac{A - B}{B} \right) * 100$$





LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD

**Tipo de Agregado: Arena Gruesa**

**Norma: ASTM C566**

**Procedencia : Cantera San Martín**

**Hecho Por: Nahum Arrascue**

**Muestra : 01**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	500	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	496.5	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	3.5	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.7	%

**Muestra : 02**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	500	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	497	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	3	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.6	%

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	500	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	496	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	4	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.81	%

**Muestra : 03**

$$h = \left( \frac{A - B}{B} \right) * 100$$





**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**

**Norma: ASTM C566**

**Cantera Melgarejo**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>PROM</b>
CONTENIDO DE HUMEDAD (h %)	0.4	0.5	0.6	0.5

**Cantera Jicamarca**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>PROM</b>
CONTENIDO DE HUMEDAD (h %)	0.81	0.81	0.79	0.80

**Cantera San Martín**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>PROM</b>
CONTENIDO DE HUMEDAD (h %)	0.70	0.60	0.81	0.70

### 2.3.6 Porcentaje que Pasa la Malla N° 200.

Según la Norma Técnica Peruana N.T.P. 400.018 el Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 se calcula como la diferencia del peso de la muestra y el peso de la muestra lavada y secada dividido entre el peso de la muestra y multiplicado por cien.

El procedimiento aplicado se detalla a continuación

$$\% \text{ pasa la malla N}^\circ 200 = \frac{\text{Peso de la muestra} - \text{Peso de la muestra lavada y secada}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

- Se superpone los tamices N° 16 (1,18 mm) y el N° 200 (0,075 mm) de manera que el de mayor abertura quede en la parte superior.
- Se coloca la muestra de ensayo en el recipiente y se agrega suficiente cantidad de agua para cubrirla.
- El contenido del recipiente se agita con el vigor necesario como para separar completamente el polvo de las partículas gruesas, y hacer que éste quede en suspensión, de manera que pueda ser eliminado por decantación de las aguas de lavado.
- Se vierten las aguas del lavado en los tamices cuidando en lo posible que no se produzca el arrastre de las partículas gruesas.
- Se repite la operación hasta que las aguas de lavado sean claras, se reintegra a la muestra lavada todo el material retenido en el tamiz N° 200 y finalmente se seca la muestra a una temperatura de  $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ .



**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: Arena Gruesa**

**Norma: N.T.P. 400.018**

**Procedencia : Cantera Melgarejo**

**Hecho Por: Nahum Arrascue**

**Muestra : 01**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DE LA MUESTRA	P1	500	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	488	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	12	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	2.4	%

**Muestra : 02**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DE LA MUESTRA	P1	500	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	488.4	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	11.6	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	2.38	%

**Muestra : 03**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DE LA MUESTRA	P1	500	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	489.1	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	10.9	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	2.23	%

DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
MALLA N° 200	2.40	2.38	2.23	2.33

$$A = \left( \frac{P1 - P2}{P1} \right) * 100$$



**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: Arena Gruesa**

**Norma: N.T.P. 400.018**

**Procedencia : Cantera Jicamarca**

**Hecho Por: Nahum Arrascue**

**Muestra : 01**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DE LA MUESTRA	P1	500	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	490	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	10	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	2.0	%

**Muestra : 02**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DE LA MUESTRA	P1	500	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	489	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	11	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	2.25	%

**Muestra : 03**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DE LA MUESTRA	P1	500	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	490	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	10	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	2.0	%

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MUESTRA 1</b>	<b>MUESTRA 2</b>	<b>MUESTRA 3</b>	<b>PROMEDIO</b>
--------------------	------------------	------------------	------------------	-----------------

MALLA N° 200	2.00	2.25	2.00	2.00
--------------	------	------	------	------

$$A = \left( \frac{P1 - P2}{P1} \right) * 100$$





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: Arena Gruesa

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	500	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	479	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	21	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	4.2	%

Muestra : 02

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA	P1	500	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	479.1	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	20.9	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	4.36	%

Muestra : 03

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA	P1	500	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	480	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P1-P2	20	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	A	4.17	%

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
-------------	-----------	-----------	-----------	----------

MALLA N° 200	4.12	4.36	4.17	4.28
--------------	------	------	------	------

$$A = \left( \frac{P1 - P2}{P1} \right) * 100$$

## **2.4 AGREGADO GRUESO**

### **2.4.1 Definición**

Se define como agregado grueso al material proveniente de la desintegración natural o artificial, retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4) y que cumple con los límites establecidos en la Norma N.T.P. 400.012 o ASTM C 33.

El tamaño máximo del agregado grueso que se utiliza en el concreto, tiene su fundamento en la economía.

El tamaño máximo nominal de un agregado, es el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la mayor parte del agregado donde se produce el primer retenido y el tamaño máximo corresponde a la malla más pequeña por la que pasa todo el agregado.

Las especificaciones reglamentarias se dan en la siguiente tabla:

## REQUERIMIENTO DE GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS GRUESOS

Norma ASTM	Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje acumulado en los tamises reglamentarios										
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	
1	90 a 37,5 mm	100	90 - 100	--	25-60	--	0 - 15	--	0 - 5	--	--	
2	63 a 37,5 mm	--	--	100	90-100	35 - 70	0 - 15	--	0 - 5	--	--	
3	50 a 37,5 mm	--	--	--	100	90-100	35-70	0-15	--	0-15	--	
357	50 a 4,75 mm	--	--	--	100	95-100	--	35-70	--	0ct-30	--	
4	37,5 a 19,0 mm	--	--	--	--	100	90-100	20-55	0-15	--	0-5	
467	37,5 a 4,75 mm	--	--	--	--	100	95-100	--	35-70	--	0ct-30	
5	25,0 a 9,55 mm	--	--	--	--	--	100	90-100	20-55	0-10	0-5	
56	25,0 a 9,5 mm	--	--	--	--	--	100	90-100	40-85	0ct-40	0-15	
57	25,0 a 4,75 mm	--	--	--	--	--	100	95-100	--	25-60	--	
6	19,0 a 9,5 mm	--	--	--	--	--	--	100	90-100	20-55	0-15	
67	19,0 a 4,75 mm	--	--	--	--	--	--	100	90-100	--	20-55	
7	12,5 a 4,75 mm	--	--	--	--	--	--	--	100	90-100	40-70	
8	9,5 a 2,36 mm	--	--	--	--	--	--	--	--	100	85-100	

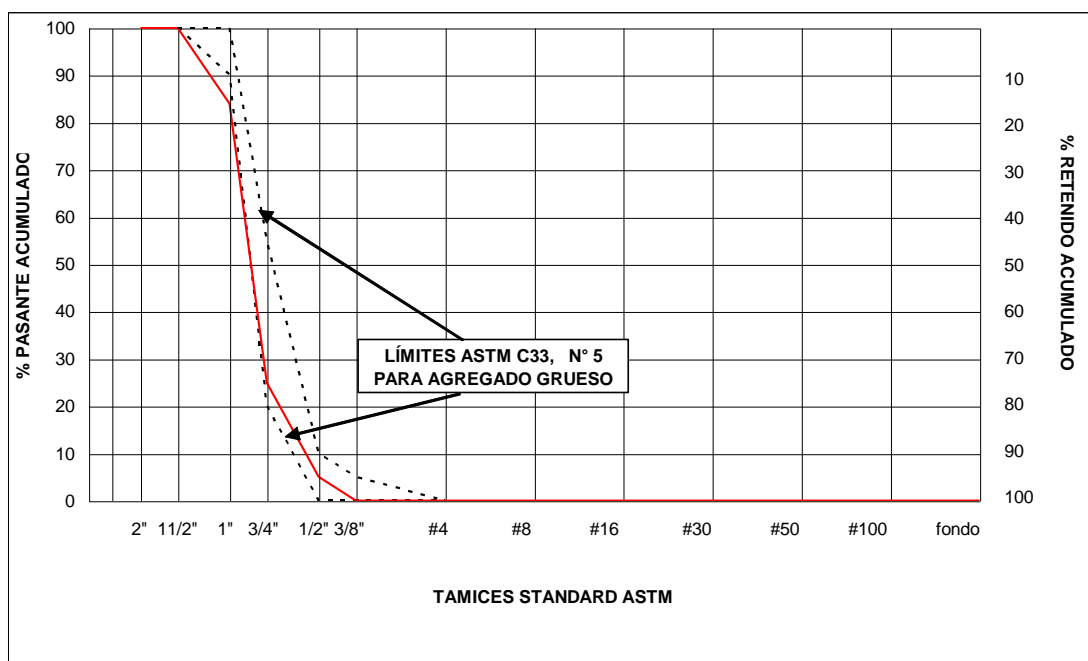


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

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

**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**

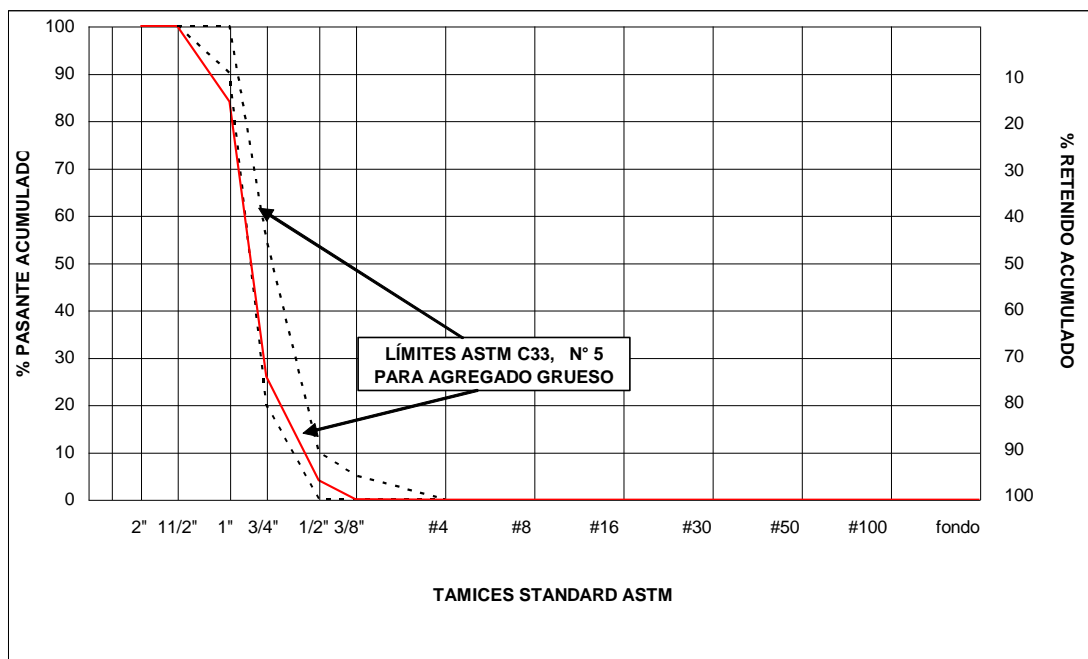


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

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

**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**

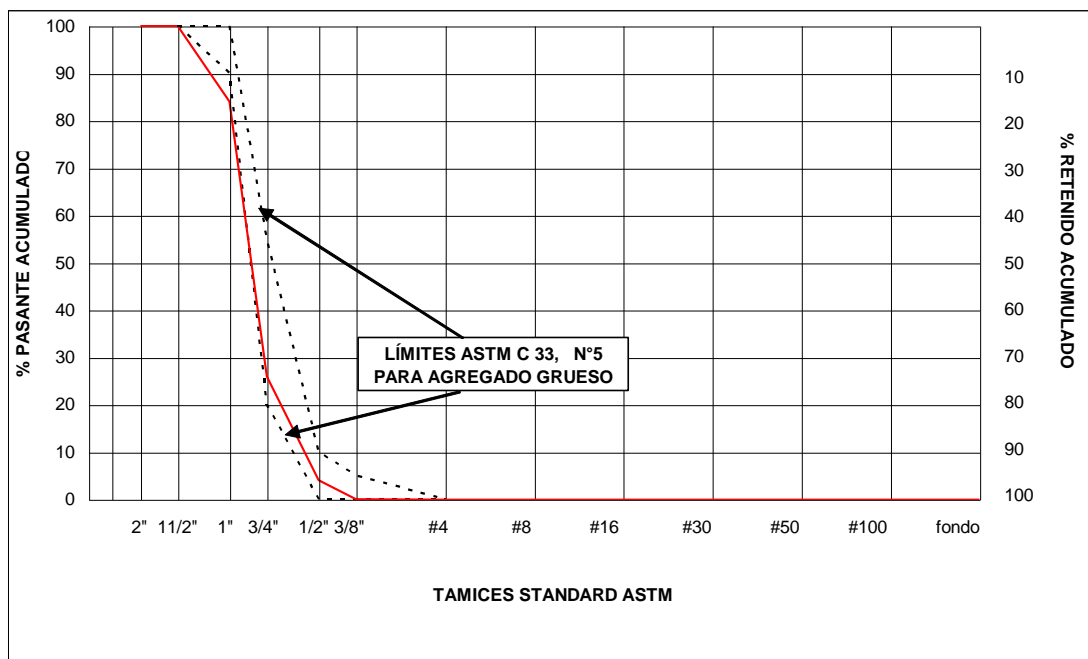


### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

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

#### 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:</b> 1 1/2" <b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:</b> 1"	



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**

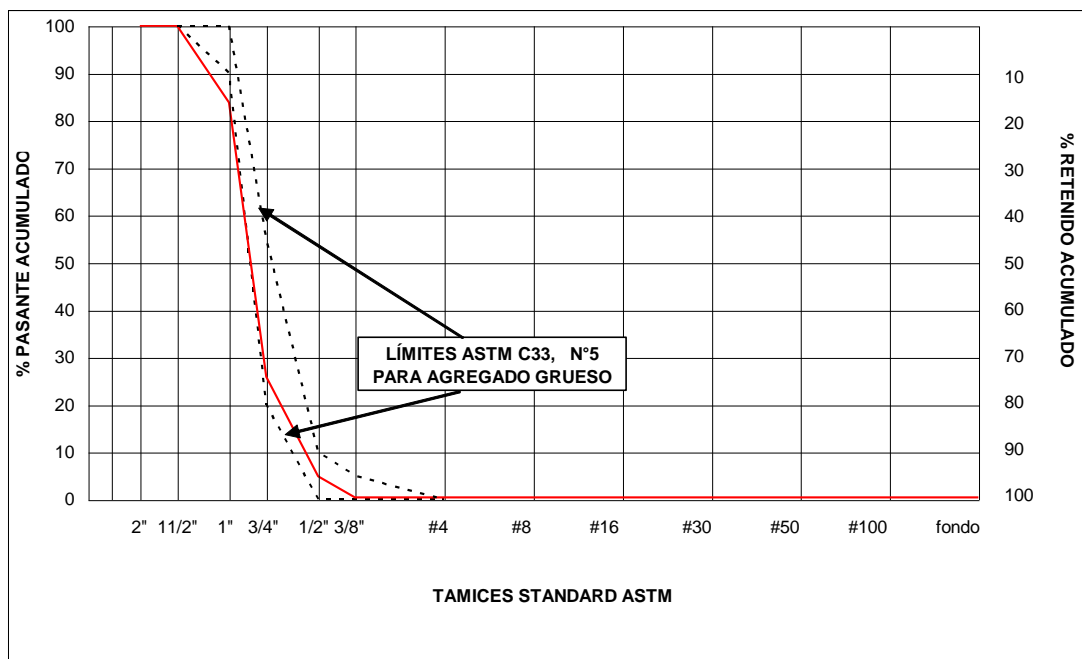


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : **AGREGADO GRUESO**      FECHA DE INSPECCIÓN : 20/09/2007  
 PROCEDENCIA : **CANTERA MELGAREJO**      MUESTRA N° : Promedio  
 PESO DE LA MUESTRA: 10 000 g.      Hecho por : Nahun 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	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		
TOTAL	10 000,0	100	MÓDULO DE FINURA PROMEDIO:	7.74	TAMAÑO MÁXIMO:	1 1/2"
					TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:	1"



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**



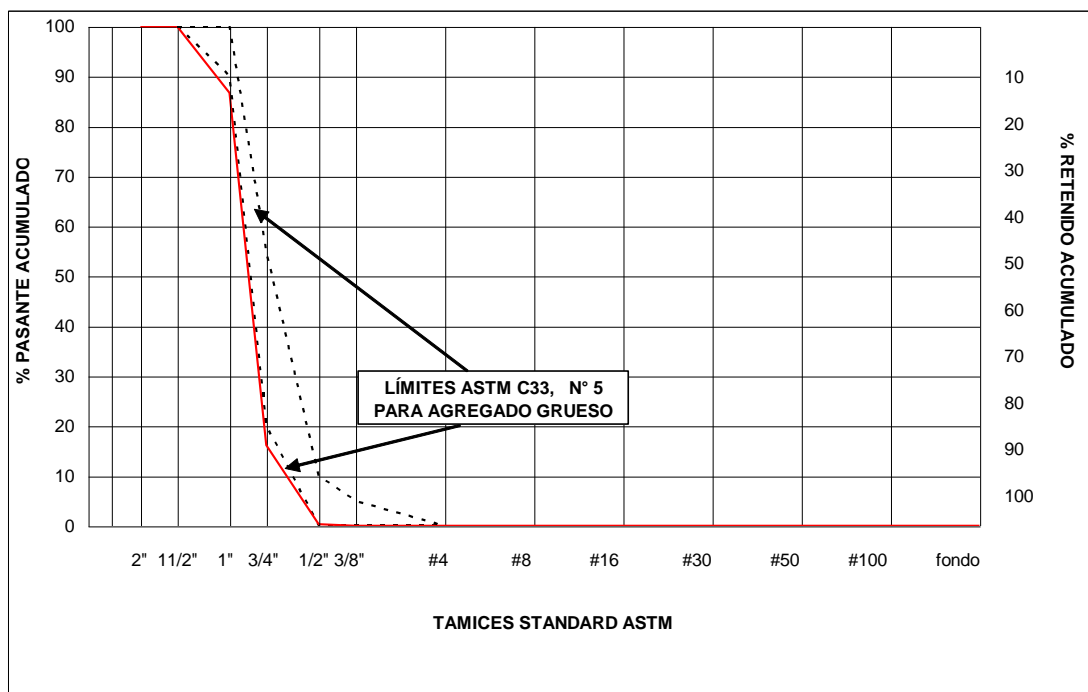


### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MUESTRA : **AGREGADO GRUESO**      FECHA DE INSPECCIÓN : 18/09/2007  
 PROCEDENCIA : CANTERA JICAMARCA      MUESTRA N° : 01  
 PESO DE LA MUESTRA: 12 000 g.      Hecho por : Nahun 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		
TOTAL	12000.0	100	MÓDULO DE FINURA:	7.84	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2" TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1"	



**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 : Nahun 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		
TOTAL	12 000,0	100	MÓDULO DE FINURA:	7.84	TAMAÑO MÁXIMO:	1 1/2"
					TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:	1"

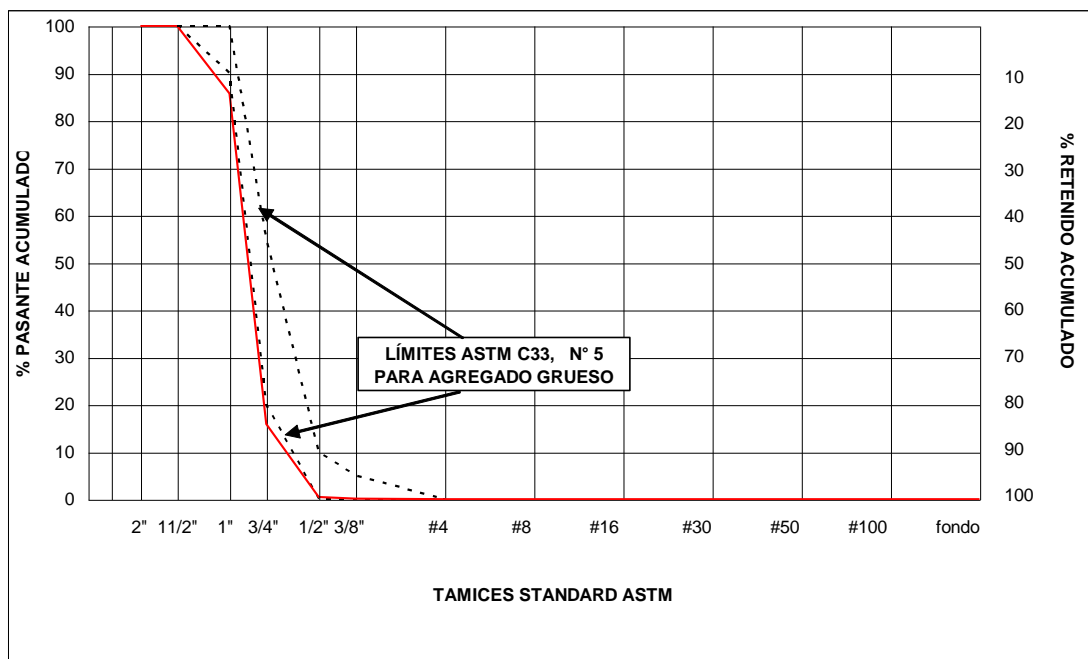


GRÁFICO DE GRADUACIÓN



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MUESTRA : **AGREGADO GRUESO**      FECHA DE INSPECCIÓN : 20/09/2007  
 PROCEDENCIA : CANTERA JICAMARCA      MUESTRA N° : 03  
 PESO DE LA MUESTRA: 12 000 g.      Hecho por : Nahun 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"	1 724,4	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		
TOTAL	12 000,0	100	MÓDULO DE FINURA:	7.86	TAMAÑO MÁXIMO: 1 1/2" TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1"	

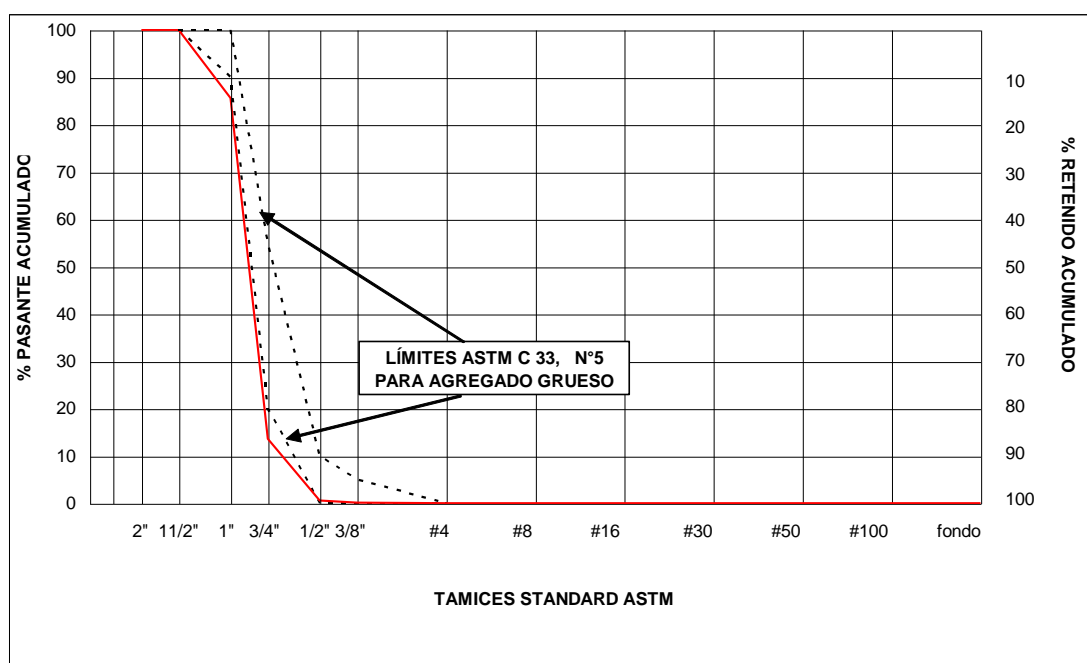


GRÁFICO DE GRADUACIÓN



### 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 : Nahun 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	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		
TOTAL	12 000,0	100	MÓDULO DE FINURA PROMEDIO:	7.85	TAMAÑO MÁXIMO:	1 1/2"
					TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:	1"

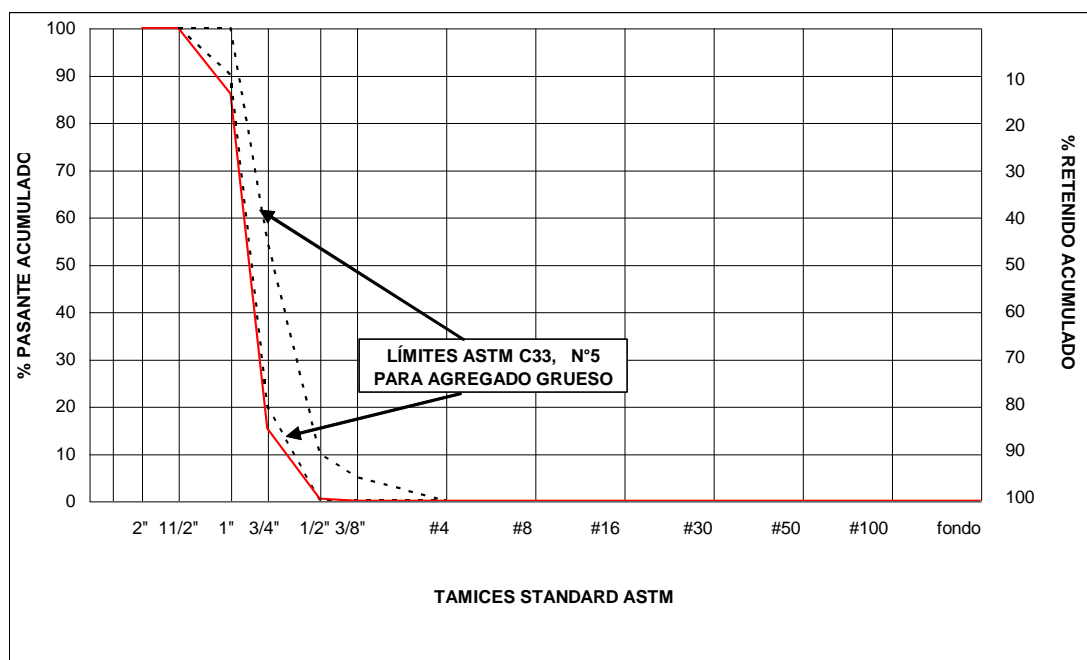


GRÁFICO DE GRADUACIÓN



### 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 : Nahun 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"	1 250,0	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:</b> 1/2" <b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:</b> 1"	

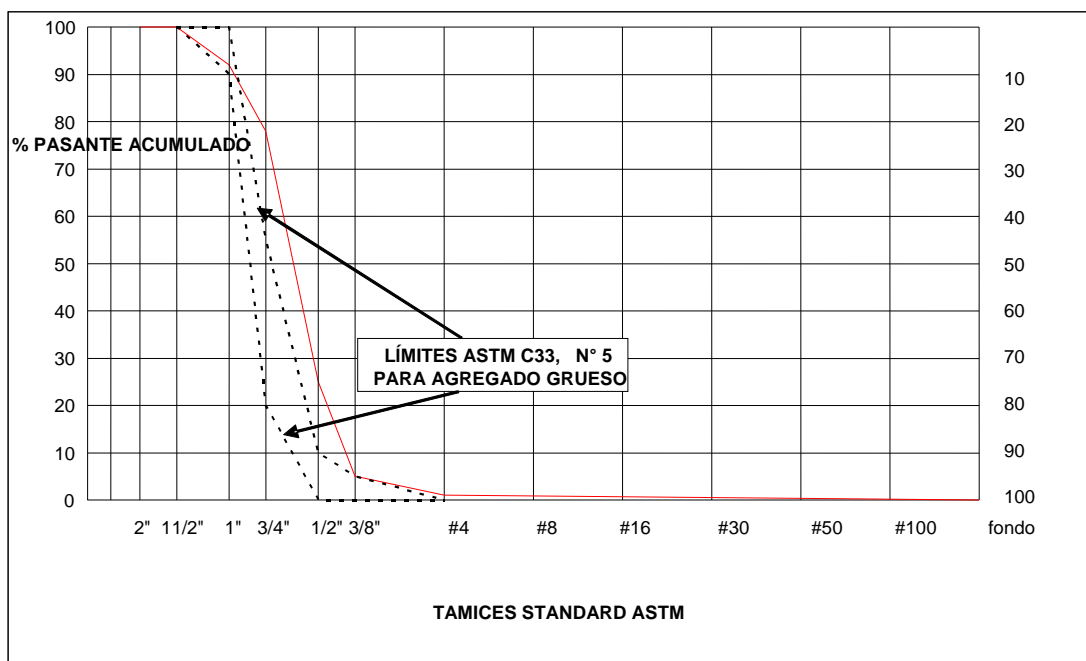


GRÁFICO DE GRADUACIÓN

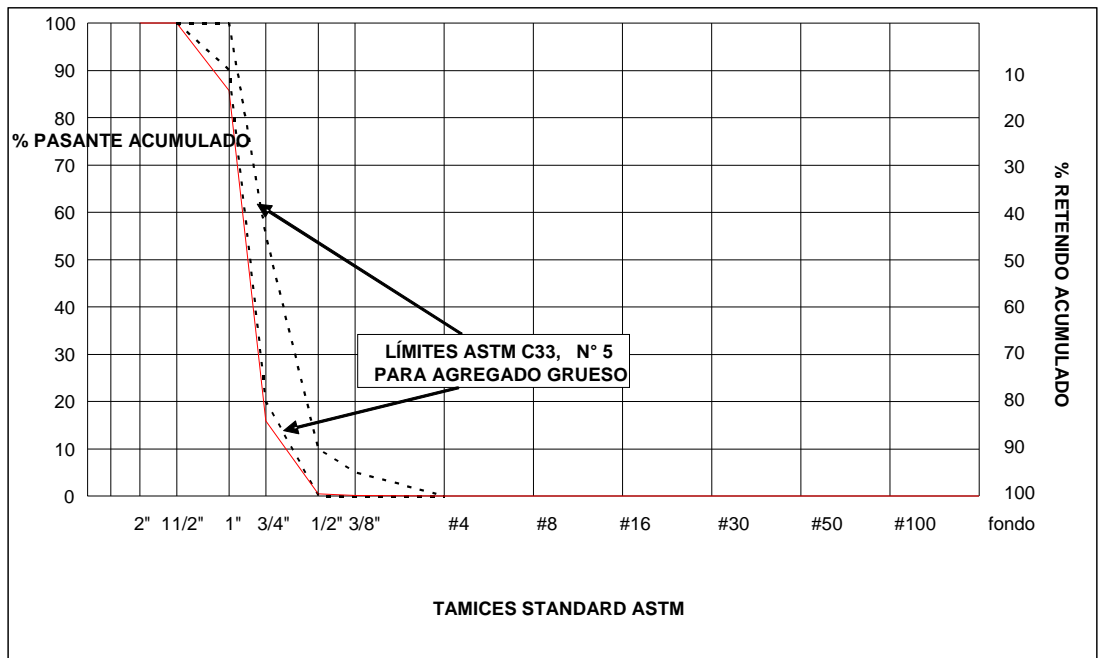


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

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 : Nahun 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"	1 250,0	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:</b> 1/2" <b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:</b> 1"	



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**

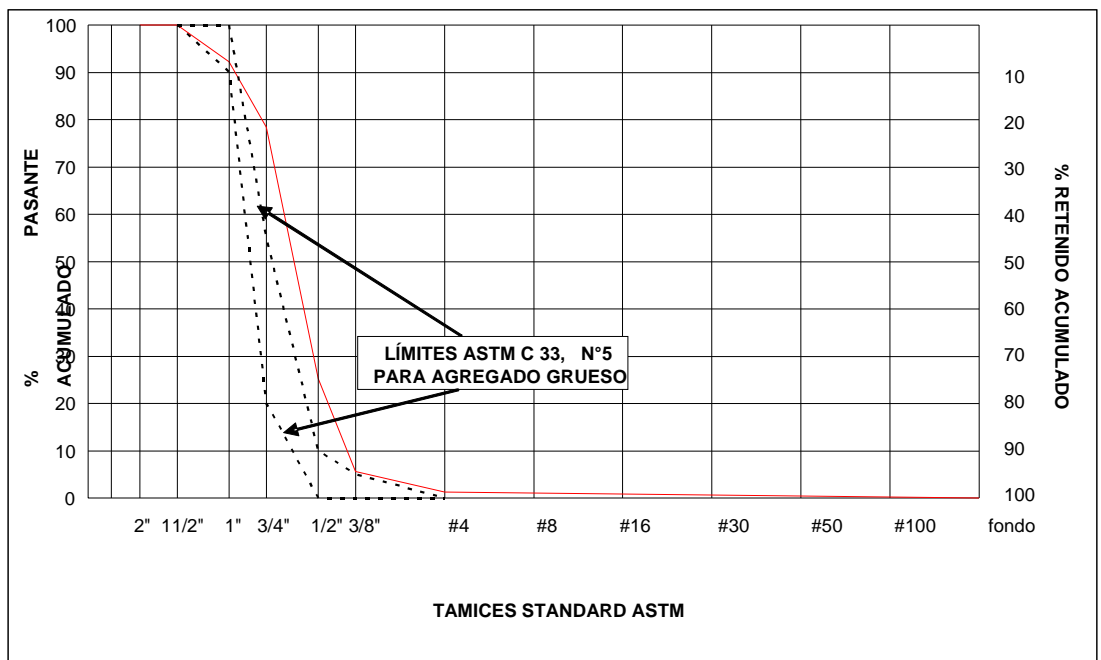


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

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 : Nahun 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"	1 250,0	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"	3150.0	20	94	6	0	5
# 4	700.0	4	99	1		
fondo	200.0	1	100	0		
TOTAL	16 000,0	100	MÓDULO DE FINURA:	7.08	TAMAÑO MÁXIMO:	1/2"
					TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:	1"



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**

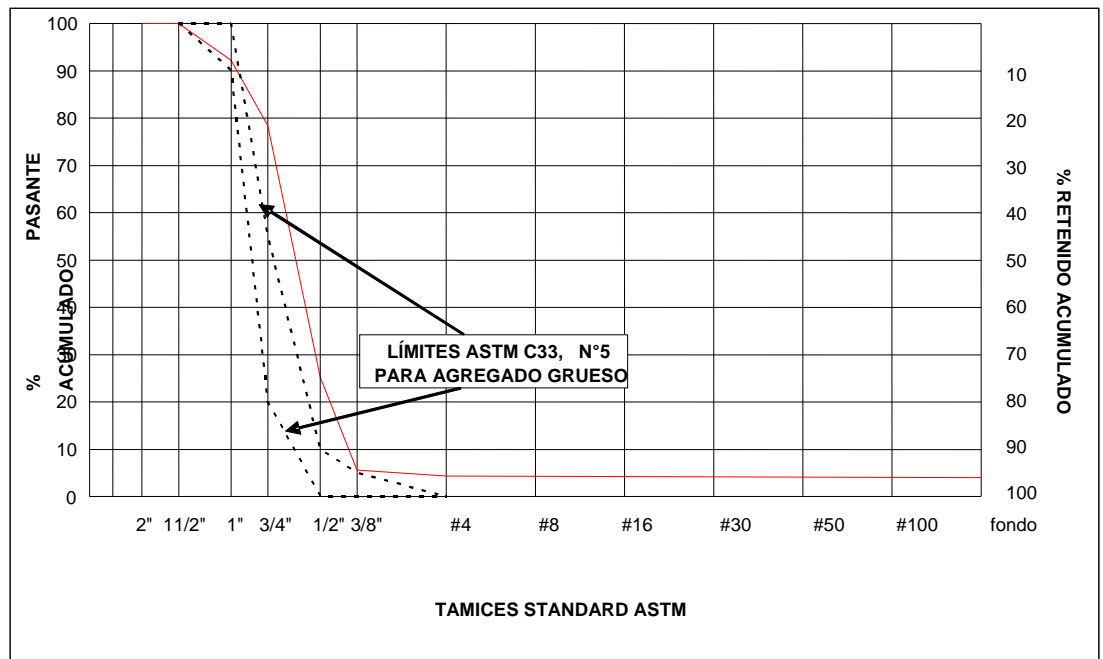


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA : **AGREGADO GRUESO**      FECHA DE INSPECCIÓN : 20/09/2007  
 PROCEDENCIA : CANTERA SAN MARTN      MUESTRA N° : Promedio  
 PESO DE LA MUESTRA: 16 000 g.      Hecho por : Nahun 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: 1/2"</b> <b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1"</b>	



**GRÁFICO DE GRADUACIÓN**



### 2.4.2 Módulo de Finura

El módulo de finura del agregado grueso es útil en las mezclas de concreto y se obtiene de acuerdo a la norma N.T.P. 400.011, sumando los porcentajes retenidos acumulados en una serie de mallas especificada y dividiendo la suma entre 100.

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



## 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			
	N° 1	N° 2	N° 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			
	N° 1	N° 2	N° 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			
	N° 1	N° 2	N° 3	PROM
MÓDULO DE FINURA	7.11	7.84	7.08	7.34

Promedio del Módulo de Finura = 7,34

### 2.4.3 Peso Específico

El peso específico del agregado grueso es la relación de su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua (agua desplazada por inmersión). Se usa en ciertos cálculos para proporcionamiento de mezclas y control. El valor del peso específico para agregados normales oscila entre 2 500 y 2 750.

Se determina el peso específico, el peso específico saturado superficialmente seco y el peso específico aparente, relacionando la masa de un volumen unitario de material, a la masa del mismo volumen de agua.

$$\text{Peso específico de masa (G)} = \frac{A}{(B - C)}$$

<i>Peso específico de masa saturado superficialmente seco</i>	$= \frac{B}{B - C}$
---	---------------------

$$\text{Peso específico aparente (Ga)} = \frac{A}{(A - C)}$$

### Porcentaje de Absorción

Se denomina absorción del agregado grueso cuando tiene todos sus poros saturados pero la superficie del mismo está seca.

Es en esta condición como se hacen los cálculos de dosificación para elaborar concreto.

La absorción del agregado grueso se determina con la norma ASTM C 566 de manera que se pueda controlar el contenido neto de agua en el concreto y se puedan determinar los pesos correctos de cada mezcla.

$$\text{Porcentaje de absorción (a \%)} = 100 \times \frac{(B - A)}{A}$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

Tipo de Agregado : Piedra Chancada

Norma: NTP 400.017

Procedencia : Cantera Melgarejo.

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 01

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5 000,0	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3 775,1	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		619,4	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3 155,7	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4 951,2	g

1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{4951,2}{5000 - 3155,7} = 2,68$$

$G = 2,68$
------------

2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco (G<sub>ss</sub>)

$$G_{sss} = \frac{5000}{5000 - 3155,7} = 2,71$$

$$G_{sss} = 2,71$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{4951,2}{4951,2 - 3155,7} = 2,76$$

$$G_a = 2,76$$

4. Porcentaje de absorción ( $a\%$ )

$$a\% = 100 \times \frac{5000 - 4951,2}{4951,2} = 0,99$$

$$a\% = 0,99$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

Tipo de Agregado : Piedra Chancada

Norma: NTP 400.017

Procedencia : Cantera Melgarejo.

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 02

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5 000,0	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3 772,6	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		619,4	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3 153,2	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4 948,4	g

1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{4948,4}{5000 - 3153,2} = 2,68$$

$$G = 2,70$$



2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $G_{sss}$ )

$$G_{sss} = \frac{5000}{5000 - 3153,2} = 2,71$$

$$G_{sss} = 2,71$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{4948,4}{4948,4 - 3153,2} = 2,76$$

$$G_a = 2,76$$

4. Porcentaje de absorción ( $a\%$ )

$$a\% = 100 \times \frac{5000 - 4948,4}{4948,4} = 1,04$$

$$a\% = 1,04$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

Tipo de Agregado : Piedra Chancada

Norma: NTP 400.017

Procedencia : Cantera Melgarejo.

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 03

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5 000,0	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3 774,5	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		618,2	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3 156,8	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4 953,1	g

#### 1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{4953,1}{5000 - 3156,8} = 2,69$$

$G = 2,70$
------------

2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $G_{sss}$ )

$$G_{sss} = \frac{5000}{5000 - 3156,3} = 2,71$$

$$G_{sss} = 2,71$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{4953,1}{4953,1 - 3156,3} = 2,76$$

$$G_a = 2,76$$

4. Porcentaje de absorción ( $a\%$ )

$$a\% = 100 \times \frac{5000 - 4953,1}{4953,1} = 0,95$$

$$a\% = 0,95$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

Tipo de Agregado: Piedra Chancada

Norma: NTP 400.017

Procedencia : Cantera Jicamarca.

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 01

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5 000,0	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3 777,0	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		617,2	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3 159,8	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4 957,5	g

1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{4957,5}{5000 - 3159,8} = 2,69$$

$G = 2,69$
------------

2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $G_{sss}$ )

$$G_{sss} = \frac{5000}{5000 - 3159,8} = 2,72$$

$$G_{sss} = 2,72$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{4957,5}{4957,5 - 3159,8} = 2,76$$

4. Porcentaje de absorción ( $a\%$ )

$$a\% = 100 \times \frac{5000 - 4957,5}{4957,5} = 0,86$$

$$G_a = 2,76$$

$$a\% = 0,78$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

Tipo de Agregado: Piedra Chancada

Norma: NTP 400.017

Procedencia: Cantera Jicamarca.

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 02

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5 000,0	G
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3 779,8	G
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		617,2	G
PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3 162,6	G
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4 964,0	G

#### 1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{4964,0}{5000 - 3162,6} = 2,70$$

$G = 2,70$
------------

2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $G_{sss}$ )

$$G_{sss} = \frac{5000}{5000 - 3162,6} = 2,72$$

$$G_{sss} = 2,72$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{4964,0}{4964,0 - 3162,6} = 2,76$$

$$G_a = 2,76$$

4. Porcentaje de absorción ( $a\%$ )

$$a\% = 100 \times \frac{5000 - 4964,0}{4964,0} = 0,73$$

$$a\% = 0,73$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

Tipo de Agregado: Piedra Chancada

Norma: NTP 400.017

Procedencia : Cantera Jicamarca.

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 03

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5 000,0	G
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3 790,5	G
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		617,2	G
PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3 173,3	G
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4 963,0	G

#### 1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{4963,0}{5000 - 3173,3} = 2,72$$



$$G = 2,72$$

2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $G_{sss}$ )

$$G_{sss} = \frac{5000}{5000 - 3173,3} = 2,73$$

$$G_{sss} = 2,73$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{4963,0}{4963,0 - 3173,3} = 2,77$$

$$G_a = 2,77$$

4. Porcentaje de absorción ( $a\%$ )

$$a\% = 100 \times \frac{5000 - 4963,0}{4963,0} = 0,75$$

$$a\% = 0,75$$



## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

Tipo de Agregado: Piedra Chancada

Norma: NTP 400.017

Procedencia : Cantera San Martín

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 01

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5 000,0	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3 790,5	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		617,2	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3 173,3	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4 963,0	g

1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{4963,0}{5000 - 3173,3} = 2,72$$

$G = 2,72$
------------

2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco (G<sub>ss</sub>)

$$G_{sss} = \frac{5000}{5000 - 3173,3} = 2,73$$

$$G_{sss} = 2,73$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{4963,0}{4963,0 - 3173,3} = 2,77$$

$$G_a = 2,77$$

4. Porcentaje de absorción ( $a\%$ )

$$a\% = 100 \times \frac{5000 - 4963,0}{4963,0} = 0,75$$

$$a\% = 0,75$$



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

Tipo de Agregado: Piedra Chancada

Norma: NTP 400.017

Procedencia : Cantera San Martín.

Hecho Por: Nahum Arrascue

Muestra : 02

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5 000,0	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3 793,8	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		617,2	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3 176,6	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4 964,8	g

#### 1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{4964,80}{5000 - 3176,6} = 2,72$$

$G = 2,72$
------------

2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $G_{sss}$ )

$$G_{sss} = \frac{5000}{5000 - 3176,6} = 2,74$$

$$G_{sss} = 2,74$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{4964,8}{4964,8 - 3176,6} = 2,76$$

$$G_a = 2,76$$

4. Porcentaje de absorción ( $a\%$ )

$$a\% = 100 \times \frac{5000 - 4964,8}{4964,8} = 0,71$$

$$a\% = 0,71$$



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO**

**Tipo de Agregado : Piedra Chancada**

**Norma: NTP 400.017**

**Procedencia : Cantera San Martín.**

**Hecho Por: Nahum Arrascue**

**Muestra : 03**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5 000,0	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3 791,9	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		617,2	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3 174,7	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4 965,3	g

1. Peso específico de masa (G)

$$G = \frac{4965,3}{5000 - 3174,7} = 2,72$$

$G = 2,72$
------------

2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $G_{sss}$ )

$$G_{sss} = \frac{5000}{5000 - 3174,7} = 2,74$$

$$G_{sss} = 2,74$$

3. Peso específico aparente ( $G_a$ )

$$G_a = \frac{4965,3}{4965,3 - 3174,7} = 2,77$$

$$G_a = 2,77$$

4. Porcentaje de absorción ( $a\%$ )

$$a\% = 100 \times \frac{5000 - 4965,3}{4965,3} = 0,70$$

$$a\% = 0,70$$



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

## 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**



<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MUESTRA 1</b>	<b>MUESTRA 2</b>	<b>MUESTRA 3</b>	<b>PROMEDIO</b>
<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

## **2.4.4 Peso Unitario**

El peso unitario del agregado grueso, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado, es decir el peso neto del agregado en el recipiente, dividido entre su volumen, generalmente se expresa en  $\text{kg/m}^3$ . El valor del peso unitario para agregados normales oscila entre 1 500 y 1 700  $\text{kg/m}^3$ .

La norma N.T.P. 400.017 indica dos formas: peso unitario suelto y peso unitario compactado.

### **2.4.4.1 Peso Unitario Suelto**

Cuando el agregado seco se coloca con cuidado en un contenedor de diámetro y profundidad prescritas que depende del tamaño máximo del agregado hasta que rebose y después es nivelado haciendo rodar una varilla por encima. Luego se obtiene el peso unitario suelto multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

#### 2.4.4.2 Peso Unitario Compactado

Cuando el contenedor se llena en tres etapas, se apisona cada tercio del volumen 25 veces con una varilla compactadora de punta redondeada de 5/8" de diámetro, y se remueve de nuevo lo que sobresalga. Luego se obtiene el Peso Unitario Compactado multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

$$f = \frac{1000}{W_a}$$

$$P.U.C = f \times W_c$$



**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**

**Muestra : 01**

**A.- PESO UNITARIO SUELTO**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		26.7	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	20.75	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 479	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

**B.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		28.45	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	22.5	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 604	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / W_a$$

$$PUC = f \times W_c$$



## 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

Muestra : 02

A.- PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		26.69	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	20.74	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 479	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		28.5	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	22.55	kg

PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 608	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / W_a$$

$$PUC = f \times W_c$$



## 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

Muestra : 03

A.- PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		26.7	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	20.75	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 480	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		28.45	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	22.5	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg



FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 604	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / W_a$$

$$PUC = f \times W_c$$

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



**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**

**Muestra : 01**

**A.- PESO UNITARIO SUELTO**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		26.2	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	20.25	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 444	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

**B.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		27.9	kg

PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	21.95	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 565	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUC = f \times Wc$$



## 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

Muestra : 02

A.- PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		26.22	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	20.67	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 445	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		27.85	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	21.9	kg

PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 562	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / W_a$$

$$PUC = f \times W_c$$



## 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**

**Muestra : 03**

#### A.- PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		25.94	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	19.97	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 424	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

#### B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		27.95	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	22.0	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 569	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / W_a$$

$$PUC = f \times W_c$$

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



## 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

Muestra : 01

A.- PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		26.2	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	20.25	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 444	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		27.79	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	21.85	kg



PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 558	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / W_a$$

$$PUC = f \times W_c$$



## 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

Muestra : 02

#### A.- PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		26.13	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	20.18	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 439	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

#### B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		27.78	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg

PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	21.81	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 555	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUC = f \times Wc$$



## 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**

**Muestra : 03**

**A.- PESO UNITARIO SUELTO**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		26.12	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	20.17	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 438	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / Wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

**B.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		27.86	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.95	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	21.91	kg

PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.974	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.024	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	0.071	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 562	kg/ m <sup>3</sup>

$$f = 1000 / W_a$$

$$PUC = f \times W_c$$

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

### 2.4.5 Contenido de Humedad

Se define como el exceso de agua en un estado saturado y con una superficie seca, expresado en porcentaje (%).

Es una característica importante que se debe de tomar en cuenta porque altera la cantidad de agua en el concreto y nos permite efectuar las correcciones necesarias en el proporcionamiento de la mezclas de diseño.

$$h(\%) = \frac{\text{Peso de la muestra húmeda} - \text{Peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

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 HÚMEDA	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 HÚMEDA	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 HÚMEDA	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

$$h = \left( \frac{A - B}{B} \right) * 100$$



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### CONTENIDO DE HUMEDAD

**Tipo de Agregado: Piedra Chancada**

**Norma: ASTM C566**

**Procedencia : Cantera Jicamarca**

**Hecho Por: Nahum Arrascue**

**Muestra : 01**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	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	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	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	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	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
----------------------	------	------	------	------

$$h = \left( \frac{A - B}{B} \right) * 100$$



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### CONTENIDO DE HUMEDAD

**Tipo de Agregado: Piedra Chancada**

**Norma: ASTM C566**

**Procedencia : Cantera San Martín**

**Hecho Por: Nahum Arrascue**

**Muestra : 01**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	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 HÚMEDA	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**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	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	0,66	0,75	0,70

$$h = \left( \frac{A - B}{B} \right) * 100$$

#### **2.4.6 Porcentaje que Pasa la Malla N° 200**

Consiste en determinar la cantidad de finos que se presenta en el agregado grueso, material que puede ser perjudicial para el concreto. Se calcula dividiendo el peso del material que pasa la malla N° 200 y el peso de la muestra, así como se muestra a continuación se obtiene el mayor valor de todos los ensayos realizados, en nuestro caso se realizaron 6 ensayos.

Luego de obtener el resultado de las 3 mejores combinaciones que nos dan el mayor peso unitario compactado del agregado global podemos pensar que estas combinaciones nos darán la mayor compacidad entre los agregados y por consecuencia un concreto homogéneo.

Debo recalcar que estas combinaciones serán evaluadas a través de una gama de ensayos preliminares de diseño de concreto, para así determinar la mejor combinación definitiva para el diseño.

$$\% \text{ que pasa la malla } N^{\circ} 200 = \frac{\text{Peso de la muestra} - \text{Peso de la muestra lavada y seca}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$



**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**

DESCRIPCIÓN	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
--------------	------	------	------	------

$$A = \left( \frac{P1 - P2}{P1} \right) * 100$$



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	SÍMBOLO	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**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	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**

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	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

$$A = \left( \frac{P1 - P2}{P1} \right) * 100$$



**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 San Martín**

**Hecho Por: Nahum Arrascue**

**Muestra : 01**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
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**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
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



# CAPÍTULO III. DISEÑO DE MEZCLAS

## 3.0 DISEÑO DE MEZCLAS

Existen en la actualidad una serie de métodos de diseño de mezclas que con mayor o menor refinamiento establecen tablas y/o gráficos para estimar cantidades de agua de amasado en función del tamaño máximo, geometría del agregado, así como el asentamiento relaciones agua/cemento, a usar referidas a resistencias en compresión determinadas experimentalmente, las proporciones en que deben intervenir la piedra y la arena en base a gradaciones y consideraciones teóricas y/o prácticas etc.



## II.- DOSIFICACIÓN:

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.-

Resistencia	:	$f'c = 21,0$ MPa (210 kg/cm <sup>2</sup> )
Asentamiento	:	3" (7,5 cm)
Relación a/c de Diseño	:	0.56

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

Cemento Pórtland 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) =	196.05 kg	

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

Cemento Pórtland 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 Pórtland 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 Pórtland 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	:	$f'c = 21,0$ MPa (210 kg/cm <sup>2</sup> )
Asentamiento	:	3" (7,5 cm)
Relación a/c de Diseño	:	0.56

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

Cemento Pórtland tipo I marca Sol	348.21 kg	8.19 b/m <sup>3</sup>
Agregado fino =	911.40 kg	
Agregado grueso =	851.49 kg	
Agua Efectiva (de Obra) =	206.28 kg	

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

Cemento Pórtland 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 Pórtland 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 Pórtland 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	:	$f'c = 21,0$ MPa (210 kg/cm <sup>2</sup> )
Asentamiento	:	3" (7,5 cm)
Relación a/c de Diseño	:	0.56

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

Cemento Pórtland 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 Pórtland 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 Pórtland 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 Pórtland 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.

# CAPÍTULO IV. ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO

## 4.0 ENSAYO DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO

### 4.1 Introducción

Una vez que se consideraron los ingredientes del concreto, examinaremos ahora en la presente tesis, las propiedades del concreto fresco recién mezclado. Puesto que las propiedades en el largo plazo del concreto – resistencia, estabilidad del volumen y durabilidad – son severamente afectadas por el grado de compactación, es esencial que la consistencia o manejabilidad del concreto fresco sean tales que el concreto pueda compactarse adecuadamente y ser transportado, colocado y acabado con la facilidad suficiente para que no se segregue, lo cual perjudicaría la compactación.

Asimismo, el control de calidad del concreto fresco depende en primera instancia de los procedimientos de muestreo que permitan contar con porciones representativas, y luego, el conocimiento de las propiedades en este estado y las pruebas que las evalúan.

## 4.2 PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO

### 4.2.1 Trabajabilidad

Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales ó mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian.

Está influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y finos, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa.

Por lo general un concreto es trabajable en la mayoría de los casos, cuando durante su desplazamiento mantiene siempre una película de mortero de al menos 1/4" sobre el agregado grueso.

El método tradicional de medir la trabajabilidad ha sido desde hace muchos años el "slump" ó asentamiento en el cono de Abrams, ya que permite una aproximación numérica a esta propiedad del concreto, sin embargo de tenerse clara la idea que es más una prueba de uniformidad que de trabajabilidad, pues es fácilmente demostrable que se pueden obtener concretos con igual slump pero trabajabilidades notablemente diferentes para las mismas condiciones de trabajo.

#### **4.2.2 Segregación**

La diferencia de densidades entre los componentes del concreto provoca una tendencia natural a que las partículas más pesadas desciendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es solo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz.

Cuando la viscosidad del mortero se reduce por insuficiente concentración de la pasta, mala distribución de las partículas o granulometría deficiente, las partículas gruesas se separan del mortero y se produce lo que se conoce como segregación. En los concretos con contenidos e piedra mayor del 55% en peso con respecto al peso total de agregados, es frecuente confundir la segregación con la apariencia normal de estos concretos, lo cual es muy simple de verificar obteniendo dos muestras de concreto fresco de sitios diferentes y comparar el contenido de gruesos por lavado, que no deben diferir en más del 6%.

#### **4.2.3 Exudación**

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica.

El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades.

Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N°100, la exudación será menor pues se retiene agua de mezcla.

La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener.

### **4.3 ASENTAMIENTO**

Según la norma N.T.P. 339.035 la consistencia se mide mediante un instrumento llamado “Cono de Abrams”, que es una prueba sencilla que se usa tanto en el campo como en el laboratorio. El asentamiento se puede definir como el desplazamiento del concreto, expresado en cm, para así poder medir su consistencia y trabajabilidad y de esta manera saber si el concreto es aceptable o rechazable antes de vacear un determinado elemento estructural.



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**

**CANTERA MELGAREJO**

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

**CANTERA JICAMARCA**

<b>RELACIÓN a/c: 0,56</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ASENTAMIENTO (cm)</b>
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**

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



#### 4.4. PESO UNITARIO

El peso unitario es un control muy útil para verificar la uniformidad del concreto y comprobar el rendimiento de la mezcla al comparar el peso unitario del diseño con la real de obra. La norma aplicable para este ensayo es el ASTM C 138.

Es común determinar la densidad del concreto fresco compactado al medir la manejabilidad.

El peso unitario se obtiene fácilmente al pesar el concreto fresco compactado en un recipiente estandarizado, de volumen y masa conocidos; en la norma N.T.P. 339.046 se describen los procedimientos, que consisten en llenar un recipiente de volumen y de peso conocido, con concreto en estado fresco en 3 capas, consolidando cada capa con 25 golpes mediante una barra compactadora uniformemente distribuidos, luego el peso unitario, expresado en  $\text{kg/m}^3$  se hallará multiplicando el peso neto del concreto por el factor de calibración del recipiente.

La variación del peso unitario de una mezcla, generalmente son debidas al tipo de agregado clasificándose así:

Concretos normales (2 200 – 2 500  $\text{kg/m}^3$ )

Concretos pesados (2 700 – 4 500  $\text{kg/m}^3$ )

Concretos livianos (600 – 1 800  $\text{kg/m}^3$ )

$$f = \frac{1\,000}{W_a}$$

$$P.U = f \times Wc$$

**Donde:**

Wa : Peso del agua, en kg

Wc : Peso del concreto neto, en kg

f : Factor de calibración del recipiente, en m<sup>-3</sup>

P.U : Peso unitario del concreto en kg/m<sup>3</sup>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

**CANTERA: MELGAREJO**

**ENSAYO N° 1**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>M1</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DEL CONCRETO + RECIPIENTE	Wrc	39,37	kg
PESO DEL RECIPIENTE	Wr	5,95	kg
PESO DEL CONCRETO	Wc	33,42	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE	War	19,98	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14,03	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	71,28	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO DEL CONCRETO	PU	2 382	kg/m <sup>3</sup>

**ENSAYO N° 2**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>M2</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DEL CONCRETO + RECIPIENTE	Wrc	39,33	kg
PESO DEL RECIPIENTE	Wr	5,95	kg
PESO DEL CONCRETO	Wc	33,38	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE	War	19,98	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14,03	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	71,28	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO DEL CONCRETO	PU	2 379	kg/m <sup>3</sup>

**ENSAYO N° 3**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>M3</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DEL CONCRETO + RECIPIENTE	Wrc	39,4	kg
PESO DEL RECIPIENTE	Wr	5,95	kg
PESO DEL CONCRETO	Wc	33,45	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE	War	19,98	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14,03	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	71,28	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO DEL CONCRETO	PU	2 384	kg/m <sup>3</sup>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

**CANTERA: JICAMARCA**

**ENSAYO N° 1**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>M1</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DEL CONCRETO + RECIPIENTE	Wrc	39,96	kg
PESO DEL RECIPIENTE	Wr	5,95	kg
PESO DEL CONCRETO	Wc	34,01	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE	War	19,98	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14,03	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	71,28	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO DEL CONCRETO	PU	2 424	kg/m <sup>3</sup>

**ENSAYO N° 2**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>M3</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DEL CONCRETO + RECIPIENTE	Wrc	39,86	kg
PESO DEL RECIPIENTE	Wr	5,95	kg
PESO DEL CONCRETO	Wc	33,91	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE	War	19,98	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14,03	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	71,28	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO DEL CONCRETO	PU	2 417	kg/m <sup>3</sup>

**ENSAYO N° 3**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>M2</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DEL CONCRETO + RECIPIENTE	Wrc	39,79	kg
PESO DEL RECIPIENTE	Wr	5,95	kg
PESO DEL CONCRETO	Wc	33,84	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE	War	19,98	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14,03	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	71,28	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO DEL CONCRETO	PU	2 412	kg/m <sup>3</sup>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

**CANTERA: SAN MARTÍN**

**ENSAYO N° 1**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>M3</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DEL CONCRETO + RECIPIENTE	Wrc	39,76	kg
PESO DEL RECIPIENTE	Wr	5,95	kg
PESO DEL CONCRETO	Wc	33,81	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE	War	19,98	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14,03	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	71,28	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO DEL CONCRETO	PU	2 410	kg/m <sup>3</sup>

**ENSAYO N° 2**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>M3</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DEL CONCRETO + RECIPIENTE	Wrc	39,81	kg
PESO DEL RECIPIENTE	Wr	5,95	kg
PESO DEL CONCRETO	Wc	33,86	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE	War	19,98	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14,03	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	71,28	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO DEL CONCRETO	PU	2 414	kg/m <sup>3</sup>

**ENSAYO N° 3**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>M3</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DEL CONCRETO + RECIPIENTE	Wrc	39,42	kg
PESO DEL RECIPIENTE	Wr	5,95	kg
PESO DEL CONCRETO	Wc	33,47	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE	War	19,98	kg
PESO DEL AGUA	Wa	14,03	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	71,28	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO DEL CONCRETO	PU	2 386	kg/m <sup>3</sup>





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

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

<b>PESO UNITARIO (kg/ m<sup>3</sup>)</b>			
<b>ENSAYOS</b>	<b>CANTERA MELGAREJO rel a/c: 0,56</b>	<b>CANTERA JICAMARCA rel a/c: 0,56</b>	<b>CANTERA SAN MARTÍN rel a/c: 0,56</b>
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>

## **4.5 CONTENIDO DE AIRE**

Este ensayo nos permite medir la cantidad de vacíos que existe en el concreto en el estado fresco expresado en porcentaje (%), con el fin de llevar un control de calidad del concreto, ya que el aire arrastrado genera grandes burbujas de aire accidental durante el proceso de mezcla, transporte y colocación del concreto, es importante que el concreto esté completamente compactado.

Las normas aplicables son las ASTM C 138, C 231, C 173 y N.T.P. 339.046.

Los ensayos realizados mediante el equipo de contenido de aire cuya características son las siguientes:

TECNOTEST – MODENA – ITALY

Luftporengehalt

DIN 1048

ASTM C 231



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

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

**CANTERA MELGAREJO**

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

**CANTERA JICAMARCA**

<b>RELACIÓN a/c: 0,56</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONTENIDO DE AIRE (%)</b>
ENSAYO N° 1	1,3
ENSAYO N° 2	1,3
ENSAYO N° 3	1,4
<b>PROMEDIO</b>	<b>1,3</b>

**CANTERA SAN MARTÍN**

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

# CAPÍTULO V. ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO

## 5.0 ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

### 5.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Los ensayos de resistencia a la compresión se realizaron de acuerdo a la Norma ASTM C 39 que describe la forma de obtener la resistencia a la compresión de cilindros de prueba de concreto de 6" de diámetro por 12" de alto en moldes estándar de material metálico.

El vaciado se hizo en 3 capas, cada una de las cuales fue compactada con una varilla de 5/8" de diámetro mediante 25 golpes distribuidos uniformemente en el área de la sección transversal del recipiente, en la tercera capa se enrasa hasta que esté completamente lleno el recipiente.

Al día siguiente del vaciado se desmoldaron los cilindros de prueba a temperatura y humedad del ambiente, luego se llevaron a la cámara de curado, hasta el día de las pruebas respectivas.

El curado de los cilindros de prueba se lograba, sumergiéndolos en el agua con cal hidráulica contenida en los depósitos, con el objeto de que la reacción química del cemento y el agua, así como los demás componentes del concreto, continuará y de esta forma el concreto fuera ganando resistencia hasta el día del ensayo. La resistencia a la compresión de testigos de concreto está referida a la relación de la carga máxima aplicada por unidad de área del espécimen antes de la falla, la cual se produce por la zona más débil generando internamente cohesión y fricción.

La resistencia a la compresión de la probeta se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$R_c = \frac{4G}{\pi d^2}$$

Donde:

$R_c$  : Resistencia de rotura a la compresión, en kg/cm<sup>2</sup>.

$G$  : Carga máxima de rotura, en kg.

$d$  : Diámetro de la probeta cilíndrica, en cm.

## 5.2 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL

Este ensayo se efectúa sobre probetas estándar, determinando indirectamente la resistencia a la tracción del concreto por medio de la compresión al testigo a lo largo de su dimensión mayor.

La resistencia a la tracción por compresión diametral de la probeta se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$R_t = \frac{2P}{\pi L d}$$



Donde:

$R_t$  : Esfuerzo de tracción indirecta.

$P$  : Carga máxima indicada por la máquina de ensayo, en kg.

$L$  : Longitud de la probeta, en cm.

$d$  : Diámetro de la probeta, en cm

### 5.3 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

La resistencia del concreto a la flexión se calcula con la siguiente expresión: dependiendo de los casos de falla:

Caso (a): Si la falla ocurre dentro del tercio central de la luz libre de la viga (ver figura 6.a), el módulo de rotura se calcula con la expresión siguiente:

$$R = \frac{PL}{bh^2}$$

Donde:

R = resistencia a la flexión o modulo de rotura, en kg. /cm<sup>2</sup>

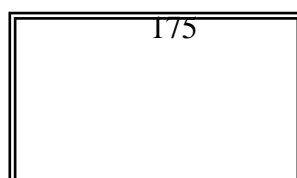
P = carga máxima aplicada en la máquina, en kg.

L = luz libre de la viga entre apoyos

b = ancho promedio de la viga, en cm.

h = altura o peralte de la viga, en cm

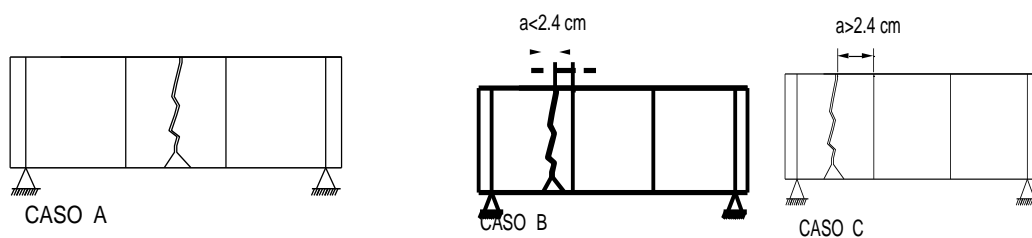
Caso (b): Si la falla ocurre fuera del tercio central de la viga, (ver figura 6.b) pero no está separada de él, más de una longitud equivalente al 5% de la luz libre (en nuestro caso, igual a 2.4 cm), la resistencia a la flexión se calcula de la siguiente manera:



$$R = \frac{3Pa}{bh^2}$$

Donde: a = distancia entre la línea de rotura y el apoyo más próximo, medida a lo largo del eje longitudinal de la cara inferior de la viga en cm.

Caso (c): Si la falla ocurre del tercio central de la viga y la distancia excede a 2.4 cm, el resultado del ensayo se descarta (ver fig. 6c.)



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Para esta prueba se prepararon especímenes de 12" y se ensayaron a la edad de 3, 7, 14 y 28 días con asentamiento de 7.5 cm.

Se realizó los ensayos de acuerdo al siguiente cuadro.

NÚMERO DE TESTIGOS

	EDAD (DÍAS)						
	3	7	14	28	TOTAL		
CANTERA MELGAREJO	4			4	4	4	16
CANTERA JICAMARCA	4			4	4	4	16
CANTERA SAN MARTÍN	4			4	4	4	16





**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



**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**

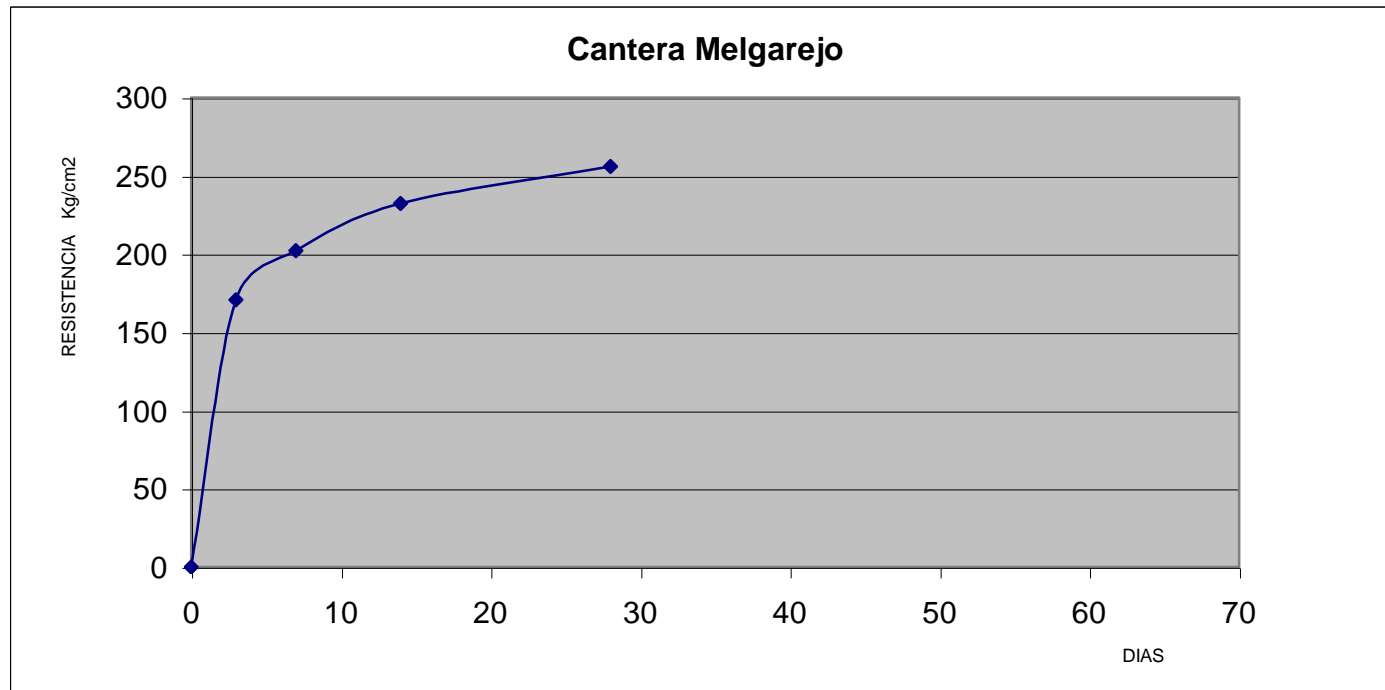
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

**CANTERA: SAN MARTÍN**

TIEMPO	MUESTRA	COMPRESIÓN	
		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

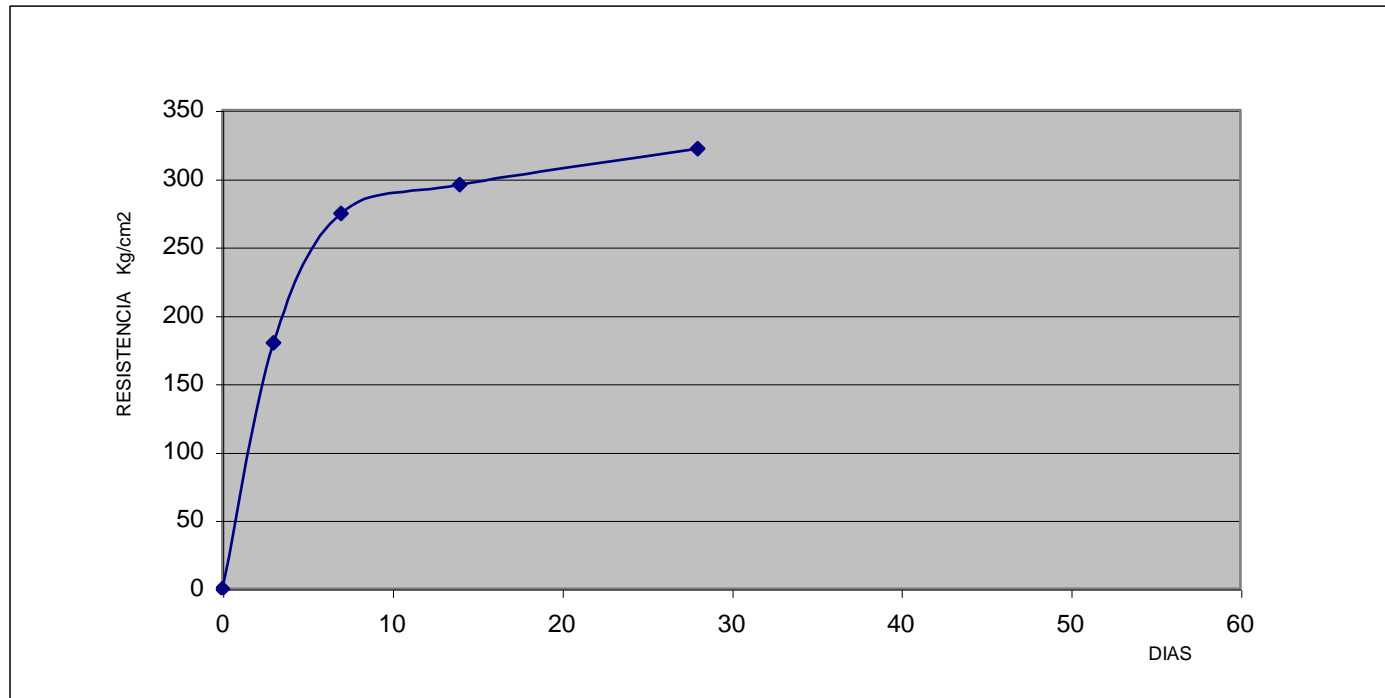


## ENS ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA CANTERA MELGAREJO



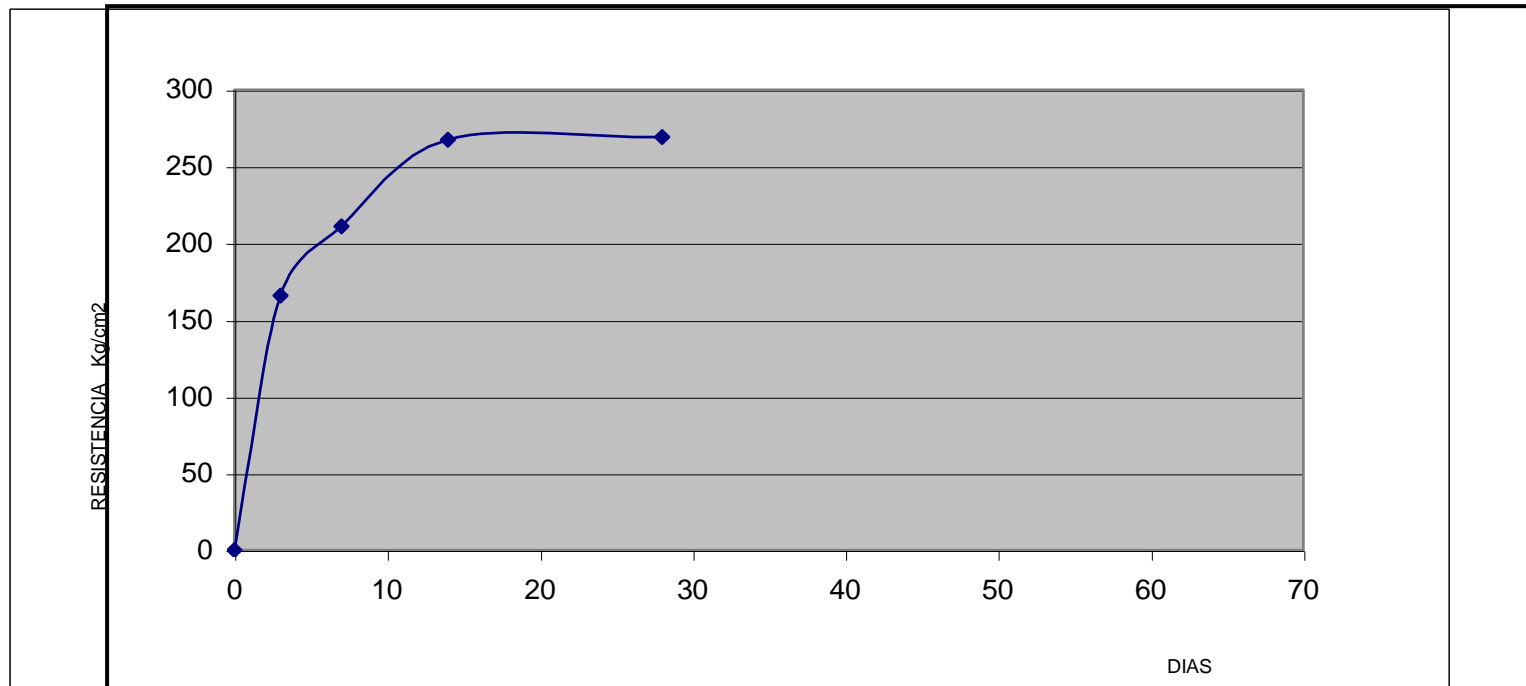


## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA CANTERA JICAMARCA





## ENS ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA CANTERA SAN MARTÍN





**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN**

**CANTERA: MELGAREJO**

TIEMPO	MUESTRA	TRACCIÓN	
		FUERZA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
3 DÍAS	M-1	10520	19
	M-2	15390	18
	M-3	12130	18
	PROMEDIO	12680	18
7 DÍAS	M-1	13640	19
	M-2	15620	20
	M-3	14122	20
	PROMEDIO	14461	20
14 DÍAS	M-1	13230	24
	M-2	16280	23
	M-3	13210	23
	PROMEDIO	14240	23
28 DÍAS	M-1	15140	26
	M-2	14040	26
	M-3	12260	25
	PROMEDIO	13813	26



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN**

**CANTERA: JICAMARCA**

TIEMPO	MUESTRA	TRACCIÓN	
		FUERZA(kg)	RESISTENCIA(kg/cm <sup>2</sup> )
3 DÍAS	M-1	13790	19
	M-2	14590	17
	M-3	13250	19
	PROMEDIO	13877	18
7 DÍAS	M-1	12790	28
	M-2	19510	27
	M-3	19430	27
	PROMEDIO	17243	28
14 DÍAS	M-1	16560	29
	M-2	18030	28
	M-3	19680	31
	PROMEDIO	18090	29
28 DÍAS	M-1	17680	30
	M-2	19690	32
	M-3	17180	33
	PROMEDIO	18183	32





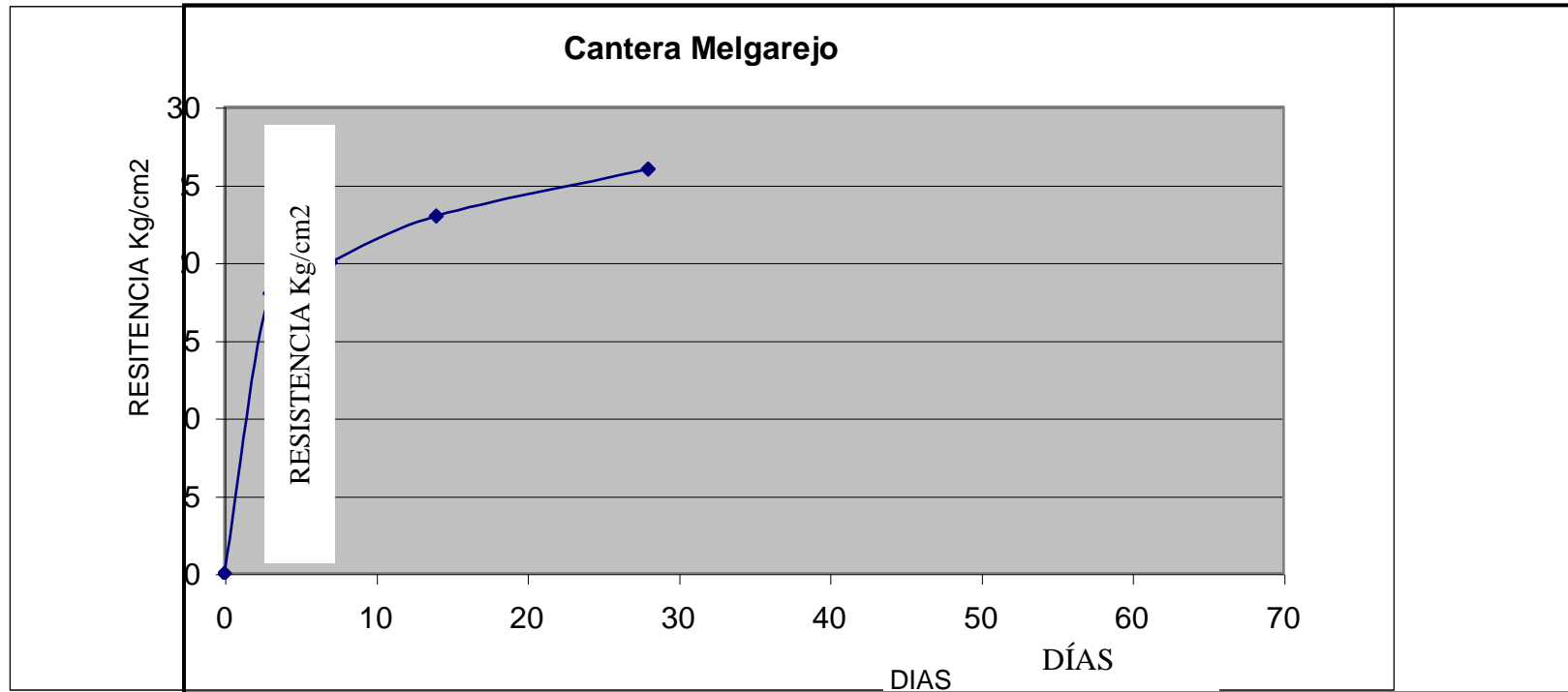
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN**

**CANTERA: SAN MARTÍN**

TIEMPO	MUESTRA	TRACCIÓN	
		FUERZA(kg)	RESISTENCIA(kg/cm <sup>2</sup> )
3 DÍAS	M-1	10970	16
	M-2	11670	17
	M-3	9650	15
	PROMEDIO	10763	16
7 DÍAS	M-1	14820	22
	M-2	14170	20
	M-3	15930	21
	PROMEDIO	14973	21
14 DÍAS	M-1	14310	25
	M-2	14270	27
	M-3	16980	27
	PROMEDIO	15187	27
28 DÍAS	M-1	16380	27
	M-2	15410	26
	M-3	16620	25
	PROMEDIO	16137	26

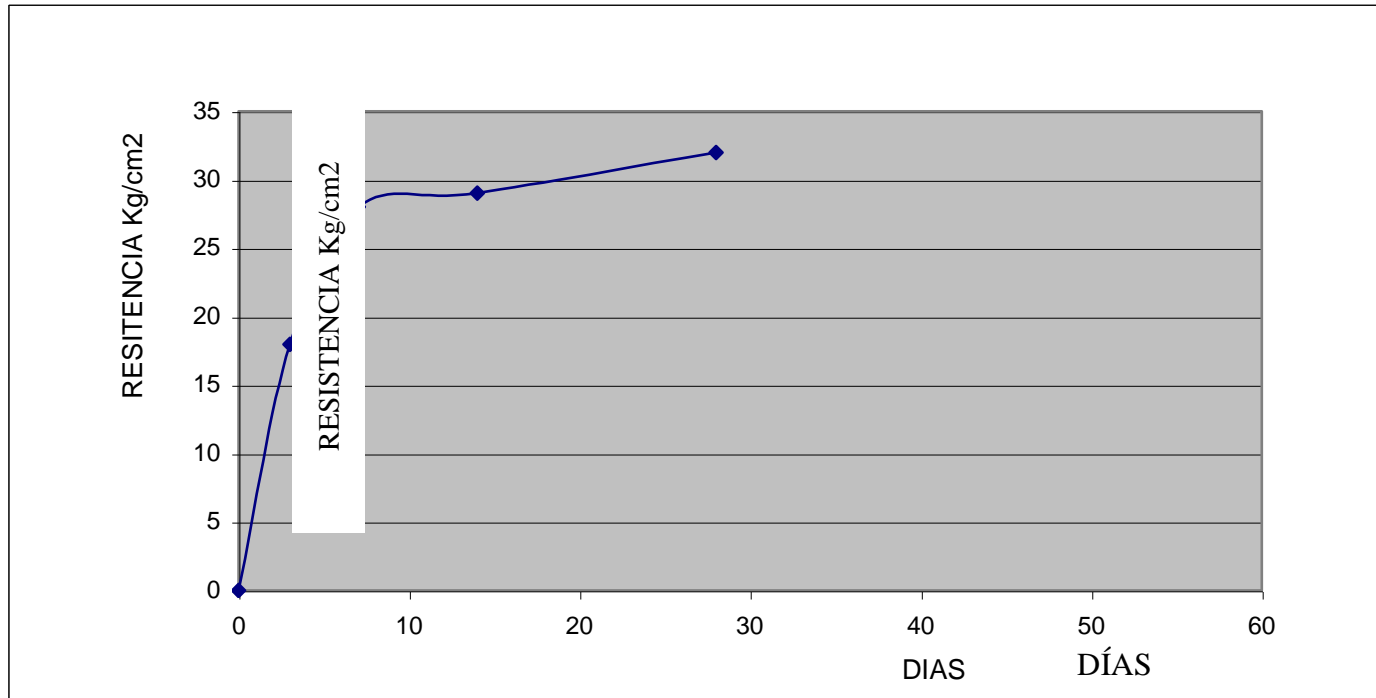


ENSAYO DE TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL – CANTERA MELGAREJO



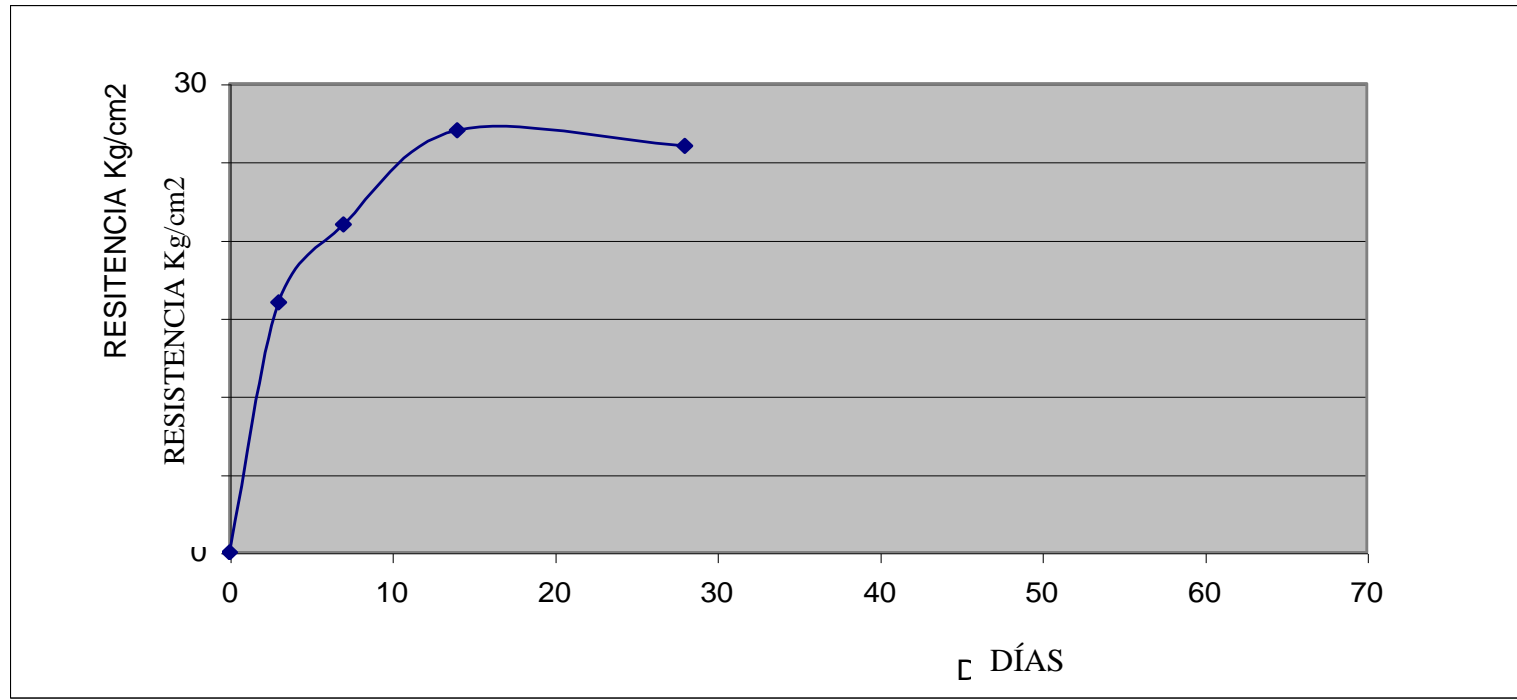


ENSAYO D ENSAYO DE TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL – CANTERA JICAMARCA





EN ENSAYO DE TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL – CANTERA SAN MARTÍN





**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

CANTERA MELGAREJO			
	DATOS	$P = (F \times 1000) / 9.81 \text{ (kg)}$	$R = (P \cdot L) / B \cdot H^2 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
V1-7	B: 15.3	P = 3211	R= 41
	H: 15.6		
	L: 50.2		
V2-7	B: 15.6	P = 2548	R= 33
	H: 15.3		
	L: 50.0		
V3-7	B: 15.4	P = 3007	R= 39
	H: 15.6		
	L: 50.0		
V1-14	B: 15.6	P = 3976	R=52
	H: 15.4		
	L: 50.2		
V2-14	B: 15.5	P = 3721	R= 49
	H: 15.3		
	L: 50.0		
V3-14	B: 15.3	P = 4485	R= 59
	H: 15.4		
	L: 50.0		
V1-28	B: 15.6	P = 4383	R= 58
	H: 15.4		
	L: 50.2		
V2-28	B: 15.5	P = 4383	R= 58
	H: 15.3		
	L: 50.0		
V3-28	B: 15.3	P = 4485	R= 59
	H: 15.4		
	L: 50.0		



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

<b>CANTERA JICAMARCA</b>			
V1-7	DATOS	$P = (F \times 1000) / 9.81$	$R = (P \cdot L) / B \cdot H^2 (\text{kg/cm}^2)$
	B: 15.5	P = 3925	R = 51
	H: 15.5		

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

	L: 50.3		
V2-7	B: 15.3	P = 3517	R = 48
	H: 15.2		
	L: 50.7		
V3-7	B: 15.5	P = 4383	R = 56
	H: 15.5		
	L: 50.9		
V1-14	B: 15.3	P= 3772	R = 49
	H: 15.5		
	L: 50.3		
V2-14	B: 15.3	P = 3466	R = 45
	H: 15.5		
	L: 50.4		
V3-14	B: 15.2	P = 3975	R = 52
	H: 15.5		
	L: 50.3		
V1-28	B: 15.2	P= 4638	R= 61
	H: 15.5		
	L: 50.3		
V2-28	B: 15.2	P= 4791	R= 63
	H: 15.5		
	L: 50.4		
V3-28	B: 15.2	P= 4281	R= 56
	H: 15.5		
	L: 50.4		



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

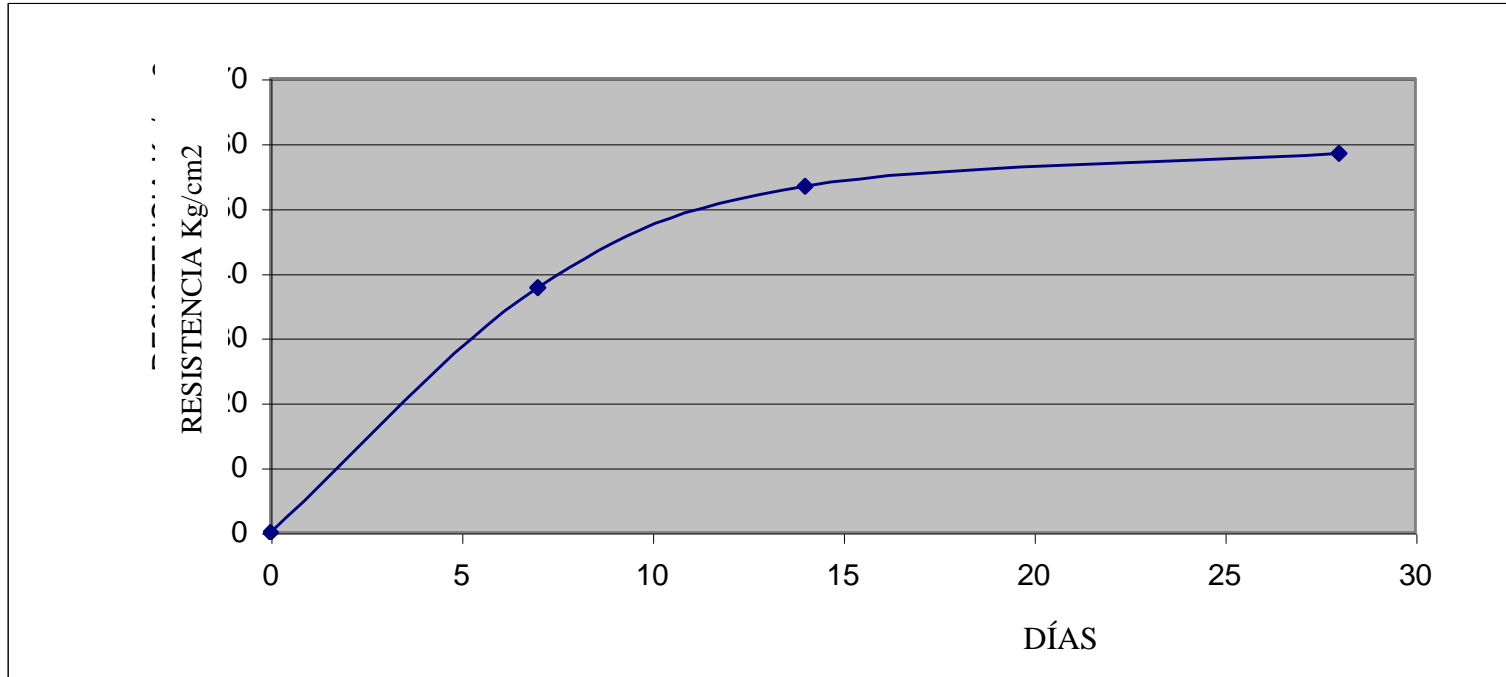
CANTERA SAN MARTÍN			
V1-7	DATOS	$P = (F_x 1000) / 9.81$	$R = (P.L) / B.H^2 (\text{kg/cm}^2)$
	B: 15.5	P = 2803	R = 38
	H: 15.5		
	L: 50.3		



V2-7	B: 15.3	P = 2803	R = 45
	H: 15.2		
	L: 50.7		
V3-7	B: 15.5	P = 3007	R = 55
	H: 15.5		
	L: 50.9		
V1-14	B: 15.3	P= 3721	R = 50
	H: 15.5		
	L: 50.3		
V2-14	B: 15.3	P = 3721	R = 50
	H: 15.5		
	L: 50.4		
V3-14	B: 15.2	P = 4483	R = 49
	H: 15.5		
	L: 50.3		
V1-28	B: 15.2	P= 3466	R= 47
	H: 15.5		
	L: 50.3		
V2-28	B: 15.2	P= 3925	R= 51
	H: 15.5		
	L: 50.4		
V3-28	B: 15.2	P= 3670	R= 48

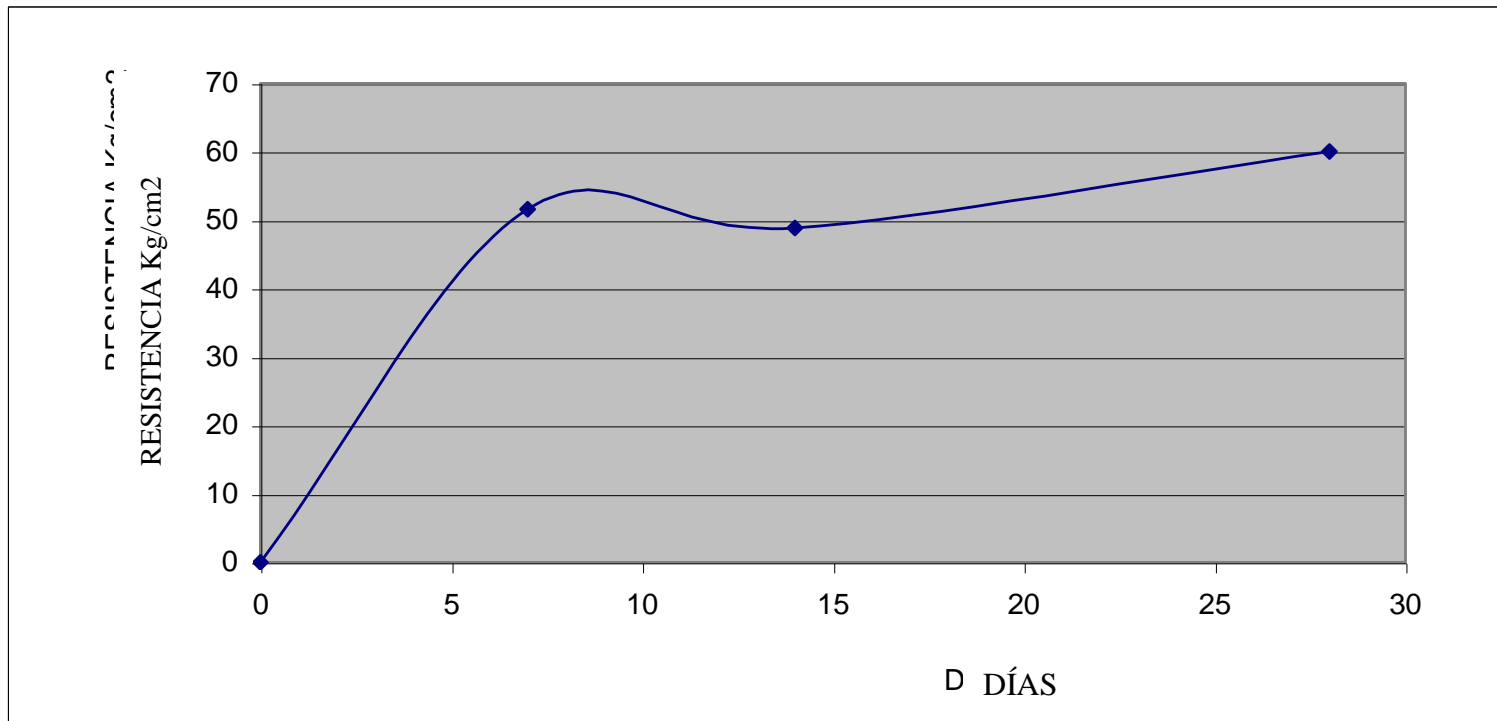


## ENSAYO DE FLEXIÓN DE LA CANTERA MELGAREJO



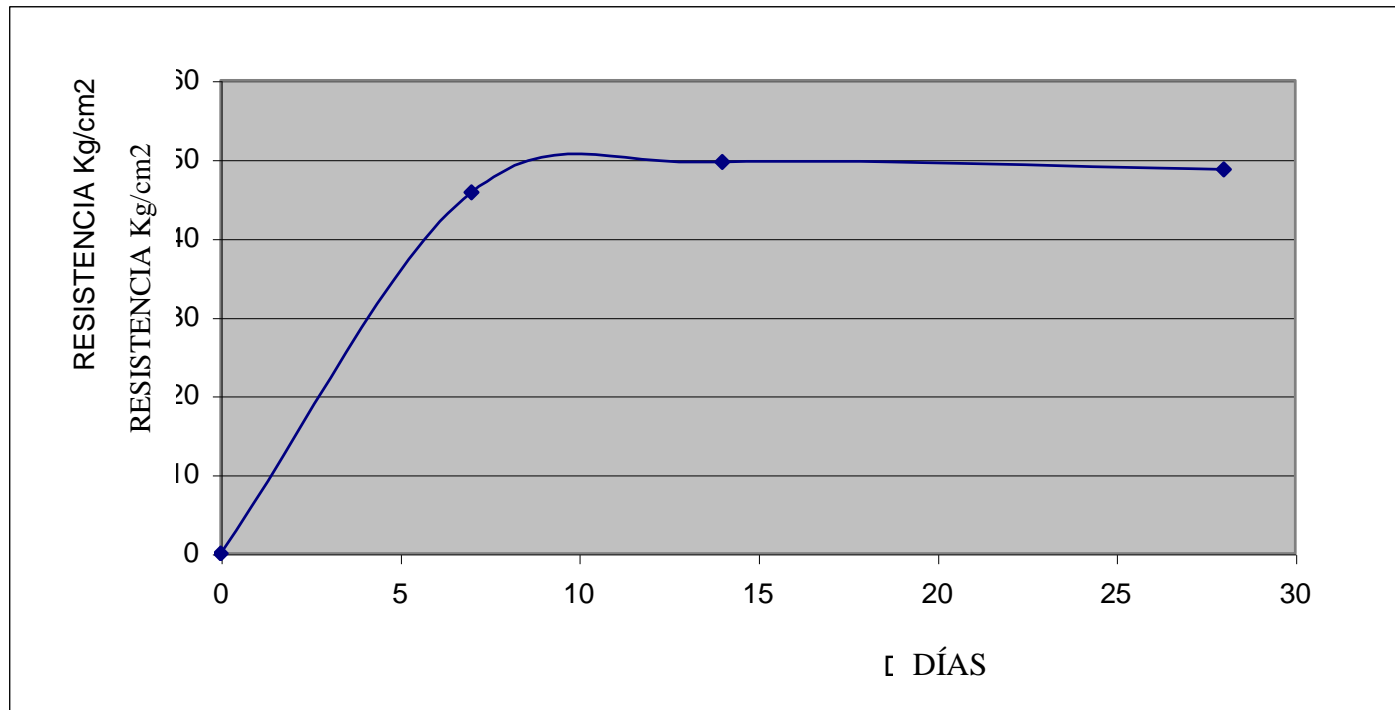


## ENSAYO DE FLEXIÓN DE LA CANTERA JICAMARCA





## ENSAYO DE FLEXIÓN DE LA CANTERA SAN MARTÍN



# CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 6.00 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.01 CONCLUSIONES:

- Los agregados utilizados de las canteras: Melgarejo, Jicamarca, y San Martín cumplieron con las características físicas requeridas teniendo mejores resultados los de Jicamarca
- El mayor módulo de fineza lo tiene la cantera San Martín.
- El peso unitario en forma descendente es Cantera Jicamarca, San Martín, y Melgarejo.
- Al hacer el diseño de mezclas con los agregados de las 3 canteras se obtuvo un concreto con asentamiento dentro de lo diseñado.
- Al realizar las pruebas respectivas con los testigos cumplieron con las normas establecidas.
- Se ha comparado los resultados de las tres canteras observando mejores resultados en Jicamarca, que es la que se conoce con mayor control de calidad.

### 6.02 RECOMENDACIONES:

- Utilizar agregados de canteras las cuales tengan un control de calidad riguroso para poder obtener concretos de buena calidad.
- Solicitar certificado de calidad de los agregados en sus respectivas canteras.
- Hacer el control de humedad de los agregados antes de los diseños de concreto.

# CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## 7.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Riva López E. Tecnología del Concret  
Diseño de Mezclas. De Hozlo, Peru 1992.
2. Riva López E. Tecnología del Concreto. La Naturaleza del concreto y Materiales, CAPÍTULO peruano, ACI Perú 2000.
3. Harman Infantes, Juan. Tecnología del concreto.  
Diseño de Mezclas de Agregado. Diseño de Mezclas de Concreto. Capitulo Peruano ACI, Perú 2000.
4. Pasquel Carvajal, E. Tecnología del concreto. Control de calidad del concreto. CAPÍTULO peruano ACI Perú 2000.
5. Neville A. Tecnología del Concreto.  
Editorial Trillas 1998.
6. INDECOPI  
Normas Técnicas Peruanas.
7. ASOCEM  
Boletín Informativo.
8. CEMENTO SOL  
Folleto informativo.