

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERÍA CIVIL**



**“CORRELACIÓN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE  
RESISTENCIAS EN PROBETAS DE CONCRETO ESTÁNDAR DE  
6” x 12” y 4” x 8” CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL) Y  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS) CON  
PIEDRA SERIE N° 57”**

**PROYECTO DE TESIS**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL**  
**DE**  
**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR**  
**VILCHEZ MONTOYA ALBERTO CARLOS**

**LIMA – 2008**

A mis padres Alberto y Lidia por su, inmenso amor,

comprensión, apoyo y por creer en mí.

A mi hermana Sandra por ser ejemplo de perseverancia.

A Juanita por demostrarme que es posible lograr el triunfo.

A la señora Alina por el apoyo brindado durante el tiempo de este trabajo.

Al gran amor de mi vida, a mi hijo Carlos Alberto,

por ser mi fuerza e impulso para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTOS ESPECIALES**

A mí querida alma mater la “UNIVERSIDAD RICARDO PALMA”, a los docentes que me apoyaron en mis estudios profesionales.

A la Ingeniera LILIANA CHAVARRIA REYES, por incentivar y orientar a la realización de la presente tesis y por su asesoramiento y amistad durante mi vida universitaria.

A la Ingeniera ENRIQUETA PEREYRA SALARDI por su apoyo y sabias sugerencias en el presente trabajo.

A mis amigos Roy Montufar, Pedro García, Ángel Millones, por su ayuda constante en la elaboración de la presente tesis.

A las personas e instituciones que tuvieron la gentileza de donar materiales y documentación técnica, para hacer posible la parte experimental del presente estudio:

- CEMENTOS LIMA S.A.

- UNICON.

Quiero agradecer a todos mis amigos que directa o indirectamente han colaborado en el desarrollo de esta tesis.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

*PRÓLOGO*

<b>CAPÍTULO I: CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.</b>	<b>9</b>
1.1. Introducción.	9
1.2. Cemento Pórtland Tipo I SOL Cemento Puzolánico Tipo IP (ATLAS).	10
1.2.1 Definición.	10
1.2.2. Características y Requisitos Físicos.	13
1.2.3. Características y Requisitos Químicos.	16
1.3. Agregado Fino.	19
1.3.1. Definición.	19
1.3.2. Requisitos.	19
1.3.3. Características y Propiedades Físicas.	20
1.3.3.1 Granulometría.	20
1.3.3.2. Módulo de Finura.	24
1.3.3.3. Peso Específico.	26

1.3.3.4. Porcentaje de Absorción.	27
1.3.3.5. Peso Unitario.	32
1.3.3.6. Contenido de Humedad.	37
1.3.3.7. Porcentaje que pasa la Malla N° 200.	40
1.4. Agregado Grueso.	44
1.4.1. Definición.	44
1.4.2. Características y Propiedades Físicas.	44
1.4.2.1. Granulometría	45
1.4.2.1.1 Métodos de la Combinación	57
1.4.2.2. Módulo de Finura	75
1.4.2.3. Peso Específico	76
1.4.2.4. Porcentaje de Absorción	77
1.4.2.5. Peso Unitario	85
1.4.2.6. Contenido de Humedad	95
1.5. Agua	98
1.5.1. Definición.	98
1.5.2. Requisitos y Normas.	100

## **CAPÍTULO II: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO.**

2.0. Diseño de Mezcla.	101
2.1. Parámetros Básicos de los Métodos del Diseño de Mezclas.	102
2.1.1. Principio de los Volúmenes Absolutos.	102
2.1.2. La Resistencia en Compresión y la Relación a/c.	103
2.2. Agregado Global.	104
2.2.1. Combinación del Agregado con Máxima Densidad.	105
2.2.2. Combinación Óptima de los Agregados.	106
2.3. Diseño del Concreto con Cemento Pórtland Tipo I Sol.	109
2.3.1. Concreto Relación a/c = 0,60	109
2.3.2. Concreto Relación a/c = 0,65	115
2.3.3. Concreto Relación a/c = 0,70	120
2.4. Diseño del Concreto con Cemento Pórtland Puzolánico Tipo IP Atlas.	126
2.4.1. Concreto Relación a/c = 0,60	126
2.4.2. Concreto Relación a/c = 0,65	131
2.4.3. Concreto Relación a/c = 0,70	136

### **CAPÍTULO III: ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.**

3.1. Ensayos de Resistencia a la compresión con Cemento Tipo I Sol	142
3.2. Determinación de la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral con Cemento Tipo I Sol.	190
3.3. Ensayos De Resistencia a la Compresión con Cemento Tipo IP Atlas.	223
3.4. Determinación de la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral con Cemento Tipo IP Atlas	263

### **CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS**

4.1. Desviación Estándar de Las Resistencias.	299
4.2. Coeficiente de Variación de Las Resistencias.	301
4.3. Correlación entre Probetas de 6" x 12" y 4" x 8".	311

### **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

BIBLIOGRAFÍA

FOTOS

# **CAPÍTULO I**

## **CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

Los agregados utilizados para la investigación proceden de la cantera de JICAMARCA donados por la empresa UNICON, este agregado es triturado por una chancadora luego tamizado para obtener el agregado grueso y el agregado fino, en el caso del agregado grueso se obtienen dos clases de usos, el huso N° 67 y el huso N° 5.

Las características de los materiales son de gran importancia cuando se va a elaborar concreto, la calidad de éste depende en gran medida de la selección y estudio de los ensayos correspondientes de los agregados, los cuales veremos en el presente capítulo.

Las características de los agregados se obtuvieron siguiendo los procedimientos de las Normas Técnicas Peruana. El concreto es

básicamente una mezcla de dos componentes, los agregados que constituyen aproximadamente el 60 al 75 % del volumen total del concreto y la pasta que une a los agregados y que le da la característica de endurecerse cuando reacciona con el agua.

## **1.2 CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL) Y CEMENTO PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS).**

### **1.2.1. DEFINICIÓN**

Se define como cemento a los materiales pulverizados que poseen la propiedad que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables. Quedan excluidas de esta definición las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.

El cemento Pórtland Tipo I (SOL) es el producto obtenido por la pulverización del clinker Pórtland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos siempre que no



excedan el 1% en peso del total que la Norma correspondiente determine que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker.

El cemento Pórtland Tipo I (SOL) deberá cumplir con los requisitos indicados en la Norma ASTM C 150 para los Tipos I, II, y V, los cuales se fabrican en el Perú.

El cemento Pórtland Tipo 1(SOL) tiene un comportamiento ampliamente conocido por el sector de construcción civil. Ofrece un endurecimiento controlado y es versátil para muchos usos. Se logran altas resistencias a temprana edad. Además, a partir de este cemento se logran otros tipos de cemento.

El cemento Puzolánico Tipo IP (ATLAS), es aquel que contiene puzolana, se obtiene por la pulverización conjunta de una mezcla de clinker pórtland y puzolana con la adición eventual de



sulfato de calcio. El contenido de puzolana debe estar comprendido entre 15% y 40%.

La puzolana será un material silicio o silico-aluminoso, que por sí misma puede tener poca o ninguna actividad hidráulica, pero que finamente dividida y en presencia de humedad, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio a temperaturas ordinarias para formar compuestos que poseen propiedades hidráulicas.

Se usa en construcciones generales de concreto. El porcentaje adicionado de puzolana se encuentra entre 15% y 40%.

El cemento Puzolánico Tipo IP (ATLAS), es altamente resistente a la tracción y fisuración. Su resistencia a la compresión es ligeramente baja a temprana edad (3 primeros días); sin embargo, la resistencia a los 28 días es por lo menos igual al cemento Pórtland Tipo I (SOL). Desprende menor calor de hidratación, lo que reduce la retracción térmica y la permeabilidad, lo que hace que el fierro interno se conserve mejor. Es moderadamente resistente a la acción de sulfatos; evita el ataque del salitre, reduce la expansión árido – álcali y mejora la trabajabilidad.

### **1.2.2. CARACTERÍSTICAS Y REQUISITOS FÍSICOS.**

Para la elaboración del concreto se ha empleado cemento Pórtland Tipo I (SOL) y cemento Pórtland Puzolánico Tipo IP (ATLAS) cuya características físicas cumplen con los requisitos de la Norma ASTM C-150 según la tabla N° 1 y N° 2 que se muestra a continuación.

**TABLA N° 1**

**CARACTERÍSTICAS Y REQUISITOS FÍSICOS DEL CEMENTO**

**PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

<b>ANÁLISIS FÍSICOS</b>	<b>VALORES</b>	<b>NTP 334,009, ASTM C - 150</b> <b>PÓRTLAND REQUISITOS</b>
<b>Peso específico (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>3,12 g/cm</b>	
<b>Fineza Malla - 100%</b>	<b>0,22</b>	
<b>Fineza Malla - 200%</b>	<b>1,15</b>	
<b>Fineza Malla - 325%</b>	<b>7,56</b>	
<b>Superficie Específica Blaine cm<sup>3</sup>/g</b>	<b>3091</b>	<b>Mín. 2800cm<sup>2</sup>/g</b>
<b>Contenido de Aire %</b>	<b>8,3</b>	<b>Máx. 12,00%</b>
<b>Expansión Autoclave %</b>	<b>0,17</b>	<b>Máx. 0,80%</b>
<b>Densidad g/cm<sup>3</sup></b>	<b>3,14</b>	
<b>Fraguado Vicat Inicial(min)</b>	<b>116</b>	<b>Mín. 45mín</b>
<b>Fraguado Vicat Final(min)</b>	<b>278</b>	<b>Máx. 375 mín</b>
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		
<b>24 Hrs</b>	<b>165</b>	
<b>3 Días</b>	<b>264</b>	<b>Mín. 122Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>7 Días</b>	<b>325</b>	<b>Mín. 194Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>28 Días</b>	<b>395</b>	

**TABLA N° 2**

**CARACTERÍSTICAS Y REQUISITOS FÍSICOS DEL CEMENTO**

**PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

<b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>	<b>VALORES</b>	<b>NTP 334,009, ASTM C - 150 PÓRTLAND REQUISITOS</b>	
<b>Peso específico (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.97 g/cm</b>		
<b>Fineza Malla - 100%</b>	<b>0,15</b>		
<b>Fineza Malla - 200%</b>	<b>0,99</b>		
<b>Fineza Malla - 325%</b>	<b>6,99</b>		
<b>Superficie Específica Blaine cm<sup>3</sup>/g</b>	<b>800</b>		
<b>Contenido de Aire %</b>	<b>6,73</b>	<b>Máx.</b>	<b>12,00%</b>
<b>Expansión Autoclave %</b>	<b>0,07</b>	<b>Máx.</b>	<b>0,80%</b>
<b>Densidad g/cm<sup>3</sup></b>	<b>3</b>		
<b>Fraguado Vicat Inicial(mín)</b>	<b>125</b>	<b>Mín.</b>	<b>45 mín</b>
<b>Fraguado Vicat Final(mín)</b>	<b>299</b>	<b>Máx.</b>	<b>420 mín</b>
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			
<b>24 Hrs</b>	<b>142</b>		
<b>3 Días</b>	<b>234</b>	<b>Mín.</b>	<b>133 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>7 Días</b>	<b>286</b>	<b>Mín.</b>	<b>204 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>28 Días</b>	<b>324</b>	<b>Mín.</b>	<b>255 Kg/cm<sup>2</sup></b>

### **1.2.3. CARACTERÍSTICAS Y REQUISITOS QUÍMICOS.**

Así como se pudo observar en el punto anterior las características y requisitos físicos, en esta sección se puede apreciar las propiedades y requisitos químicos de los mismos cementos que cumplen con la Norma ASTM C-150 en la cual se indican en las tablas N° 3 y N° 4.

**TABLA N° 3**

**CARACTERÍSTICAS Y REQUISITOS QUÍMICOS DEL CEMENTO**

**PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

<b>ANÁLISIS QUÍMICOS</b>	<b>VALORES</b>	<b>NTP 334,009, ASTM C - 150</b> <b>PÓRTLAND REQUISITOS</b>
<i>Óxido De Calcio (CaO)%</i>	<i>19,68</i>	
<i>Óxido De Aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)%</i>	<i>6,16</i>	
<i>Óxido De Fierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)%</i>	<i>2,87</i>	
<i>Óxido De Calcio (CaO)%</i>	<i>62,75</i>	
<i>Oxido De Magnesio (MgO)%</i>	<i>3,37</i>	
<i>Trióxido de Azufre (SO<sub>3</sub>)%</i>	<i>2,78</i>	<i>Mín 2800 cm<sup>2</sup>/g</i>
<i>Óxido De Potasio (K<sub>2</sub>O)%</i>	<i>0,84</i>	<i>Máx. 12,00%</i>
<i>Óxido De Sodio (Na<sub>2</sub>O)%</i>	<i>0,33</i>	<i>Máx. 0,80%</i>
<i>Pérdida Por Ignición(P.I)%</i>	<i>1,01</i>	
<i>Total</i>	<i>99,78</i>	<i>Mín. 45 mín</i>
<i>Alcalis Totales %</i>	<i>0,88</i>	<i>Máx. 375 mín</i>
<i>Insolubles</i>	<i>0,45</i>	
<i>Cal Libre (CaO(I))</i>	<i>0,48</i>	
<i>C<sub>3</sub>S</i>	<i>52,49</i>	<i>Mín. 122 Kg/cm<sup>2</sup></i>
<i>C<sub>2</sub>S</i>	<i>16,82</i>	<i>Mín. 194 Kg/cm<sup>2</sup></i>
<i>C<sub>3</sub>A</i>	<i>11,46</i>	

--	--	--

**TABLA N° 4**

**CARACTERÍSTICAS Y REQUISITOS QUÍMICOS DEL  
CEMENTO PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

<b>ANÁLISIS QUÍMICOS</b>	<b>VALORES</b>	<b>NTP 334,009, ASTM C - 150 PÓRTLAND REQUISITOS</b>
<i>Óxido De Sílice (SiO<sub>2</sub>)%</i>	<b>27,26</b>	
<i>Óxido De Aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)%</i>	<b>7,38</b>	
<i>Óxido De Fierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)%</i>	<b>5,06</b>	
<i>Óxido De Calcio (CaO)%</i>	<b>48,68</b>	
<i>Óxido De Magnesio (MgO)%</i>	<b>2,75</b>	<b>Máx. 6,00%</b>
<i>Trióxido de Azufre (SO<sub>3</sub>)%</i>	<b>3,77</b>	<b>Máx. 4,00%</b>
<i>Oxido De Potasio (K<sub>2</sub>O)%</i>	<b>0,88</b>	
<i>Oxido De Sodio (Na<sub>2</sub>O)%</i>	<b>0,57</b>	
<i>Pérdida Por Ignición (P.I)%</i>	<b>2,9</b>	<b>Máx. 12,00%</b>
<b>Total</b>	<b>99,24</b>	
<b>Insolubles</b>	<b>18,21</b>	

<b>Cal Libre (CaO(l))</b>	<b>0,41</b>	
---------------------------	-------------	--

### **1.3. AGREGADO FINO**

#### **1.3.1. DEFINICIÓN**

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

#### **1.3.2 REQUISITOS**

El agregado podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias; de perfil preferentemente angular; duro; compacto y resistente; libre de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas para el concreto.

### **1.3.3. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES FÍSICAS.**

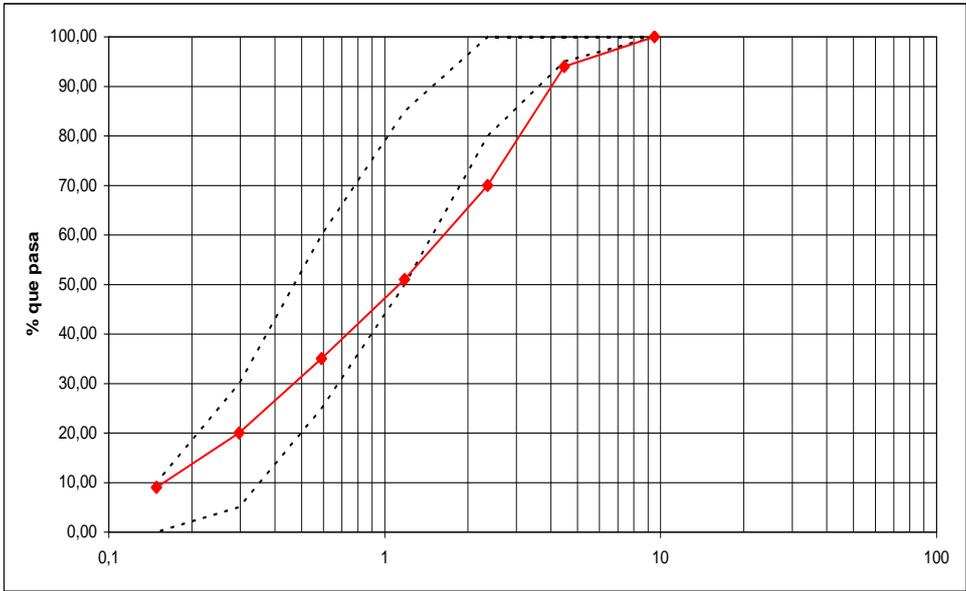
#### **1.3.3.1. GRANULOMETRÍA**

El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en la Norma NTP 400.037 o ASTM C33. La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme y continua, con valores retenidos en las mallas N° 4 a N° 100 de la serie Tyler. Se recomiendan para el agregado los siguientes límites.

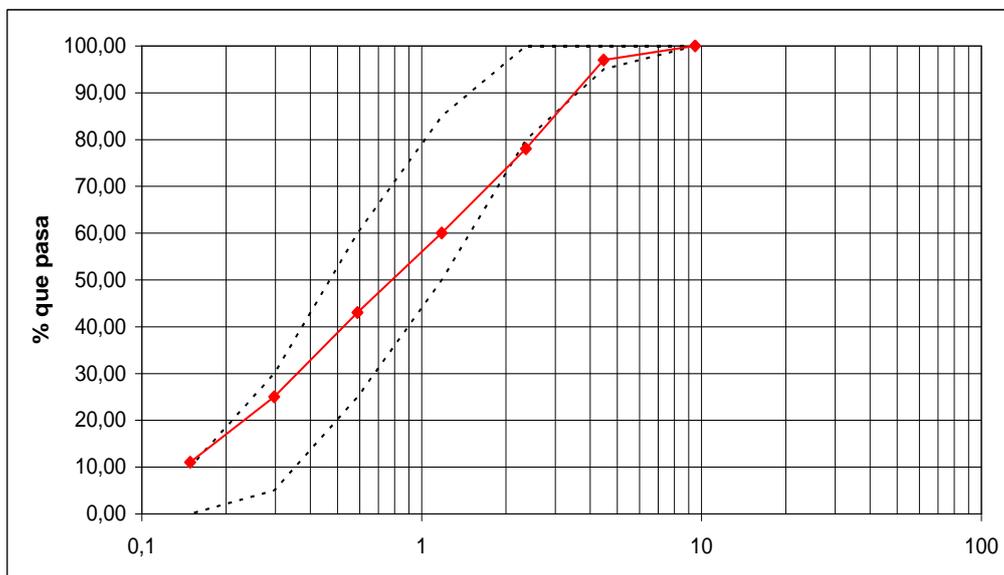
MALLA		PORCENTAJE QUE PASA
3/8"	( 9,50 mm )	100
N° 4	( 4,75 mm )	95 a 100
N° 8	( 2,36 mm )	80 a 100
N° 16	( 1,18 mm )	50 a 85
N° 30	( 600 micrones )	25 a 60
N° 50	( 300 micrones )	5 a 30
N° 100	( 150 micrones )	0 a 10

Para realizar el análisis granulométrico de un agregado, este debe encontrarse en la condición de seco en el laboratorio.

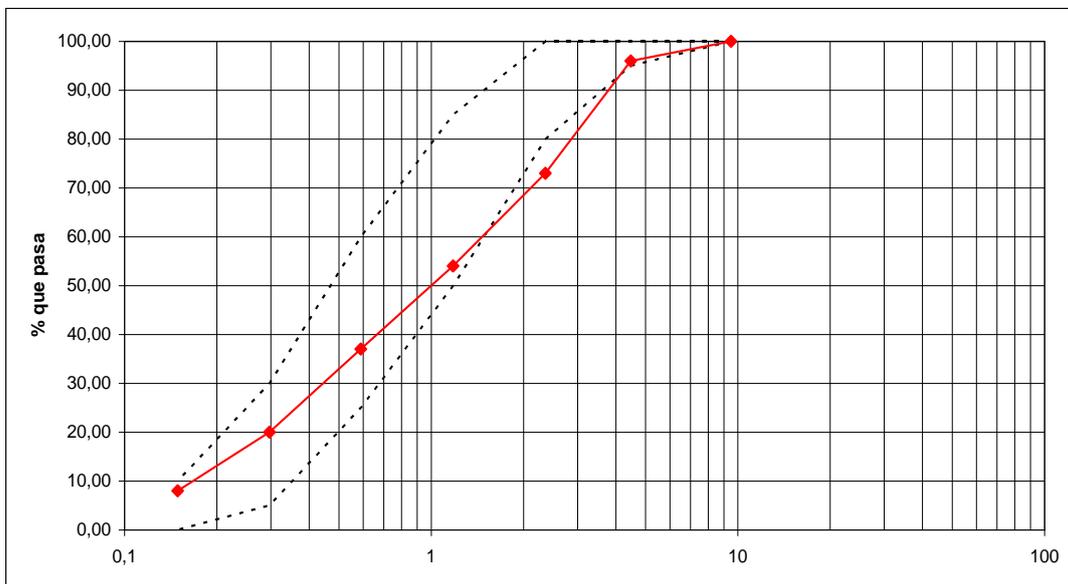
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
		MUESTRA : AG. FINO		Muestra N : M-1			
		Peso de la Muestra : 500 g		Procedencia : Cantera Jicamarca			
		Elaborado por : ALBERTO VILCHEZ					
Tamices		Peso Retenido (g)	%			REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO FINO (%)	
MALLA	(mm)		Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	% Que Pasa		
3"							
2 1/2"							
2"							
1 1/2"							
1"							
3/4"							
1/2"							
3/8"	9,5	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
# 4	4,475	30,0	6,00	6,00	94,00	95,00	100,00
# 8	2,36	118,2	24,00	30,00	70,00	80,00	100,00
# 16	1,18	96,2	19,00	49,00	51,00	50,00	85,00
#30	0,59	78,7	16,00	65,00	35,00	25,00	60,00
#50	0,297	76,8	15,00	80,00	20,00	5,00	30,00
#100	0,149	54,6	11,00	91,00	9,00	0,00	10,00
fondo		45,5	9,00	100,00	0,00		
<b>TOTAL</b>		500	100,00			<b>MÓDULO</b>	3,21



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
		MUESTRA : AG. FINO		Muestra N : M-2			
		Peso de la Muestra : 500 g		Procedencia : Cantera Jicamarca			
		Elaborado por : ALBERTO VILCHEZ					
Tamices		Peso Retenido (g)	%			REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO FINO (%)	
MALLA	(mm)		Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	% Que Pasa		
3"							
2 1/2"							
2"							
1 1/2"							
1"							
3/4"							
1/2"							
3/8"	9,5	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
# 4	4,475	16,1	3,00	3,00	97,00	95,00	100,00
# 8	2,36	96,0	19,00	22,00	78,00	80,00	100,00
# 16	1,18	92,3	18,00	40,00	60,00	50,00	85,00
#30	0,59	82,9	17,00	57,00	43,00	25,00	60,00
#50	0,297	90,4	18,00	75,00	25,00	5,00	30,00
#100	0,149	68,6	14,00	89,00	11,00	0,00	10,00
fondo		53,7	11,00	100,00	0,00		
<b>TOTAL</b>		500	100,00			<b>MÓDULO</b>	2,86



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
		MUESTRA : AG. FINO		Muestra N : M-3			
		Peso de la Muestra : 500 g		Procedencia : Cantera Jicamarca			
		Elaborado por : ALBERTO VILCHEZ					
Tamices		Peso Retenido (g)	%			REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO FINO (%)	
MALLA	(mm)		Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	% Que Pasa		
3"							
2 1/2"							
2"							
1 1/2"							
1"							
3/4"							
1/2"							
3/8"	9,5	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
# 4	4,475	19,6	4,00	4,00	96,00	95,00	100,00
# 8	2,36	117,4	23,00	27,00	73,00	80,00	100,00
# 16	1,18	95,4	19,00	46,00	54,00	50,00	85,00
#30	0,59	84,5	17,00	63,00	37,00	25,00	60,00
#50	0,297	82,8	17,00	80,00	20,00	5,00	30,00
#100	0,149	57,8	12,00	92,00	8,00	0,00	10,00
fondo		42,5	8,00	100,00	0,00		
<b>TOTAL</b>		500	100,00			<b>MÓDULO</b>	3,12



### 1.3.3.2. 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.

El módulo de fineza no deberá ser menor de 2,30 ni mayor de 3,10, además el módulo de finura del agregado fino no debe variar en más o menos 0,20 de la base del módulo para una mezcla de concreto, por lo que se deberá realizar los ajustes correspondientes.

$$\text{Módulo de Finura} = \frac{\sum \% \text{retenido en malla}}{100}$$

Ensayo N° 1

$$mf = \frac{6+24+19+16+15+11+9}{100} = 3,2\%$$

Ensayo N° 2

$$mf = \frac{3+19+18+17+18+14+11}{100} = 2,89\%$$

Ensayo N° 3

**Promedio de módulos de finura para los tres ensayos realizados.**

$$mf = \frac{4+23+19+17+17+12+9}{100} = 3,13\%$$

<b>ENSAYOS</b>	<b>m.f</b>
1	3,2
2	2,89
3	3,13
<b>PROMEDIO</b>	<b>3,07</b>

### 1.3.3.3 PESO ESPECÍFICO.

Es la relación, a una temperatura estable, de masa en el aire de un volumen unitario del material, a la masa en el aire del mismo volumen de agua destilada, libre de gas.

El peso específico en los agregados es expresado en tres formas.

- Peso específico de masa (G).

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

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

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

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

$$\text{Peso específico de masa saturado superficialmente seco (G<sub>ss</sub>)} = \frac{500}{V-W}$$

- Peso específico aparente (G<sub>a</sub>).

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

$$\text{Peso específico aparente (G)} = \frac{A}{(V-W) - (500-A)}$$

#### 1.3.3.4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.

Se denomina así a la relación de la disminución de masa 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.

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



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

AGREGADO FINO

Tipo de agregado: **Arena Gruesa**  
Procedencia: **Cantera Jicamarca**  
Peso de la muestra: **500 gr**

Norma :**N.T.P. 400.022**  
Muestra : **N° M - 1**  
Hecho por:**A Vilchez**

DESCRIPCIÓN	SÍM	CANT	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		175.7	
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA	B	675.7	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		989.7	g
PESO DEL AGUA	W	314	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	493.8	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500	ml

1.- PESO ESPECÍFICO DE LA MASA

$$A / (V - M) = 2.65 \text{ g/cm}^3$$

2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO

$$500 / (V - W) = 2.69 \text{ g/cm}^3$$

3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE

$$A / (V - W) - (500 - A) = 2.75 \text{ g/cm}^3$$

4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

$$100 X (500 - A) = 1.26 \%$$



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

AGREGADO GRUESO

Tipo de agregado: **Arena Gruesa**  
Procedencia: **Cantera Jicamarca**  
Peso de la muestra: **500 g**

Norma :**N.T.P. 400.022**  
Muestra : **N° M - 2**  
Hecho por: **A Vilchez**

PESO DE LA FIOLA		161,9	
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA	B	661,9	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		974,8	g
PESO DEL AGUA	W	312,9	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	492,4	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500	ml

1.- PESO ESPECÍFICO DE LA MASA

$$A / ( V - M ) = 2,63 \quad \text{g/cm}^3$$

2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO

$$500 / ( V - W ) = 2,67 \quad \text{g/cm}^3$$

3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE

$$A / ( V - W ) - ( 500 - A ) = 2,74 \quad \text{g/cm}^3$$

4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

$$100 X ( 500 - A ) = 1,54 \quad \%$$



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

A.-AGREGADO FINO

Tipo de agregado: **Arena Gruesa**  
Procedencia: **Cantera Jicamarca**  
Peso de la muestra: **500 g**

Norma :**N.T.P. 400.022**  
Muestra : **Nº M - 3**  
Hecho por:**A Vilchez**

DESCRIPCIÓN	SÍM	CANT	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		175,7	
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA	B	675,7	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		988,6	g
PESO DEL AGUA	W	312,9	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	492,4	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500	ml

1.- PESO ESPECÍFICO DE LA MASA

$$A / ( V - M ) = 2,63 \quad \text{g/cm}^3$$

2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO

$$500 / ( V - W ) = 2,67 \quad \text{g/cm}^3$$

3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE

$$A / ( V - W ) - ( 500 - A ) = 2,74 \quad \text{g/cm}^3$$

4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

$$100 X ( 500 - A ) = 1.44 \quad \%$$



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
RESUMEN PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

Tipo de agregado: **Arena Gruesa**  
Procedencia: **Cantera Jicamarca**  
Peso de la muestra: **500 g**

Norma : **N.T.P. 400.022**  
Hecho por: **A Vilchez**

PROMEDIO DE LOS PESOS ESPECIFICOS Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

ENSAYO	FORMULA	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso Específico de masa	$A/(V - W)$	g/cm <sup>3</sup>	2,65	2,63	2,63	<b>2,64</b>
Peso Específico de masa saturado superficialmente seco	$500/(V-W)$	g/cm <sup>3</sup>	2,69	2,67	2,67	<b>2,68</b>
Peso Específico de Aparente	$A/(V - W) - (500 - A)$	g/cm <sup>3</sup>	2,75	2,74	2,74	<b>2,74</b>
Porcentaje de Absorción	$100 \times (500 - A)/A$	%	1,26	1,54	1,44	<b>1,40</b>

### 1.3.3.5. 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, se expresa en kilos por metro cúbico.

- I. Peso unitario suelto :

Cuando el agregado seco se coloca con cuidado en un recipiente de diámetro y profundidad prescritas que depende del tamaño máximo del agregado.

- Peso unitario compactado:

El agregado es acomodado en el recipiente después de un procedimiento de apisonado, tal como lo especifica la norma.

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

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



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Tipo de agregado: **Arena Gruesa**  
Procedencia: **Cantera Jicamarca**

Norma :**N.T.P. 400.017**  
Muestra : **N° M - 1**  
Hecho por:**A Vilchez**

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.49	6.48	6.49		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	1.75	1.75		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.74	4.73	4.73		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.57	4.57	4.57		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.82	2.82	2.82		Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	354.36	354.36	354.36		m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 679	1 676	1 678	1 678	kg/ m <sup>3</sup>

$$PUS = f \times Ws$$

PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6 9749	6 4805	6 4862		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1 752	1 752	1 752		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4 7375	4 7285	4 7342		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4 569	4 569	4 569		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2 817	2 817	2 817		Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	354.36	354.36	354.36		m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1 851	1 837	1 843	1 844	kg/ m <sup>3</sup>

$$PUC = f \times Wc$$



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Tipo de agregado: **Arena Gruesa**  
Procedencia: **Cantera Jicamarca**

Norma :**N.T.P. 400.017**  
Muestra : **N° M - 2**  
Hecho por:**A Vilchez**

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.50	6.51	6.50		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	1.75	1.75		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.75	4.76	4.75		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.57	4.57	4.57		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.82	2.82	2.82		Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	354.4	354.4	354.4		m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	<b>PUS</b>	<b>1 684</b>	<b>1 686</b>	<b>1 684</b>	<b>1 685</b>	<b>Kg/ m<sup>3</sup></b>

$$PUS = f \times Ws$$

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.88	6.99	6.99		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	1.75	1.75		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	5.13	5.23	5.24		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.57	4.57	4.57		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.82	2.82	2.82		Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	354.4	354.4	354.4		m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	<b>PUC</b>	<b>1 818</b>	<b>1 854</b>	<b>1 857</b>	<b>1 843</b>	<b>Kg/ m<sup>3</sup></b>

$$PUC = f \times Wc$$



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Tipo de agregado: **Arena Gruesa**  
Procedencia: **Cantera Jicamarca**

Norma :**N.T.P. 400.017**  
Muestra : **N° M - 3**  
Hecho por:**A Vilchez**

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.48	6.44	6.46		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	1.75	1.75		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.72	4.69	4.71		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.57	4.57	4.57		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.82	2.82	2.82		Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	354.36	354.36	354.36		m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	<b>PUS</b>	<b>1 674</b>	<b>1 661</b>	<b>1 667</b>	<b>1 667</b>	<b>Kg/ m<sup>3</sup></b>

$$PUS = f \times Ws$$

PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.97	6.96	6.96		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	1.75	1.75		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	5.22	5.21	6.48		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.57	4.57	4.57		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.82	2.82	2.82		Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	354.36	354.36	354.36		m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	<b>PUC</b>	<b>1 850</b>	<b>1 847</b>	<b>1 846</b>	<b>1 847</b>	<b>Kg/ m<sup>3</sup></b>

$$PUC = f \times Wc$$



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
PROMEDIO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

Tipo de agregado : **ARENA GRUESA**  
Procedencia: **Cantera Jicamarca**

Norma : **N.T.P. 400.017**  
Hecho por: **A Vilchez**

**PESO UNITARIO SUELTO**

	<b>M-1 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>M-2 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>M-3 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>PROM kg/m<sup>3</sup></b>
<b>MUESTRA 1</b>	1 679	1 676	1 678	1 678
<b>MUESTRA 2</b>	1 684	1 686	1 684	1 685
<b>MUESTRA 3</b>	1 674	1 661	1 667	1 667
				<b>1 676</b>

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

	<b>M-1 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>M-2 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>M-3 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>PROM kg/m<sup>3</sup></b>
<b>MUESTRA 1</b>	1851	1837	1843	1 844
<b>MUESTRA 2</b>	1818	1854	1857	1 843
<b>MUESTRA 3</b>	1850	1847	1846	1 848
				<b>1 845</b>

### 1.3.3.6. 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 caerán las resistencias, 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.

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



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**

Tipo de Agregado : **Arena Gruesa**  
Procedencia : **Cantera Jicamarca**

Norma: **NTP.339.185**  
Hecho por : **A. Vilchez**

Muestra N° 1.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	500	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	481,4	g
CONTENIDO DE AGUA	18,6	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	<b>3,86</b>	<b>%</b>

Muestra N° 2.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	500	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	482,4	g
CONTENIDO DE AGUA	17,6	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	<b>3,65</b>	<b>%</b>

Muestra N° 3

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	500	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	483,2	g
CONTENIDO DE AGUA	16,8	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	<b>3,48</b>	<b>%</b>

**Promedio de los contenidos de humedad de los tres ensayos realizados.**

<b>MUESTRA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>
1	3,86
2	3,65
3	3,48
<b>PROMEDIO</b>	<b>3,66</b>

### 1.3.3.7. 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.

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

El procedimiento aplicado se detalla a continuación:

- 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  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200

AGREGADO FINO

Tipo de agregado: **Arena Gruesa**  
Procedencia : **Cantera Jicamarca**  
Peso de la muestra : **500 g**

Muestra : **N° M-1**  
Hecho por : **A. VILCHEZ**

DESCRIPCION	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA	P1	500	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	468.80	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	(P1 - P2)	31.20	g
% QUE PASA LA MALLA N°200	A	<b>6.24</b>	%

Tipo de agregado: **Arena Gruesa**  
Procedencia : **Cantera Jicamarca**  
Peso De La Muestra : **500 g**

Muestra : **N° M-2**  
Hecho po : **A. VILCHEZ**

DESCRIPCION	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA	P1	500	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	470.20	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	(P1 - P2)	29.80	g
% QUE PASA LA MALLA N°200	A	<b>5.96</b>	%

Tipo de agregado: **Arena Gruesa**  
Procedencia : **Cantera Jicamarca**  
Peso De La Muestra : **500 g**

Muestra : **N° M-3**  
Hecho po : **A. VILCHEZ**

DESCRIPCION	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA	P1	500	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	468.3	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	(P1 - P2)	31.70	g
% QUE PASA LA MALLA N°200	A	<b>6.34</b>	%



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200**

Tipo de Agregado : **Arena Gruesa**

Norma: **NTP.400.018**

Procedencia : **Cantera Jicamarca**

Hecho por : **A. Vilchez**

<b>MUESTRA</b>	<b>% QUE PASA LA MALLA 200</b>
1	6,24
2	5,96
3	6,34
<b>PROMEDIO</b>	<b>6,18</b>

## **AGREGADO GRUESO**

### **1.4. AGREGADO GRUESO**

#### **1.4.1. DEFINICIÓN.**

Se define como agregado grueso a aquel 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. 400.037 ó ASTM C 33. Para la siguiente investigación se trabajo con dos clases de agregados gruesos, combinando estos dos agregados se obtiene el agregado de huso 57.

#### **1.4.2. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES FÍSICAS.**

Varias propiedades físicas comunes del agregado, conocidas desde el estudio de física elemental, son relevantes para el comportamiento del agregado en el concreto y para las propiedades del concreto hecho con el

agregado dado. A continuación se tratan estas propiedades físicas, así como su medición.

#### **1.4.2.1. GRANULOMETRÍA.**

El tamaño máximo del agregado grueso que se utiliza en el concreto tiene su fundamento en la economía. Comúnmente se necesita más agua y cemento para agregados de tamaño pequeño que para tamaños mayores, para asentamiento de aproximadamente 7,5cm. para un amplio rango de tamaños de agregado grueso.

El tamaño máximo corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso.

Una vez definida la granulometría, para la producción de un concreto de calidad, es necesario que el aprovisionamiento del agregado grueso presente la menor variación posible, manteniéndose la regularidad de su granulometría.

Las especificaciones reglamentarias se dan en la siguiente tabla:

## REQUERIMIENTO DE GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS GRUESOS

Nº ASTM	TAMAÑO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		100mm (4")	90mm (3 1/2")	75mm (3")	63mm (2 1/2")	50mm (2")	37,5mm (1 1/2")	25mm (1")	19mm (3/4")	12,5mm (1/2")	9,5mm (3/8")	4,75mm Nº 4	2,36mm Nº 8	1,18mm Nº 16
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90a100		25a60		0a15		0a5					
2	2 1/2" a 1 1/2"			100	90a100	35a70	0a15		0a5					
3	2" a 1"				100	90a100	35a70	0a15		0a5				
357	2" a Nº4				100	95a100		35a70		10a30		0a5		
4	1 1/2" a 3/4"					100	90a100	20a55	0a15		0a5			
467	1 1/2" a Nº4					100	95a100		35a70		10a30	0a5		
5	1" a 1/2"						100	90a100	20a55	0a10	0a5			
56	1" a 3/8"						100	90a100	40a85	10a40	0a15	0a5		
57	1" a Nº4						100	95a100		25a60		0a10	0a5	
6	3/4" a 3/8"							100	90a100	20a55	0a15	0a5		
67	3/4" a Nº4							100	90a100		20a55	0a10	0a5	
7	1/2" a Nº4								100	90a100	40a70	0a15	0a5	
8	3/8" a Nº8									100	85a100	10a30	0a10	0a5

A continuación se presenta las granulometrías que se hicieron a los agregados gruesos de huso N° 5 y de huso N° 67.

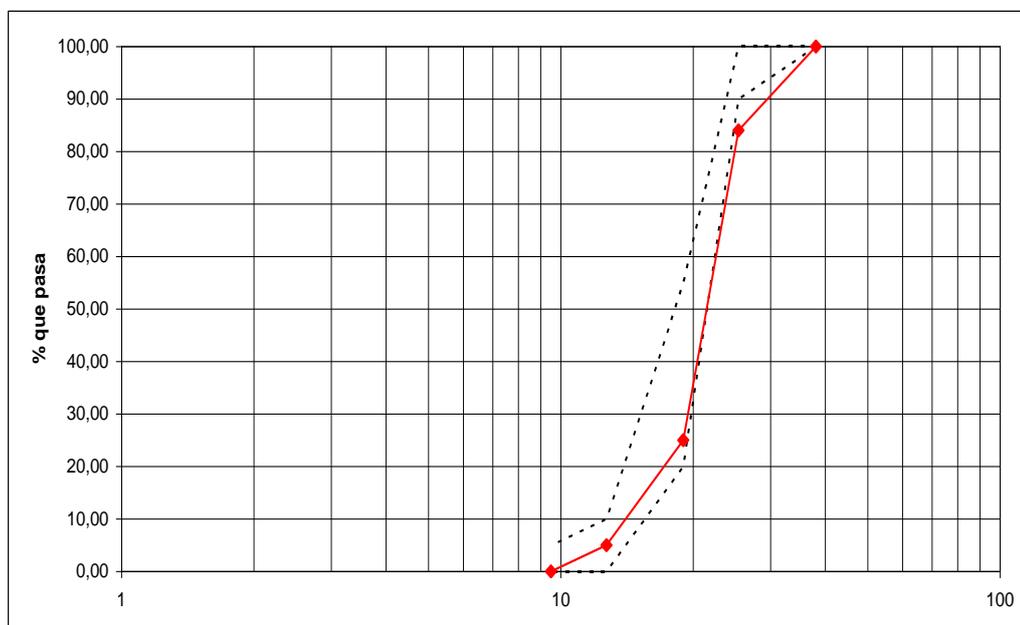
**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

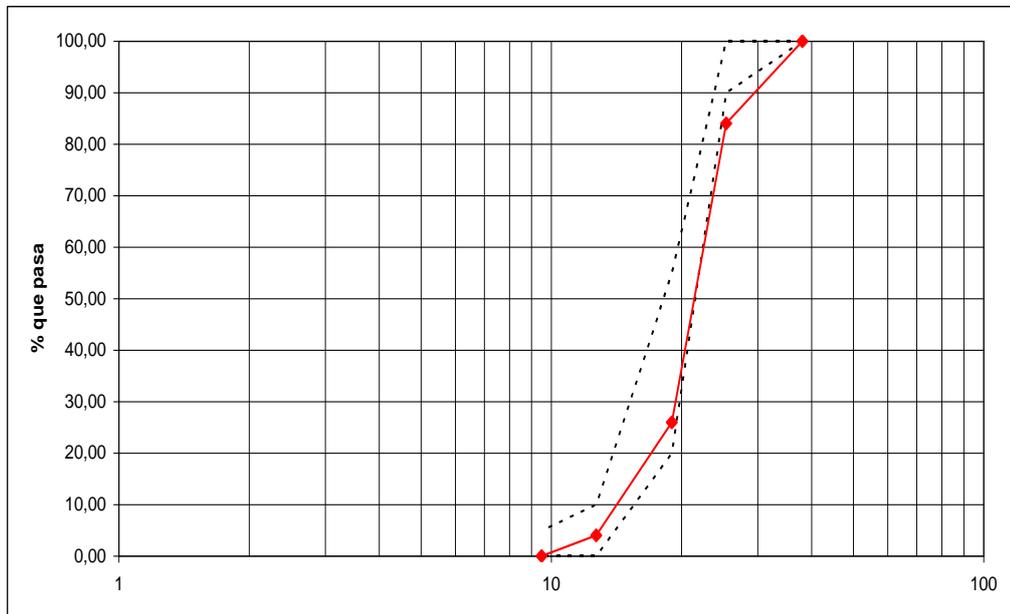


**MUESTRA** : AG. GRUESO HUSO 5 **Muestra N :** M-1  
**Peso de la Muestra** : 10000 g **Procedencia :** Cantera Jicamarca  
**Elaborado por** : ALBERTO VILCHEZ

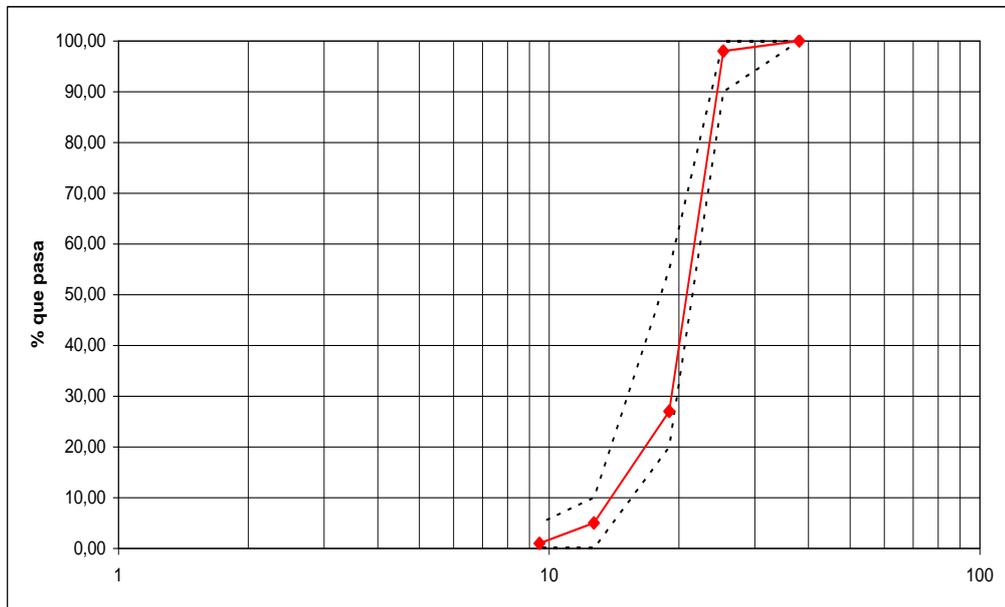
Tamices		Peso Retenido (g)	%			REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AG. GRUESO HUSO Nº5 (%)	
MALLA	(mm)		Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	% Que Pasa		
3"							
2 1/2"							
2"							
1 1/2"	38,1		0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1"	25,4	1580,0	16,00	16,00	84,00	90,00	100,00
3/4"	19	5860,0	59,00	75,00	25,00	20,00	55,00
1/2"	12,7	1980,0	20,00	95,00	5,00	0,00	10,00
3/8"	9,5	520,0	5,00	100,00	0,00	0,00	5,00
# 4	4,8	60,0	0,00	100,00	0,00		
# 8	2,36	0,0	0,00	100,00	0,00		
fondo		0,0	0,00	100,00	0,00		
<b>TOTAL</b>		10000	100,00			<b>MÓDULO</b>	7,75



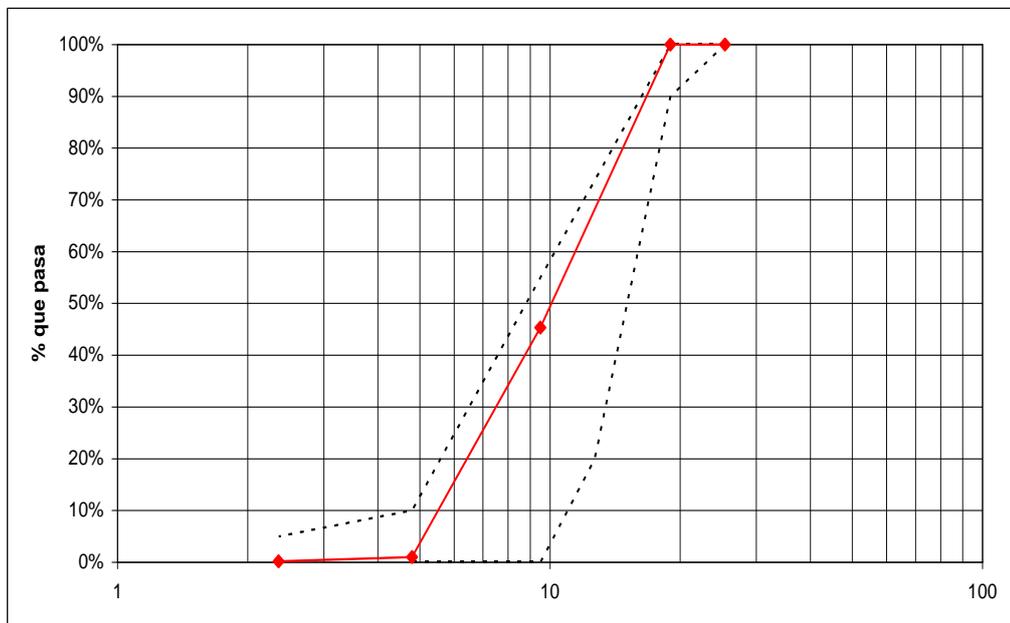
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
		MUESTRA : AG. GRUESO HUSO 5		Muestra N : M-2			
		Peso de la Muestra : 10000 g		Procedencia : Cantera Jicamarca			
		Elaborado por : ALBERTO VILCHEZ					
Tamices		Peso Retenido (g)	%			REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AG. GRUESO HUSO Nº5 (%)	
MALLA	(mm)		Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	% Que Pasa		
3"							
2 1/2"							
2"							
1 1/2"	38,1		0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1"	25,4	1640,0	16,00	16,00	84,00	90,00	100,00
3/4"	19	5760,0	58,00	74,00	26,00	20,00	55,00
1/2"	12,7	2160,0	22,00	96,00	4,00	0,00	10,00
3/8"	9,5	400,0	4,00	100,00	0,00	0,00	5,00
# 4	4,8	40,0	0,00	100,00	0,00		
# 8	2,36	0,0	0,00	100,00	0,00		
fondo		0,0	0,00	100,00	0,00		
<b>TOTAL</b>		10000	100,00			<b>MÓDULO</b>	7,74



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
		MUESTRA : AG. GRUESO HUSO 5		Muestra N : M-3			
		Peso de la Muestra : 10000 g		Procedencia : Cantera Jicamarca			
		Elaborado por : ALBERTO VILCHEZ					
Tamices		Peso Retenido (g)	%			REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AG. GRUESO HUSO Nº5 (%)	
MALLA	(mm)		Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	% Que Pasa		
3"							
2 1/2"							
2"							
1 1/2"	38,1		0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1"	25,4	196,0	2,00	2,00	98,00	90,00	100,00
3/4"	19	6360,0	71,00	73,00	27,00	20,00	55,00
1/2"	12,7	2000,0	22,00	95,00	5,00	0,00	10,00
3/8"	9,5	340,0	4,00	99,00	1,00	0,00	5,00
# 4	4,8	40,0	1,00	100,00	0,00		
fondo		20,0	0,00	100,00	0,00		
<b>TOTAL</b>		8956	100,00			<b>MÓDULO</b>	7,72



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
		MUESTRA : AG. GRUESO HUSO 67		Muestra N : M-1			
		Peso de la Muestra : 12000 g		Procedencia : Cantera Jicamarca			
		Elaborado por : ALBERO VILCHEZ					
Tamices		Peso Retenido (gr)	%			REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AG. GRUESO HUSO 67	
MALLA	(mm)		Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% Que Pasa		
3"							
2 1/2"							
2"							
1 1/2"							
1"	25,4	0,0	0,00%	0,0%	100,0%	100,00%	100,00%
3/4"	19	0,0	0,00%	0,0%	100,0%	90,00%	100,00%
1/2"	12,7	3130	26,09%	26,1%	73,9%	0,00%	0,00%
3/8"	9,5	3430	28,59%	54,7%	45,3%	20%	55%
# 4	4,8	5320,0	44,34%	99,0%	1,0%	0%	10%
# 8	2,36	100,0	0,84%	99,9%	0,1%	0%	5%
fondo		20,0	0,17%	100%	0,0%		
<b>TOTAL</b>		12000,0	100,0%			<b>MODULO</b>	6,54



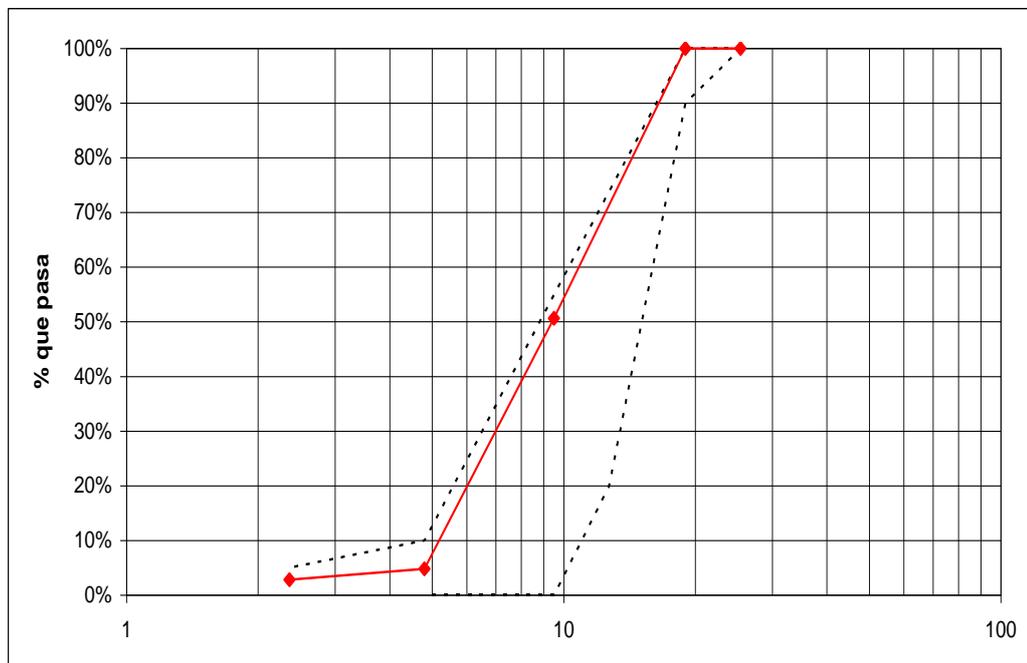
**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**



**MUESTRA** : AG. GRUESO HUSO 67 **Muestra N :** M-2  
**Peso de la Muestra** : 12000 g **Procedencia :** Cantera Jicamarca  
**Elaborado por** : ALBERO VILCHEZ

Tamices		Peso Retenido (gr)	%			REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AG. GRUESO HUSO 67	
MALLA	(mm)		Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% Que Pasa		
3"							
2 1/2"							
2"							
1 1/2"							
1"	25,4	0,0	0,00%	0,0%	100,0%	100,00%	100,00%
3/4"	19	0,0	0,00%	0,0%	100,0%	90,00%	100,00%
1/2"	12,7	2990,0	24,92%	24,9%	75,1%	0,00%	0,00%
3/8"	9,5	2930,0	24,42%	49,3%	50,7%	20%	55%
# 4	4,8	5500,0	45,84%	95,2%	4,8%	0%	10%
# 8	2,36	240,0	2,00%	97,2%	2,8%	0%	5%
fondo		340,0	2,84%	100%	0,0%		
<b>TOTAL</b>		12000,0	100,0%			<b>MODULO</b>	6,45



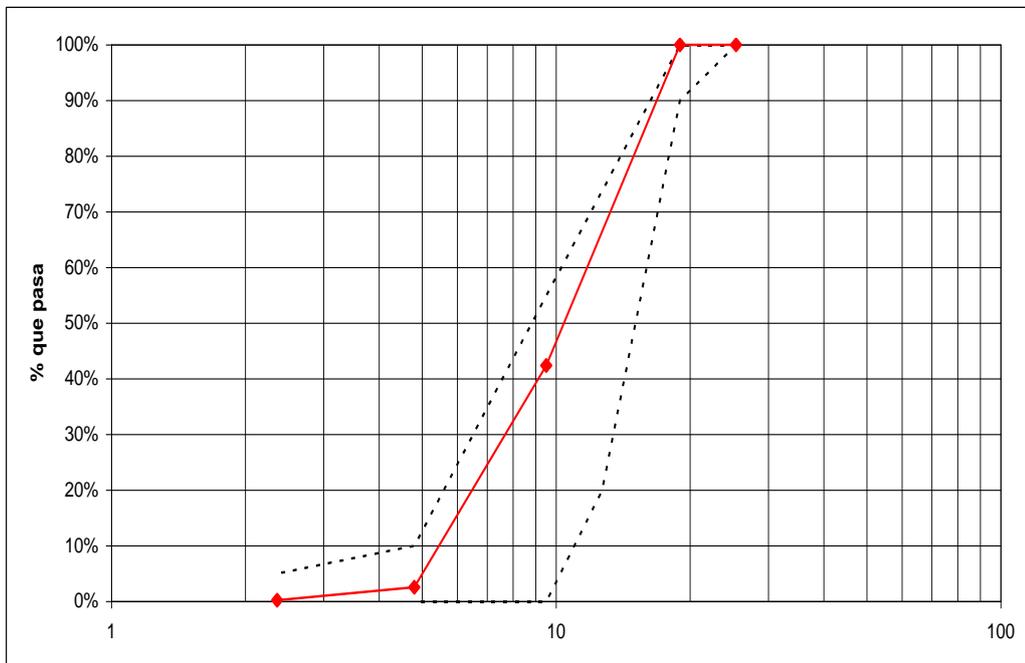
**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**



**MUESTRA** : AG. GRUESO HUSO 67 **Muestra N :** M-3  
**Peso de la Muestra** : 12000 g **Procedencia :** Cantera Jicamarca  
**Elaborado por** : ALBERO VILCHEZ

Tamices		Peso Retenido (gr)	%			REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AG. GRUESO HUSO 67	
MALLA	(mm)		Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% Que Pasa		
3"							
2 1/2"							
2"							
1 1/2"							
1"	25,4	0,0	0,00%	0,0%	100,0%	100,00%	100,00%
3/4"	19	0,0	0,00%	0,0%	100,0%	90,00%	100,00%
1/2"	12,7	3445,0	28,71%	28,7%	71,3%	0,00%	0,00%
3/8"	9,5	3465,0	28,88%	57,6%	42,4%	20%	55%
# 4	4,8	4784,0	39,87%	97,5%	2,5%	0%	10%
# 8	2,36	280,0	2,34%	99,8%	0,2%	0%	5%
fondo		26,0	0,22%	100%	0,0%		
<b>TOTAL</b>		12000,0	100,0%			<b>MODULO</b>	6,55



### 1.4.2.1.1. MÉTODOS DE COMBINACIÓN

Se Emplearon tres tipos de métodos de combinación para obtener la combinación correcta de los agregados.

- a Método Gráfico
- b Método Matemático
- c Mezcla de los agregados
- a Método Gráfico

Para este método se utiliza una hoja cuadrículada, en la parte superior se hallara el porcentaje de la piedra N° 5 y en la parte inferior se hallará el porcentaje de la piedra N° 67 al lado izquierdo se marcarán el porcentaje que pasa de la piedra de huso N° 5 al lado derecho se marcará el porcentaje que pasa de la piedra de huso N° 67.

La combinación que se debe de usar es la siguiente

P 5	=	28,05%
P 67	=	71,95%

La combinación que se debe de usar es la siguiente

P 5	=	29,47%
P 67	=	70,53%

La combinación que se debe de usar es la siguiente

P 5	=	28,46%
P 67	=	71,54%

### Cuadro Resumen Método Gráfico

ENSAYOS	% P 5	% P 67
1	28,05	71,95
2	29,47	70,53
3	28,46	71,54
PROMEDIO	29%	71%

#### b Método Matemático

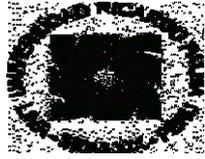
El método matemático consiste en realizar igualdades con los porcentajes especificados que pasan para la piedra de uso N° 57 tomando como variable el porcentaje de combinación

$$Z_a + Z_b = 1$$

Z<sub>a</sub> Porcentaje de combinación para el agregado A

Zb Porcentaje de combinación para el agregado B

Se despeja el  $Z_a$  y la ecuación va a depender de una variable después de despejar la variable  $Z_a$  para cada malla se procede a dibujar el porcentaje que de combinación para cada malla posteriormente se procede a seleccionar un rango de combinación, a continuación se realizara los cálculos:



UNIVERSIDAD  
RICARDO  
PALMA

INFORME DE ENSAYO DE  
AGREGADOS

MUESTRA : **AG. GRUESO HUSO 57**  
 PROCEDENCIA : CANTERA JICAMARCA  
 Peso de la Muestra : 12000 g

Muestra N : M-1  
 Hecho por A.VILCHEZ

$$Z_a + Z_b = 1 \quad Z_a = 1 - Z_b$$

Piedra 1"

$$\begin{array}{r} 95 < Z_a \times 100 + Z_b \times 84,2 < 100 \\ 95 < -15,8 Z_b + 100 < 100 \\ -5 < -15,8 Z_b < 0 \\ \hline 0,3165 > 1 \quad Z_b > 0 \end{array}$$

Piedra 3/4"

$$\begin{array}{r} 60 < Z_a \times 100 + Z_b \times 25,6 < 80 \\ 60 < -74,4 Z_b + 100 < 80 \\ -40 < -74,4 Z_b < -20 \\ \hline 0,5376 > 1 \quad Z_b > 0,26882 \end{array}$$

Piedra 1/2"

$$\begin{array}{r} 25 < Z_a \times 73,9 + Z_b \times 5,8 < 60 \\ 25 < -68,1 Z_b + 73,9 < 60 \\ -48,9 < -68,1 Z_b < -13,9 \\ \hline 0,7181 > 1 \quad Z_b > 0,20411 \end{array}$$

Piedra 3/8"

$$\begin{array}{r} 13 < Z_a \times 45,3 + Z_b \times 0,6 < 35 \\ 13 < -44,7 Z_b + 45,3 < 35 \\ -32,3 < -44,7 Z_b < -10,3 \\ \hline 0,7226 > 1 \quad Z_b > 0,23043 \end{array}$$

Piedra # 4

$$\begin{array}{r} 0 < Z_a \times 1,00 + Z_b \times 0 < 10 \\ 0 < -1 Z_b + 1 < 10 \\ -1 < -1 Z_b < 9 \\ \hline 1,0000 > 1 \quad Z_b > -9 \end{array}$$

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>	<b>INFORME DE ENSAYO DE AGREGADOS</b>	
	MUESTRA : <b>AG. GRUESO HUSO 57</b> PROCEDENCIA : CANTERA JICAMARCA Peso de la Muestra : 12000 gr		Muestra N : <b>M-2</b> Hecho por <b>A.VILCHEZ</b>

$$Z_a + Z_b = 1 \quad Z_a = 1 - Z_b$$

Piedra 1"

$$\begin{array}{r}
95 < Z_a \times 100 + Z_b \times 83,6 < 100 \\
95 < -16,4 Z_b + 100 < 100 \\
-5 < -16,4 Z_b < 0 \\
\hline
0,3049 > 1 \quad Z_b > 0
\end{array}$$

Piedra 3/4"

$$\begin{array}{r}
60 < Z_a \times 100 + Z_b \times 26 < 80 \\
60 < -74 Z_b + 100 < 80 \\
-40 < -74 Z_b < -20 \\
\hline
0,5405 > 1 \quad Z_b > 0,27027
\end{array}$$

Piedra 1/2"

$$\begin{array}{r}
25 < Z_a \times 75,1 + Z_b \times 4,4 < 60 \\
25 < -70,7 Z_b + 75,1 < 60 \\
-50,1 < -70,7 Z_b < -15,1 \\
\hline
0,7086 > 1 \quad Z_b > 0,21358
\end{array}$$

Piedra 3/8"

$$\begin{array}{r}
13 < Z_a \times 50,7 + Z_b \times 0,4 < 35 \\
13 < -50,3 Z_b + 50,7 < 35 \\
-37,7 < -50,3 Z_b < -15,7 \\
\hline
0,7495 > 1 \quad Z_b > 0,31213
\end{array}$$

Piedra # 4

$$\begin{array}{r}
0 < Z_a \times 4,80 + Z_b \times 0 < 10 \\
0 < -4,8 Z_b + 4,8 < 10 \\
-4,8 < -4,8 Z_b < 5,2 \\
\hline
1,0000 > 1 \quad Z_b > -1,0833
\end{array}$$

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>	<b>INFORME DE ENSAYO DE AGREGADOS</b>	
	MUESTRA : <b>AG. GRUESO HUSO 57</b> PROCEDENCIA : CANTERA JICAMARCA Peso de la Muestra : 12000 g		Muestra N : <b>M-3</b> Hecho por <b>A.VILCHEZ</b>

$$Z_a + Z_b = 1 \quad Z_a = 1 - Z_b$$

Piedra 1"

$$\begin{array}{r}
95 < Z_a \times 100 + Z_b \times 87,6 < 100 \\
95 < -12,4 Z_b + 100 < 100 \\
-5 < -12,4 Z_b < 0 \\
\hline
0,4032 > 1 \quad Z_b > 0
\end{array}$$

Piedra 3/4"

$$\begin{array}{r}
60 < Z_a \times 100 + Z_b \times 24 < 80 \\
60 < -76 Z_b + 100 < 80 \\
-40 < -76 Z_b < -20 \\
\hline
0,5263 > 1 \quad Z_b > 0,26316
\end{array}$$

Piedra 1/2"

$$\begin{array}{r}
25 < Z_a \times 71,3 + Z_b \times 4 < 60 \\
25 < -67,3 Z_b + 71,3 < 60 \\
-46,3 < -67,3 Z_b < -11,3 \\
\hline
0,6880 > 1 \quad Z_b > 0,1679
\end{array}$$

Piedra 3/8"

$$\begin{array}{r}
13 < Z_a \times 42,4 + Z_b \times 0,6 < 35 \\
13 < -41,8 Z_b + 42,4 < 35 \\
-29,4 < -41,8 Z_b < -7,4 \\
\hline
0,7033 > 1 \quad Z_b > 0,17703
\end{array}$$

Piedra # 4

$$\begin{array}{r}
0 < Z_a \times 2,50 + Z_b \times 0,2 < 10 \\
0 < -2,3 Z_b + 2,5 < 10 \\
-2,5 < -2,3 Z_b < 7,5 \\
\hline
1,0870 > 1 \quad Z_b > -3,2609
\end{array}$$

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>	<b>INFORME DE ENSAYO DE AGREGADOS</b>	
	MUESTRA : <b>AG. GRUESO HUSO 57</b> PROCEDENCIA : CANTERA JICAMARCA Peso de la Muestra : 12000 gr	<b>FECHA DE INSPECCIÓN : 20/07/2006</b> <b>Muestra N : M-3</b> <b>Hecho por A. Vilchez</b>	

$$Z_a + Z_b = 1 \quad Z_a = 1 - Z_b$$

Piedra 1"

$$\begin{array}{r}
95 < Z_a \times 100 + Z_b \times 87,6 < 100 \\
95 < -12,4 Z_b + 100 < 100 \\
-5 < -12,4 Z_b < 0 \\
\hline
0,4032 > 1 \quad Z_b > 0
\end{array}$$

Piedra 3/4"

$$\begin{array}{r}
60 < Z_a \times 100 + Z_b \times 24 < 80 \\
60 < -76 Z_b + 100 < 80 \\
-40 < -76 Z_b < -20 \\
\hline
0,5263 > 1 \quad Z_b > 0,26316
\end{array}$$

Piedra 1/2"

$$\begin{array}{r}
25 < Z_a \times 71,3 + Z_b \times 4 < 60 \\
25 < -67,3 Z_b + 71,3 < 60 \\
-46,3 < -67,3 Z_b < -11,3 \\
\hline
0,6880 > 1 \quad Z_b > 0,1679
\end{array}$$

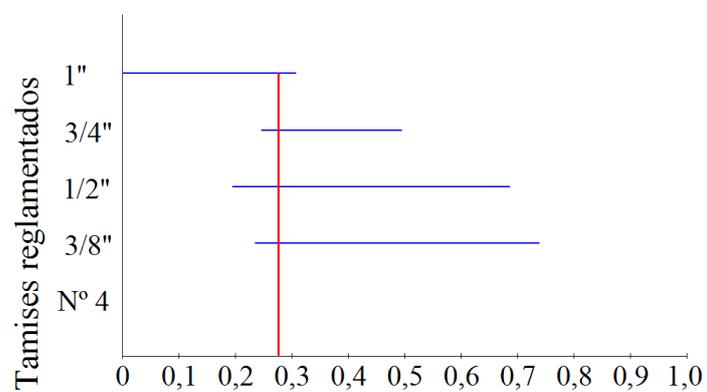
Piedra 3/8"

$$\begin{array}{r}
13 < Z_a \times 42,4 + Z_b \times 0,6 < 35 \\
13 < -41,8 Z_b + 42,4 < 35 \\
-29,4 < -41,8 Z_b < -7,4 \\
\hline
0,7033 > 1 \quad Z_b > 0,17703
\end{array}$$

Piedra # 4

$$\begin{array}{r}
0 < Z_a \times 2,50 + Z_b \times 0,2 < 10 \\
0 < -2,3 Z_b + 2,5 < 10 \\
-2,5 < -2,3 Z_b < 7,5 \\
\hline
1,0870 > 1 \quad Z_b > -3,2609
\end{array}$$

### GRÁFICO N° 1 MUESTRA 1

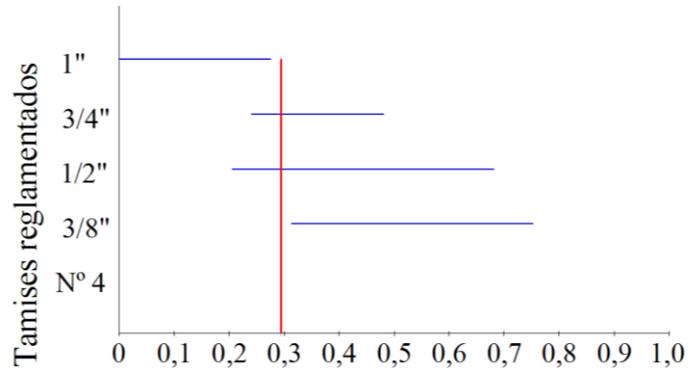


Porcentaje combinado de piedras de huso N° 5

La combinación que se debe de usar es la siguiente

P 5	=	27,68%
P 67	=	72,32%

### GRÁFICO N° 2 MUESTRA 2

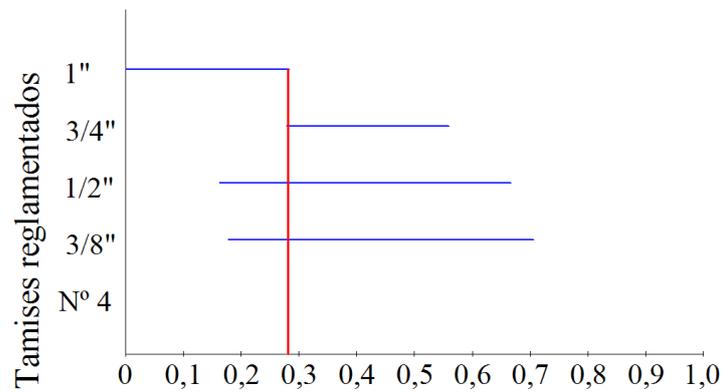


Porcentaje combinado de piedras de huso N°5

La combinación que se debe de usar es la siguiente

P 5	=	29,41%
P 67	=	70,59%

### GRÁFICO N° 3 MUESTRA 3



Porcentaje combinado de piedras de huso N°5

La combinación que se debe de usar es la siguiente

P 5	=	28,07%
P 67	=	71,93%

**Cuadro resumen Método Matemático**

ENSAYOS	% P 5	% P 67
1	27,68	72,32
2	24,91	75,09
3	28,07	71,93
PROMEDIO	27%	73%

**c Mezcla de Agregados**

A la luz de los conceptos detallados sobre granulometría y forma de caracterizarla numéricamente para optimizar las gradaciones, se deduce que la manera de introducir modificaciones granulométricas en los agregados es mezclándolos.

Existen muchos métodos matemáticos y gráficos para mezclar agregados, que en algunos casos permiten determinar la distribución granulométrica en peso y otros en volumen absoluto (que es la forma más adecuada), pero en este acápite desarrollaremos únicamente las expresiones matemáticas que permiten calcular la gradación resultante tanto en peso como en volumen absoluto dependiendo del uso que le demos.

Hay que partir de que el laboratorio al hacer pruebas de tamizado. Contamos con pesos retenidos en cada malla, que se convierten en porcentajes retenidos en cada malla referidos al peso total y que luego estos porcentajes se van acumulando para poder dibujar la curva granulométrica en escala semilogarítmica. Adicionalmente contamos con los pesos específicos de cada uno de los agregados que se desea mezclar.

En estas condiciones tenemos que la mezcla de agregados en peso en base a los porcentajes retenidos acumulativos en cada malla se deduce de la siguiente manera

$P_n$  = Peso retenido acumulativo del agregado P en la malla n.

$A_n$  = Peso retenido acumulativo del agregado A en la malla n.

$P_1$  = Peso total del agregado P a mezclarse.

$A_1$  = Peso total del agregado A a mezclarse.

$K$  = Proporción de mezcla en peso =  $P_1 / A_1$  ----- (1)

El porcentaje retenido acumulativo de la mezcla de P y A para la malla n viene dado por:

$$\% \text{ Mezcla en peso } (P+A)_n = \frac{P_n + A_n}{P_1 + A_1} \times 100 \text{ ----- (2)}$$

Pero de (1) se deduce que  $P_1 = K \times A_1$  y reemplazando en (2) se tiene:

$$\% \text{ Mezcla en peso } (P+A)_n = \frac{P_n + A_n}{A_1(K+1)} \times 100 = \frac{P_n}{A_1(K+1)} \times 100 + \frac{A_n}{A_1(K+1)} \times 100$$

$$\% \text{ Mezcla en peso } (P+A)_n = \frac{KP_n}{A_1(K+1)} \times 100 \text{ ----- (3)}$$

Pero por otro lado

$$\frac{P_n}{P_1} \times 100 = \% P_n = \% \text{ Retenido acumulativo del agregado P en la malla n --- (4)}$$

$$\frac{A_n}{A_1} \times 100 = \% A_n = \% \text{ Retenido acumulativo del agregado P en la malla n -- (5)}$$

Se concluye reemplazando (1) y (2) en (3) que el porcentaje retenido acumulativo de la mezcla de los agregados P y A en peso para la malla n, en la proporción K viene dada por:

$$\% \text{ Mezcla en peso (P + A)}_n = \frac{K\%P_n + \%A_n}{K+1} \text{----- (6)}$$

Esta expresión se puede usar sin problemas para calcular mezclas de agregados de peso específico similar ya que como hemos explicado, no se introduce mucho error en comparación con hacerla en volumen absoluto, pero cuando varían mucho se deben utilizar las siguientes expresiones:

Sea:

$P_n$  = Peso retenido acumulativo del agregado P en la malla n.

$A_n$  = Peso retenido acumulativo del agregado A en la malla n.

$\%P_n$  = % retenido acumulativo del agregado P en la malla n en peso.

$\%A_n$  = % retenido acumulativo del agregado A en la malla n en peso.

$VP_n$  = Volumen absoluto acumulativo del agregado P en la malla n.

$VA_n$  = Volumen absoluto acumulativo del agregado A en la malla n.

$\%VP_n$  = % retenido acum. del agregado P en la malla n en volumen absoluto.

$\%VA_n$  = % retenido acum. del agregado A en la malla n en volumen absoluto.

$P_1$  = Peso acumulativo total del agregado P

$A_t$  = Peso acumulativo total del agregado A

$G_p$  = Gravedad específica de agregado P.

$G_a$  = Gravedad específica del agregado A.

Tenemos que:

$$VP_n = P_n / G_p \text{ ----- (7) y } VA_n = A_n / G_a \text{ ----- (8)}$$

$K = P_1 / A_1$  = Proporción de mezcla en peso

$$Z = \frac{P_1/G_p}{A_1/G_a} = K \frac{G_a}{G_p}$$

$$Z = K \frac{G_a}{G_f} \text{ proporción de mezcla en volumen absoluto ----- (9)}$$

Con estas consideraciones, tendremos que el % Retenido acumulativo de la mezcla de P y A para la malla n en volumen absoluto será:

$$\% \text{ Mezcla (P + A)}_n = \frac{P_n/G_p + A_n/G_a}{P_t/G_p + A_t/G_a} \times 100 \text{ ----- (10)}$$

En volumen absoluto

Remplazando (9) en (10) y simplificando se obtiene:

$$\% \text{ Mezcla (P + A)}_n = \frac{Z\%P_n + \%A_n}{Z+1}$$

En volumen absoluto

Si los pesos específicos son iguales o muy similares, se tiene que  $Z = K$  y la fórmula (11) adquiere la misma expresión que la (6), verificándose pues matemáticamente que en estos casos mezclar en peso o en volumen absoluto producen la misma distribución granulométrica.

Se realizaron tres ensayos utilizando este método los cuales se muestran a continuación.





LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CÁLCULO DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Tamiz	Piedra # 5 Ga = 2,77			Piedra # 67 Gp = 2,68			Combinación	
	Peso en g.	% Ret. Indv.	% Ret. Acum.	Peso en g.	% Ret. Indv.	% Ret. Acum.	70% P 67 30% P 5 en peso K = 2,333	70% P 67 30% P 5 en volumen Z = 2,412
3	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		
1 1/2"	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1"	1580	15,8	15,8	0	0,0	0,0	4,7	4,6
3/4"	5860	58,6	74,4	0	0,0	0,0	22,3	21,8
1/2"	1980	19,8	94,2	3130	26,1	26,1	46,5	46,0
3/8"	520	5,2	99,4	3430	28,6	54,7	68,1	67,8
# 4	60	0,6	100,0	5320	44,3	99,0	99,3	99,3
# 8	0	0,0	100,0	100	0,8	99,8	99,9	99,9
fond.	0	0,0	100,0	20	0,2	100,0	100,0	100,0
		0,0	100,0	0	0,0	100,0	100,0	100,0
		0,0	100,0	0	0,0	100,0	100,0	100,0
total	10000	100	M. F. 7,74	12000	100	M. F. 6,54	M. F. 6,41	M. F. 6,39

$$\% \text{ Mezcla } (P + A)_n \text{ en volumen absoluto} = \frac{Z\%P_n + \%A_n}{Z + 1}$$

P<sub>n</sub> = Peso retenido acumulativo del agregado P en la malla n.

A<sub>n</sub> = Peso retenido acumulativo del agregado A en la malla n.

% P<sub>n</sub> = % Peso retenido acumulativo del agregado P en la malla n en peso.

% A<sub>n</sub> = % Peso retenido acumulativo del agregado A en la malla n en peso.

$$\% \text{ Mezcla } (P + A)_n \text{ en peso} = \frac{K\%P_n + \%A_n}{K + 1}$$

P<sub>n</sub> = Peso retenido acumulativo del agregado P en la malla n.

A<sub>n</sub> = Peso retenido acumulativo del agregado A en la malla n.

P<sub>t</sub> = Peso total del agregado P a mezclarse.

A<sub>t</sub> = Peso total del agregado A a mezclarse.

K = Proporción de mezcla en peso = P<sub>t</sub> / A<sub>t</sub>

**70% P 67 30% P 5 en peso**

Para la Malla 1 1/2"  $\% \text{ Mezcla en peso } = \frac{K\%P_{1\ 1/2} + \%A_{1\ 1/2}}{K + 1}$

K = 2,333

$\% \text{ Mezcla en peso } = \frac{\quad}{\quad} = \boxed{0,00}$

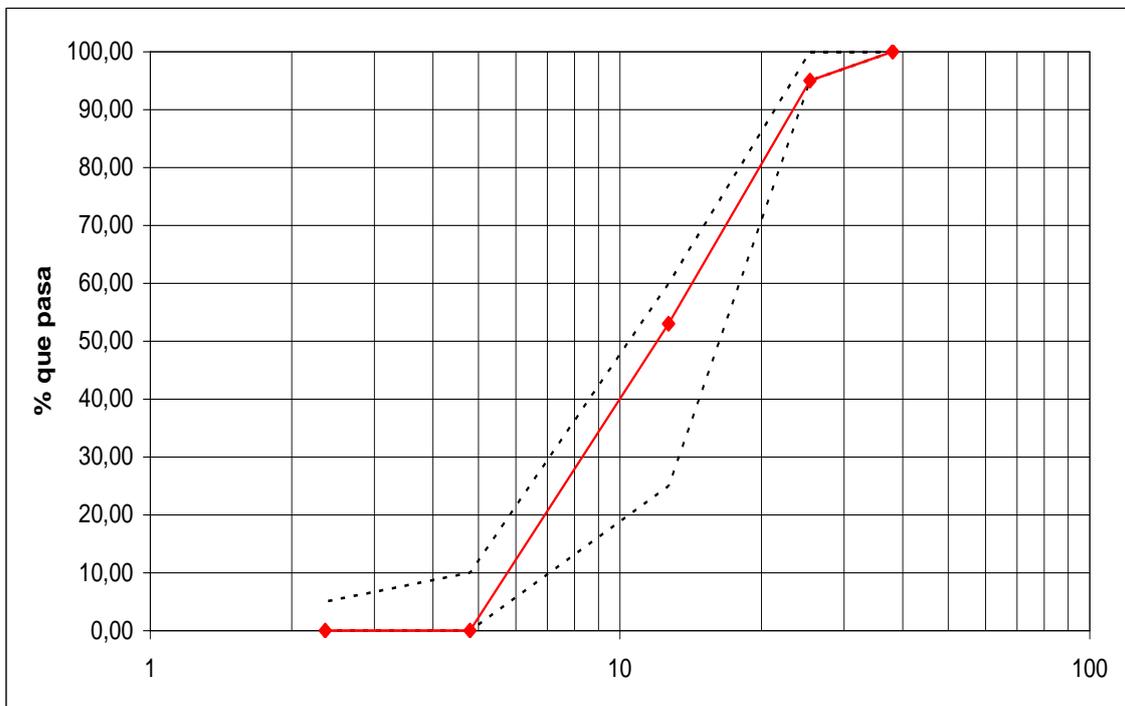
**70% P 67 30% P 5 en volumen**

Para la Malla 1 1/2"  $\% \text{ Mezcla en Volumen } = \frac{Z\%P_{1\ 1/2} + \%A_{1\ 1/2}}{Z + 1}$

Z = 2,412

$\% \text{ Mezcla en Volumen } = \frac{\quad}{\quad} = \boxed{0,00}$

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
		MUESTRA : AG. GRUESO HUSO 57		Muestra N : M-1			
		Peso de la Muestra :		Procedencia : Cantera Jicamarca			
		Elaborado por : ALBERTO VILCHEZ					
Tamices		Peso Retenido (g)	%			REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AG. GRUESO HUSO Nº57 (%)	
MALLA	(mm)		Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	% Que Pasa		
3"							
2 1/2"							
2"							
1 1/2"	38,1	-	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1"	25,4	4,7	5,00	5,00	95,00	95,00	100,00
1/2"	12,7	41,8	42,00	47,00	53,00	25,00	60,00
# 4	4,8	52,8	53,00	100,00	0,00	0,00	10,00
# 8	2,36	0,6	0,00	100,00	0,00	0,00	5,00
fondo		0,0	0,00	100,00	0,00		
<b>TOTAL</b>		99,9	100,00			<b>MÓDULO</b>	6,52







LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CÁLCULO DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Tamiz	Piedra # 5 Ga = 2,77			Piedra # 67 Gp = 2,68			Combinación	
	Peso en g.	% Ret. Indv.	% Ret. Acum.	Peso en g.	% Ret. Indv.	% Ret. Acum.	70% P 67 30% P 5 en peso K = 2,333	70% P 67 30% P 5 en volumen Z = 2,412
3	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		
1 1/2"	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1"	1640	16,4	16,4	0	0,0	0,0	4,9	4,8
3/4"	5760	57,6	74,0	0	0,0	0,0	22,2	21,7
1/2"	2160	21,6	95,6	2990	24,9	24,9	46,1	45,6
3/8"	400	4,0	99,6	2930	24,4	49,3	64,4	64,1
# 4	40	0,4	100,0	5500	45,8	95,2	96,6	96,6
# 8	0	0,0	100,0	240	2,0	97,2	98,0	98,0
fond.	0	0,0	100,0	340	2,8	100,0	100,0	100,0
		0,0	100,0	0	0,0	100,0	100,0	100,0
		0,0	100,0	0	0,0	100,0	100,0	100,0
total	10000	100	M. F. 7,74	12000	100	M. F. 6,45	M. F. 6,32	M. F. 6,31

$$\% \text{ Mezcla } (P + A)_n = \frac{Z\%P_n + \%A_n}{Z + 1}$$

en volumen absoluto

P<sub>n</sub> = Peso retenido acumulativo del agregado P en la malla n.  
 A<sub>n</sub> = Peso retenido acumulativo del agregado A en la malla n.  
 % P<sub>n</sub> = % Peso retenido acumulativo del agregado P en la malla n en peso.  
 % A<sub>n</sub> = % Peso retenido acumulativo del agregado A en la malla n en peso.

$$\% \text{ Mezcla } (P + A)_n = \frac{K\%P_n + \%A_n}{K + 1}$$

en peso

P<sub>n</sub> = Peso retenido acumulativo del agregado P en la malla n.  
 A<sub>n</sub> = Peso retenido acumulativo del agregado A en la malla n.  
 P<sub>t</sub> = Peso total del agregado P a mezclarse.  
 A<sub>t</sub> = Peso total del agregado A a mezclarse.  
 K = Proporción de mezcla en peso = P<sub>t</sub> / A<sub>t</sub>

**70% P 67 30% P 5 en peso**

Para la Malla 1 1/2"  $\% \text{ Mezcla en peso } = \frac{K\%P_{1\ 1/2} + \%A_{1\ 1/2}}{K + 1}$

K = 2,333

$\% \text{ Mezcla en peso } = \frac{2,333\%P_{1\ 1/2} + \%A_{1\ 1/2}}{2,333 + 1} = 0,00$

**70% P 67 30% P 5 en volumen**

Para la Malla 1 1/2"  $\% \text{ Mezcla en Volumen } = \frac{Z\%P_{1\ 1/2} + \%A_{1\ 1/2}}{Z + 1}$

Z = 2,412

$\% \text{ Mezcla en Volumen } = \frac{2,412\%P_{1\ 1/2} + \%A_{1\ 1/2}}{2,412 + 1} = 0,00$

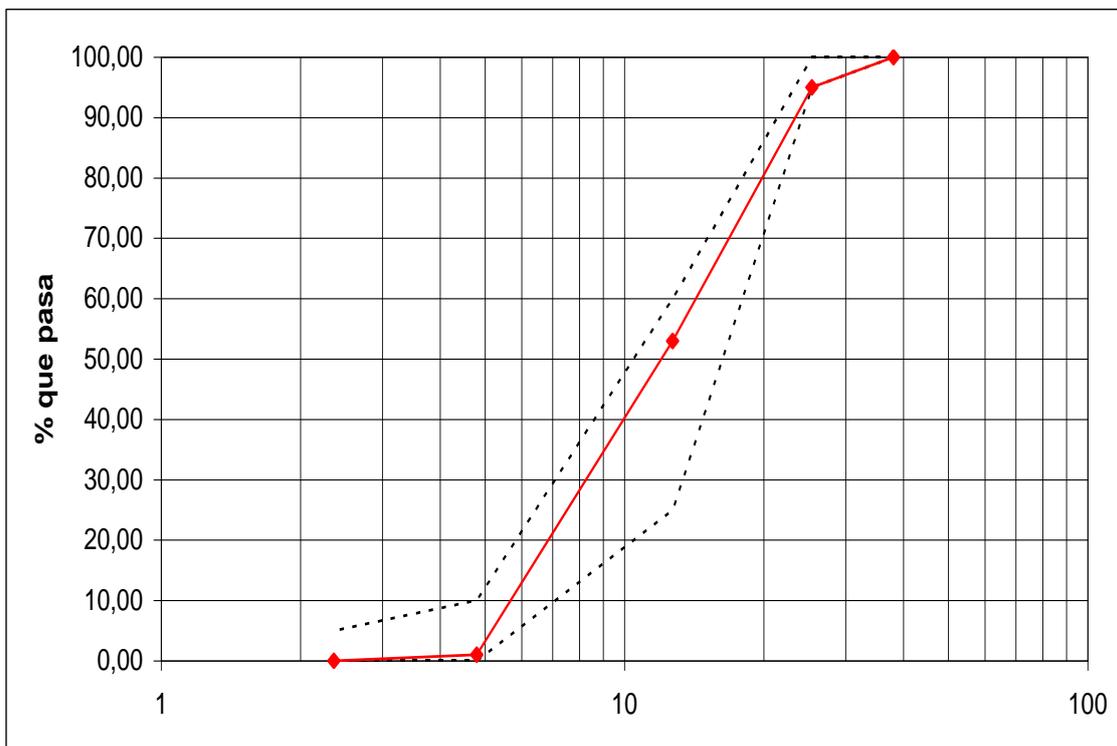
**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**



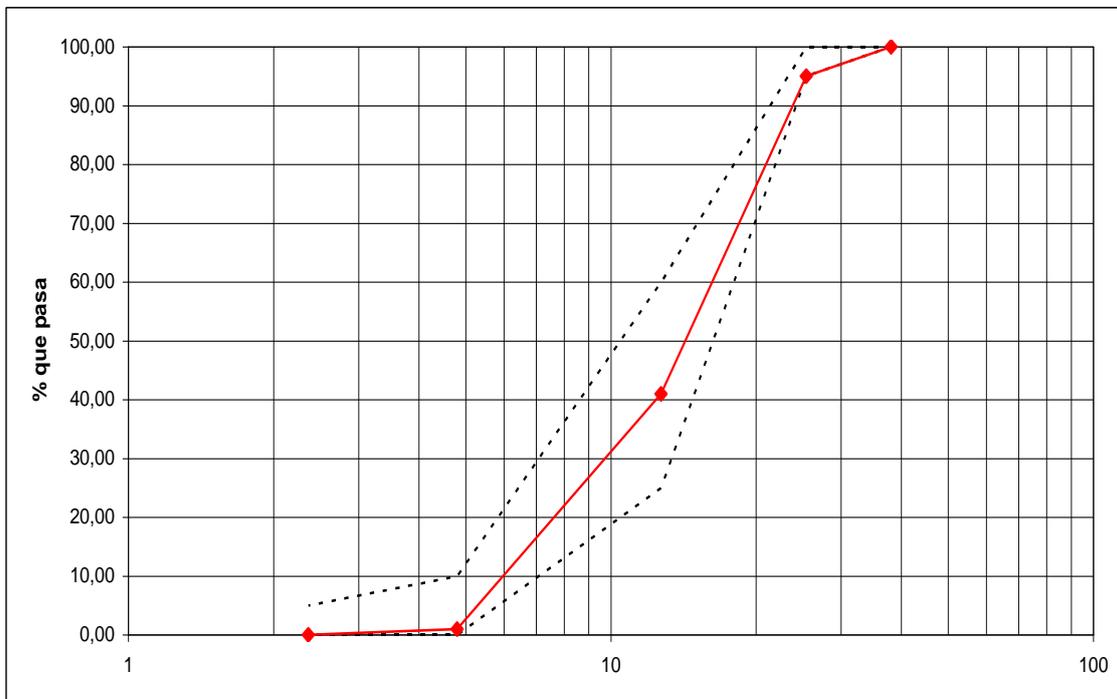
**MUESTRA** : AG. GRUESO HUSO 57 **Muestra N :** M-2  
**Peso de la Muestra :** **Procedencia :** Cantera Jicamarca  
**Elaborado por :** ALBERTO VILCHEZ

Tamices		Peso Retenido (g)	%			REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AG. GRUESO HUSO Nº57 (%)	
MALLA	(mm)		Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	% Que Pasa		
3"							
2 1/2"							
2"							
1 1/2"	38,1	-	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1"	25,4	4,9	5,00	5,00	95,00	95,00	100,00
1/2"	12,7	41,2	42,00	47,00	53,00	25,00	60,00
# 4	4,8	50,5	52,00	99,00	1,00	0,00	10,00
# 8	2,36	1,4	1,00	100,00	0,00	0,00	5,00
fondo		0,0	0,00	100,00	0,00		
<b>TOTAL</b>		98,0	100,00			<b>MÓDULO</b>	6,51





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
		<b>MUESTRA</b> : AG. GRUESO HUSO 57		<b>Muestra N :</b> M-3			
		<b>Peso de la Muestra</b> :		<b>Procedencia :</b> Cantera Jicamarca			
		<b>Elaborado por</b> :		ALBERTO VILCHEZ			
Tamices		Peso Retenido (g)	%			REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AG. GRUESO HUSO Nº57 (%)	
MALLA	(mm)		Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	% Que Pasa		
3"							
2 1/2"							
2"							
1 1/2"	38,1	-	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1"	25,4	5,5	5,00	5,00	95,00	95,00	100,00
1/2"	12,7	52,9	54,00	59,00	41,00	25,00	60,00
# 4	4,8	40,2	40,00	99,00	1,00	0,00	10,00
# 8	2,36	1,3	1,00	100,00	0,00	0,00	5,00
fondo		0,0	0,00	100,00	0,00		
<b>TOTAL</b>		99,8	100,00			<b>MÓDULO</b>	6,63





LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CÁLCULO DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Tamiz	Piedra # 5 Ga = 2.77			Piedra # 67 Gp = 2.68			Combinación	
	Peso en g.	% Ret. Indv.	% Ret. Acum.	Peso en g.	% Ret. Indv.	% Ret. Acum.	70% P 67 30% P 5 en peso K = 2.333	70% P 67 30% P 5 en volumen Z = 2.412
3	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0		
1 1/2"	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	1640	16.4	16.4	0	0.0	0.0	4.9	4.8
3/4"	5760	57.6	74.0	0	0.0	0.0	22.2	21.7
1/2"	2160	21.6	95.6	2990	24.9	24.9	46.1	45.6
3/8"	400	4.0	99.6	2930	24.4	49.3	64.4	64.1
# 4	40	0.4	100.0	5500	45.8	95.2	96.6	96.6
# 8	0	0.0	100.0	240	2.0	97.2	98.0	98.0
fond.	0	0.0	100.0	340	2.8	100.0	100.0	100.0
		0.0	100.0	0	0.0	100.0	100.0	100.0
		0.0	100.0	0	0.0	100.0	100.0	100.0
total	10000	100	M. F. 7.74	12000	100	M. F. 6.45	M. F. 6.32	M. F. 6.31

$$\% \text{ Mezcla (P + A)}_n = \frac{Z\%P_n + \%A_n}{Z + 1}$$

en volumen absoluto

P<sub>n</sub> = Peso retenido acumulativo del agregado P en la malla n.  
 A<sub>n</sub> = Peso retenido acumulativo del agregado A en la malla n.  
 % P<sub>n</sub> = % Peso retenido acumulativo del agregado P en la malla n en peso.  
 % A<sub>n</sub> = % Peso retenido acumulativo del agregado A en la malla n en peso.

$$\% \text{ Mezcla (P + A)}_n = \frac{K\%P_n + \%A_n}{K + 1}$$

en peso

P<sub>n</sub> = Peso retenido acumulativo del agregado P en la malla n.  
 A<sub>n</sub> = Peso retenido acumulativo del agregado A en la malla n.  
 P<sub>t</sub> = Peso total del agregado P a mezclarse.  
 A<sub>t</sub> = Peso total del agregado A a mezclarse.  
 K = Proporción de mezcla en peso = P<sub>t</sub> / A<sub>t</sub>

**70% P 67 30% P 5 en peso**

Para la Malla 1 1/2"  $\% \text{ Mezcla en peso (P + A)}_{1\ 1/2"} = \frac{K\%P_{1\ 1/2} + \%A_{1\ 1/2}}{K + 1}$

K = 2.333

$\% \text{ Mezcla en peso (P + A)}_{1\ 1/2"} = \frac{2.333\%P_{1\ 1/2} + \%A_{1\ 1/2}}{2.333 + 1} = 0.00$

**70% P 67 30% P 5 en volumen**

Para la Malla 1 1/2"  $\% \text{ Mezcla en Volumen (P + A)}_{1\ 1/2"} = \frac{Z\%P_{1\ 1/2} + \%A_{1\ 1/2}}{Z + 1}$

Z = 2.412

$\% \text{ Mezcla en Volumen (P + A)}_{1\ 1/2"} = \frac{2.412\%P_{1\ 1/2} + \%A_{1\ 1/2}}{2.412 + 1} = 0.00$

### 1.4.2.2. MÓDULO DE FINURA

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

$$\text{Módulo de Finura (m.g.)} = \frac{\sum \% \text{retenido acumulado en serie estándar}}{100}$$

Muestra N° 1.

$$mg = \frac{24+68+99+500}{100} = 692$$

Muestra N° 2.

$$mg = \frac{25+66+99+500}{100} = 690$$

Muestra N° 3.

$$mg = \frac{22+70+98+500}{100} = 690$$

### **PROMEDIO DE MÓDULO DE FINURA**

<b>MUESTRA</b>	<b>mg</b>
1	6,92
2	6,90
3	6,90
<b>PROMEDIO</b>	<b>6,91</b>

#### **1.4.2.3. 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. A continuación se muestra las expresiones que se utilizan para calcular los tres estados de pesos específicos al igual como hemos aplicado anteriormente con el agregado fino.

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

$$\text{Peso específico de masa saturado superficialmente (G<sub>ss</sub>)} = \frac{B}{B-C}$$

$$\text{Peso específico aparente (G<sub>a</sub>)} = \frac{A}{(A-C)}$$

#### 1.4.2.4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.

Se denomina así a la relación de la disminución de masa 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.

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



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

AGREGADO GRUESO

Tipo de agregado: **Piedra chancada Huso 67**  
Procedencia: **Cantera Jicamarca**  
Peso de la muestra: **5000 g**

Norma :**N.T.P. 400.022**  
Muestra : **N° M - 1**  
Hecho por:**A Vilchez**

DESCRIPCIÓN	SÍM	CANT	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5000	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3775,1	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		619,4	g
PESO DEL MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3155,7	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4951,2	g

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA

$$\left( \frac{A}{B - C} \right)$$

2,68 g/cm<sup>3</sup>

2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO

$$\left( \frac{B}{B - C} \right)$$

2,71 g/cm<sup>3</sup>

3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE

$$\left( \frac{A}{A - C} \right)$$

2,76 g/cm<sup>3</sup>

4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

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

0,99 %



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

AGREGADO GRUESO

Tipo de agregado: **Piedra chancada Huso 67**

Procedencia: **Cantera Jicamarca**

Peso de la muestra: **5000 g**

Norma :**N.T.P. 400.022**

Muestra : **N° M - 2**

Hecho por:**A Vilchez**

DESCRIPCIÓN	SÍM	CANT	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5000	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3772,6	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		619,4	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3153,2	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4948,4	g

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA

$$\left( \frac{A}{B - C} \right)$$

2,68 g/cm<sup>3</sup>

2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO

$$\left( \frac{B}{B - C} \right)$$

2,71 g/cm<sup>3</sup>

3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE

$$\left( \frac{A}{A - C} \right)$$

2,76 g/cm<sup>3</sup>

4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

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

1,04 %



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

AGREGADO GRUESO

Tipo de agregado: **Piedra chancada Huso 67**  
Procedencia: **Cantera Jicamarca**  
Peso de la muestra: **5000 g**

Norma :**N.T.P. 400.022**  
Muestra : **N° M - 3**  
Hecho por:**A Vilchez**

DESCRIPCIÓN	SÍM	CANT	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5000	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3774,5	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		618,2	g
PESO DEL MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3156,3	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4953,1	g

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA

$$\left( \frac{A}{B - C} \right)$$

2,69 g/cm<sup>3</sup>

2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO

$$\left( \frac{B}{B - C} \right)$$

2,71 g/cm<sup>3</sup>

3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE

$$\left( \frac{A}{A - C} \right)$$

2,76 g/cm<sup>3</sup>

4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

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

0,95 %





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

AGREGADO GRUESO

Norma :N.T.P. 400.02

Tipo de agregado: **Piedra chancada Huso 5**

Procedencia: **Cantera Jicamarca**

Peso de la muestra: **5000 gr**

Muestra : **N° M - 1**

Hecho por: **A Vilchez**

DESCRIPCIÓN	SÍM	CANT	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5000	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3827,25	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		619,35	g
PESO DEL MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3207,9	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4971,6	g

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA

$$\left( \frac{A}{B - C} \right)$$

2,77 g/cm<sup>3</sup>

2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO

$$\left( \frac{B}{B - C} \right)$$

2,79 g/cm<sup>3</sup>

3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE

$$\left( \frac{A}{A - C} \right)$$

2,82 g/cm<sup>3</sup>

4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

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

0,57 %





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

AGREGADO GRUESO

Norma :N.T.P. 400.022

Tipo de agregado: **Piedra chancada Huso 5**

Muestra : **N° M - 2**

Procedencia: **Jicamarca**

Hecho Por: **A Vilchez**

Peso de la muestra: **5000 g**

DESCRIPCIÓN	SÍM	CANT	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5000	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3822.45	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		619.35	g
PESO DEL MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3203.1	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4970.9	g

#### 1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA

$$\left( \frac{A}{B - C} \right)$$

2.77 g/cm<sup>3</sup>

#### 2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO

$$\left( \frac{B}{B - C} \right)$$

2.78 g/cm<sup>3</sup>

#### 3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE

$$\left( \frac{A}{A - C} \right)$$

2.81 g/cm<sup>3</sup>

#### 4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

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

0.59 %



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

AGREGADO GRUESO

Tipo de agregado: **Piedra chancada Huso 5**  
Procedencia: **Cantera Jicamarca**  
Peso de la muestra: **5000 g**

Norma : **N.T.P. 400.022**  
Muestra : **N° M - 3**  
Hecho por: **A Vilchez**

DESCRIPCIÓN	SÍM	CANT	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5000	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3824.3	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		619.35	g
PESO DEL MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3204.95	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4969.4	g

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA

$$\left( \frac{A}{B - C} \right)$$

2.77 g/cm<sup>3</sup>

2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO

$$\left( \frac{B}{B - C} \right)$$

2.79 g/cm<sup>3</sup>

3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE

$$\left( \frac{A}{A - C} \right)$$

2.82 g/cm<sup>3</sup>

4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

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

0.62 %



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Tipo de agregado: **Piedra chancada Huso 67**  
Procedencia: **Cantera Jicamarca**  
Peso de la muestra: **5000 g**

Norma :**N.T.P. 400.022**  
Hecho por:**A Vilchez**

PROMEDIO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

ENSAYO	FÓRMULA	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso Específico de Masa	$A/(B - C)$	g/cm <sup>3</sup>	2.68	2.68	2.69	<b>2.68</b>
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente	$B/(B-C)$	g/cm <sup>3</sup>	2.71	2.71	2.71	<b>2.71</b>
Peso Específico de Aparente	$A/ (A - C)$	g/cm <sup>3</sup>	2.76	2.76	2.76	<b>2.76</b>
Porcentaje de Absorción	$100 X((B - A)/A)$	%	0.99	1.04	0.95	<b>0.99</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Tipo de agregado: **Piedra chancada Huso 5**  
Procedencia: **Cantera Jicamarca**  
Peso de la muestra: **5000 g**

Norma :**N.T.P. 400.022**  
Hecho por:**A Vilchez**

PROMEDIO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

ENSAYO	FÓRMULA	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso Específico de Masa	$A/(B - C)$	g/cm <sup>3</sup>	2.77	2.77	2.77	<b>2.77</b>
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente	$B/(B-C)$	g/cm <sup>3</sup>	2.79	2.78	2.79	<b>2.79</b>
Peso Específico de Aparente	$A/ (A - C)$	g/cm <sup>3</sup>	2.82	2.81	2.82	<b>2.82</b>
Porcentaje de Absorción	$100 X((B - A)/A)$	%	0.57	0.59	0.62	<b>0.59</b>

#### **1.4.2.5. PESO UNITARIO**

El peso unitario del agregado grueso, al igual que el agregado fino, 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, expresado en  $\text{kg/m}^3$ . Es una característica importante del concreto, porque es índice de propiedades que a su vez influyen decisivamente en el empleo que se le da. 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 reconoce dos grados: suelto y compactado.

- I. 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 desborde 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.

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

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

- II. 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.

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

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





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

AGREGADO GRUESO

Norma :N.T.P. 400.017

Tipo de agregado: **Piedra chancada Huso 67**

Muestra : **N° M - 1**

Procedencia: **Cantera Jicamarca**

Hecho por: **A Vilchez**

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		19.46	19.64	19.56		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	5.58	5.58		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	13.88	14.06	13.98		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.82	14.82	14.82		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.24	9.24	9.24		Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	108.00	108.03	108.03		m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 500	1519	1510	<b>1 510</b>	<b>Kg/ m<sup>3</sup></b>

$$PUS = f \times Ws$$

PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		20.68	20.82	20.84		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	5.58	5.58		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	15.10	15.24	15.26		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.82	14.82	14.82		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.24	9.24	9.24		Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	108.00	108.03	108.03		m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1631	1646	1649	<b>1 642</b>	<b>Kg/ m<sup>3</sup></b>

$$PUS = f \times Wc$$





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

AGREGADO GRUESO

Norma : N.T.P. 400.017

Tipo de agregado: Piedra chancada Huso 67

Muestra : N° M - 2

Procedencia: Cantera Jicamarca

Hecho por :A Vilchez

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		19.58	19.46	19.44		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	5.58	5.58		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	14.00	13.88	13.86		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.82	14.82	14.82		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.24	9.24	9.24		Kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.03	108.03	108.03		m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1513	1500	1497	1 503	Kg/ m <sup>3</sup>

$$PUS = f \times Ws$$

PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		20.56	20.58	20.54		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	5.58	5.58		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	14.98	15.00	14.96		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.82	14.82	14.82		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.24	9.24	9.24		Kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.03	108.03	108.03		m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1618	1621	1616	1 618	Kg/ m <sup>3</sup>

$$PUC = f \times Wc$$





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

AGREGADO GRUESO

Norma :N.T.P. 400.017

Tipo de agregado: **Piedra chancada Huso 67**

Muestra : N° **M - 3**

Procedencia: **Cantera Jicamarca**

Hecho Por: **A Vilchez**

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		19.60	19.50	19.50		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	5.58	5.58		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	14.02	13.92	13.92		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.82	14.82	14.82		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.24	9.24	9.24		Kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.03	108.03	108.03		m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1515	1504	1504	<b>1507</b>	<b>kg/ m<sup>3</sup></b>

$$PUS = f \times Ws$$

PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		20.62	20.56	20.54		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	5.58	5.58		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	15.04	14.98	14.96		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.82	14.82	14.82		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.24	9.24	9.24		Kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.03	108.03	108.03		m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1625	1618	1616	<b>1620</b>	<b>kg/ m<sup>3</sup></b>

$$PUC = f \times Wc$$





**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**PROMEDIO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO**

Tipo de agregado: **Piedra Huso 67**  
Procedencia: **Cantera Jicamarca**

Norma : **N.T.P. 400.017**  
Hecho por: **A Vilchez**

**PESO UNITARIO SUELTO**

	<b>M-1 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>M-2 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>M-3 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>PROM Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>MUESTRA 1</b>	1500	1519	1510	1510
<b>MUESTRA 2</b>	1512	1500	1497	1503
<b>MUESTRA 3</b>	1515	1504	1504	1508
				<b>1507</b>

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

	<b>M-1 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>M-2 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>M-3 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>PROM Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>MUESTRA 1</b>	1631	1646	1649	1642
<b>MUESTRA 2</b>	1618	1621	1616	1618
<b>MUESTRA 3</b>	1625	1618	1616	1620
				<b>1627</b>





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

AGREGADO GRUESO

Norma :N.T.P. 400.017

Tipo de agregado: Piedra Huso 5

Muestra : N° M - 1

Procedencia: Cantera Jicamarca

Hecho por: A Vilchez

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		18.70	18.80	18.60		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.59	5.59	5.59		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	13.11	13.21	13.01		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.70	14.70	14.70		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.11	9.11	9.11		Kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	109.60	109.55	109.55		m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1436	1447	1426	1436	Kg/ m <sup>3</sup>

$$PUS = f \times Ws$$

PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		19.90	20.56	19.94		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.59	5.59	5.59		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	14.31	14.98	14.35		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.70	14.82	14.70		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.112	9.24	9.11		Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	109.60	108.03	109.55		m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1568	1579	1572	1573	Kg/ m <sup>3</sup>

$$PUC = f \times Wc$$





**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO**

**AGREGADO GRUESO**

Norma : **N.T.P. 400.017**

Tipo de agregado: **Piedra Huso 5**

Muestra : **Nº M - 2**

Procedencia: **Jicamarca**

Hecho por: **A Vilchez**

**PESO UNITARIO SUELTO**

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		25.60	25.70	25.70		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.94	5.94	5.94		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	19.66	19.76	19.76		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		20.04	20.04	20.04		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.10	14.10	14.10		Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	70.796	70.796	70.796		m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1392	1399	1399	<b>1397</b>	<b>Kg/ m<sup>3</sup></b>

$$PUS = f \times Ws$$

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		28.26	28.24	28.28		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.940	5.94	5.94		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	22.32	22.30	22.34		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		20.04	20.04	20.04		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.100	14.10	14.10		Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	70.796	70.796	70.796		m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1580	1579	1582	<b>1580</b>	<b>Kg/ m<sup>3</sup></b>

$$PUC = f \times Wc$$





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

AGREGADO GRUESO

Norma : N.T.P. 400.017

Tipo de agregado: Piedra Huso 5

Muestra : N° M - 3

Procedencia: Cantera Jicamarca

Hecho por: A Vilchez

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		25.60	25.70	25.70		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.94	5.94	5.94		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	19.66	19.76	19.76		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		20.04	20.04	20.04		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.10	14.10	14.10		Kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	70.796	70.796	70.796		m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1392	1399	1399	1397	Kg/ m <sup>3</sup>

$$PUS = f \times Ws$$

PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD				UND
		M - 1	M - 2	M - 3	PROM	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		28.26	28.24	28.28		Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.940	5.94	5.94		Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	22.32	22.30	22.34		Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		20.04	20.04	20.04		Kg
PESO DEL AGUA	Wa	14.100	14.10	14.10		Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	70.796	70.796	70.796		m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1580	1579	1582	1580	Kg/ m <sup>3</sup>

$$PUC = f \times Wc$$



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**PROMEDIO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO**

Tipo de agregado: **Piedra Huso 5**

Norma : **N.T.P. 400.017**

Procedencia: **Cantera Jicamarca**

Hecho por: **A Vilchez**

**PESO UNITARIO SUELTO**

	<b>M-1 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>M-2 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>M-3 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>PROM Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>MUESTRA 1</b>	1436	1447	1426	1436
<b>MUESTRA 2</b>	1568	1579	1572	1573
<b>MUESTRA 3</b>	1513	1500	1497	1503
				<b>1504</b>

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

	<b>M-1 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>M-2 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>M-3 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>PROM Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>MUESTRA 1</b>	1568	1579	1572	1573
<b>MUESTRA 2</b>	1618	1621	1616	1618
<b>MUESTRA 3</b>	1580	1579	1582	1580
				<b>1591</b>

#### 1.4.2.6 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.

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



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**

Tipo de agregado	: <b>Piedra chancada</b>	Norma : <b>N.T.P. 339.185</b>
Procedencia	: <b>Cantera Jicamarca</b>	Hecho por : <b>A. Vilchez</b>
Peso de la muestra	: <b>5000 g.</b>	

Muestra N° 1.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	5 000	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	4 979	g
CONTENIDO DE AGUA	21	g
CONTENIDO DE HÚMEDA	<b>0,42</b>	%

Muestra N° 2.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	5 000	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	4 978,5	g
CONTENIDO DE AGUA	21,5	g
CONTENIDO DE HÚMEDA	<b>0,43</b>	%

Muestra N° 3.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	5 000	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	4 980	g
CONTENIDO DE AGUA	20	g
CONTENIDO DE HÚMEDA	<b>0,40</b>	<b>%</b>

Promedio de los contenidos de humedad de las tres muestras realizadas.

ENSAYOS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
1	0,42
2	0,43
3	0,40
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,42</b>

## **1.5 AGUA**

### **1.5.1. 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 la tecnología del 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.

### **1.5.2. 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 considerará apta para el mezclado del concreto el agua cuyas propiedades y contenido en sustancias disueltas están comprendidas dentro de los límites siguientes.

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo
Cloruros (Ión Cl)	ppm	-----	1 000
Sulfatos (Ión SO <sub>4</sub> )	ppm	-----	600
Carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total expresada en NaHCO <sub>3</sub> )	ppm	-----	1 000
pH		5,5	8
Residuo sólido	ppm	-----	5 000

## **CAPÍTULO II**

### **DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**

#### **2.0. DISEÑO DE MEZCLA**

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.

## **2.1. PARÁMETROS BÁSICOS DE LOS MÉTODOS DE DISEÑO DE MEZCLAS**

### **2.1.1. PRINCIPIO DE LOS VOLÚMENES ABSOLUTOS**

Todos los métodos de diseño de mezclas exactos, se basan en el principio de considerar en el cálculo, los volúmenes de los componentes sin incluir los vacíos entre ellos, de manera que sumados conjuntamente con el aire que atrapa el concreto suministren la unidad de medida que se esté adoptando que usualmente es  $1\text{m}^3$ .

Como consecuencia se usa en los cálculos la gravedad específica o el peso específico de masa, sea en condición seca ó saturada superficialmente seca., para obtener los volúmenes sólidos de los componentes de modo de dosificarlos adecuadamente para obtener la unidad volumétrica de medida.

## **2.1.2 LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN Y LA RELACIÓN AGUA / CEMENTO**

Dado que por lo general la resistencia en compresión es un requisito fundamental que emana del proyecto estructural o en algunas ocasiones el proyectista exige consideraciones especiales de durabilidad, un parámetro ineludible en el diseño de mezclas es la relación a/c.

En ciertas ocasiones, las condiciones de durabilidad de las estructuras de concreto por circunstancias de exposición y agresividad extrema al medio ambiente y las características de operatividad o uso, motivan que independientemente del factor, se debe asumir una relación agua/cemento muy baja que optimice la impermeabilidad, la resistencia a la abrasión y el desgaste, la resistencia a la agresión química, etc., y que estará consecuentemente a una resistencia en compresión generalmente superior a la necesaria por requerimientos estructurales.

## **2.2 AGREGADO GLOBAL**

La selección de las proporciones de los agregados grueso y agregado fino en la unidad cúbica del concreto tiene por finalidad obtener una mezcla en la que, con un mínimo contenido de pasta se puede obtener las propiedades deseadas en el concreto.

Estos agregados debidamente proporcionados se le denominan "Agregado Global" y a su gradación correspondiente se le llama "Granulometría Total".

Para ello es deseable que la granulometría total de las partículas de agregado sea tal que el volumen de vacíos, o espacios entre partículas sea mínima.

En este caso, para determinar los porcentajes adecuados de combinación de los agregados grueso y fino, se han utilizado el "Método de máxima densidad del agregado global".

### **2.2.1. COMBINACIÓN DEL AGREGADO CON MÁXIMA DENSIDAD**

Consiste en determinar los porcentajes de combinación tanto del agregado grueso y agregado fino dentro de la mezcla de agregados global, que produzca el mínimo volumen de vacíos.

Para obtener este ensayo de máxima densidad se realiza pesando diversas proporciones de agregado fino y grueso mezclados al estado seco y compactado.

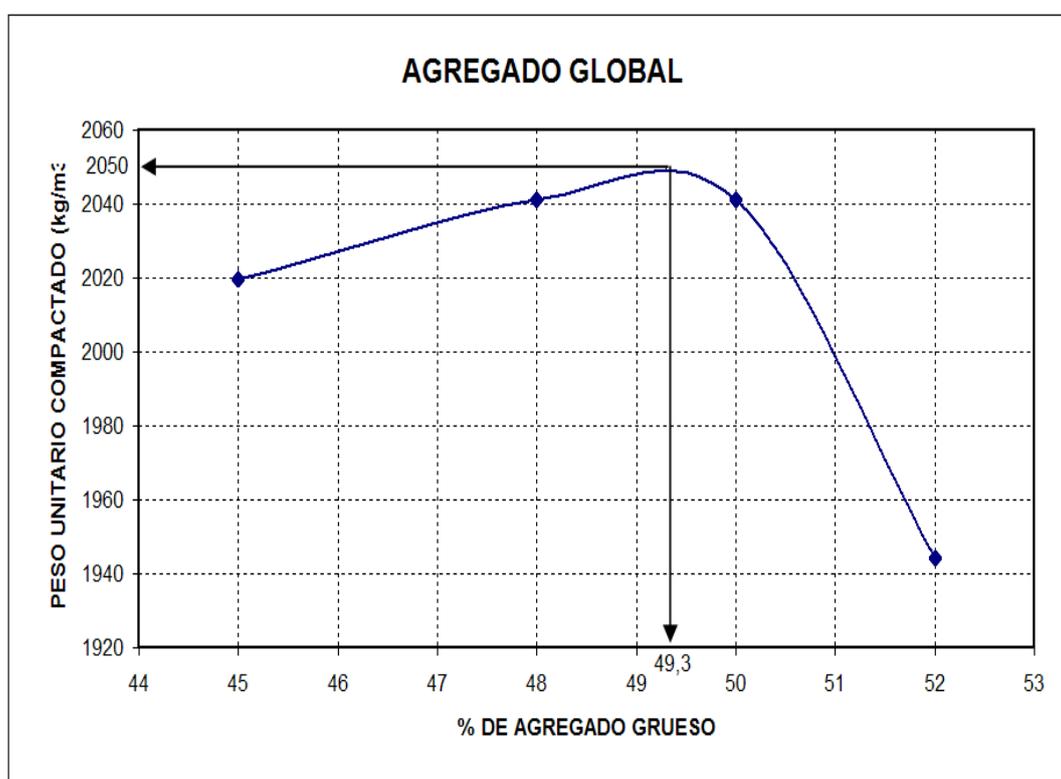
Hallamos el Peso Unitario Compactado para cada combinación siguiendo la norma ASTM C 29, planteamos una curva y observamos el porcentaje de agregado fino para el cual el peso unitario compactado es el máximo.

Los valores obtenidos fueron los siguientes:

AGREGADO FINO %	AGREGADO GRUESO %	P.U.C. (kg/m <sup>3</sup> )
45	55	2.020
48	52	2.041
50	50	2.041
52	48	1.944

## 2.2.2 COMBINACIÓN ÓPTIMA DE LOS AGREGADOS

La combinación de los agregados obtenida mediante el método de máxima densidad del agregado global es una buena aproximación; pero no representa la combinación ideal, puesto que en esta mezcla los únicos materiales que intervienen son los agregados fino y grueso, independientemente de los otros componentes del concreto.



Para la combinación de agregados óptima, nos valemos del porcentaje de combinación del agregado fino obtenida con el método de máxima densidad del agregado global, a este porcentaje se le toma los extremos y con los

porcentajes de agregado fino resultantes se hacen los diseños de mezcla respectivos, estos diseños deberán de ser hechos para una misma relación agua/cemento.

El porcentaje de combinación óptima será aquel porcentaje para el cual se obtiene la mayor resistencia a la compresión a los 7 días de curado.

En nuestro caso, la combinación de agregados que nos da la máxima densidad es la correspondiente al 49% del agregado fino. En consecuencia, diseñaremos las mezclas respectivas para los porcentajes de:

AGREGADO GRUESO %	AGREGADO FINO %
45	55
49	51
50	50

Con las combinaciones anteriores de agregados en diferentes porcentajes y para una misma relación  $a/c=0,55$  se procede a diseñar mezclas con las cuales se procederá a llenar tres probetas por diseño y luego de curadas, se ensaya a compresión a los 7 días eligiendo así la combinación en la cual se obtenga la mayor resistencia.

Se hicieron los diseños de mezclas, se vaciaron las probetas con concreto y se realizaron los ensayos de compresión.

**COMBINACION ÓPTIMA DE LOS AGREGADOS  
ENSAYO DE COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS  
CONCRETO DE RELACIÓN a/c = 0,55**

A. GRUESO %	TESTIGO	CARGA Kg			AREA cm2	RESISTENCIA Kg/cm2	PROMEDIO (Kg/cm2)
		TES. N°1 (Kg)	TES. N°2 (Kg)	PROM (Kg)			
45.0%	M-1	37,720	42,010	39,865	182.42	219	210
	M-2	35,860	35,480	35,670	182.42	196	
	M-3	38,320	40,870	39,595	182.42	217	
	M-4	40,630	35,680	38,155	182.42	209	
49.3%	M-1	42,600	43,360	42,980	182.42	236	216
	M-2	38,010	33,950	35,980	182.42	197	
	M-3	36,270	40,040	38,155	182.42	209	
	M-4	39,100	41,700	40,400	182.42	221	
50.0%	M-1	40,020	38,540	39,280	182.42	215	207
	M-2	36,510	38,080	37,295	182.42	204	
	M-3	36,610	37,370	36,990	182.42	203	
	M-4	39,070	36,220	37,645	182.42	206	

Como se observa en el siguiente cuadro que la mayor resistencia obtenida es para la combinación de 49% de agregado grueso y 51% de agregado fino.

Esta será la combinación de agregados que se utilizará finalmente para la elaboración de todos los diseños de mezcla.

## **2.3 DISEÑO DEL CONCRETO CON CEMENTO PORTLÁND TIPO I SOL.**

### **2.3.1 CONCRETO RELACIÓN a/c = 0,60**

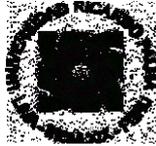
Se reajustará la mezcla para obtener el slump que se necesita para ello se variará el agua y obtener un gráfico slump vs. Agua de diseño, se realizará tres clases de diseño con las siguientes dosificaciones de agua

1- 190 l / m<sup>3</sup>

2- 205 l / m<sup>3</sup>

3- 220 l / m<sup>3</sup>

El agua de diseño se variará sin alterar la relación agua cemento, a continuación se presentarán los diseños de mezcla variando el agua de diseño.



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha	<input type="text"/>	Código Mezcla	<b>A001-LEM</b>
Relación a/c	<b>0.60</b>	Hora Vaciado	<input type="text"/>
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	<input type="text"/>
Tanda	<b>Nº 1</b>	Volumen de Prueba (m3)	<b>0.025</b>

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	<b>3.08</b>	Vol. Ag.	0.65	Cemento total :	<b>367</b>	Kg
M.F. P 67	<b>6.50</b>	Arena	<b>50.7%</b>			
M.F. P 5	<b>7.78</b>	Piedra	<b>49.3%</b>			
M.F. Glb	4.96	P #67	<b>70.0%</b>			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3110			367	0.1179	366.67	9.17	Kg
Agua	URP	1000			<b>220</b>	0.2200	183.82	4.60	L
Arena	Jicamarca	2640	<b>6.18%</b>	<b>1.40%</b>	866	0.3281	919.66	22.99	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	<b>0.39%</b>	<b>0.99%</b>	598	0.2233	600.82	15.02	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	<b>0.09%</b>	<b>0.72%</b>	259	0.0957	259.60	6.49	Kg
Aire					<b>1.5%</b>	1.5%			
		Suma		1.000		2330.56			

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara	:	<input type="text"/>	Kg
Volumen	:	<input type="text"/>	m <sup>3</sup>
Tara + concreto	:	<input type="text"/>	Kg

MODIFICACIONES

a / c<sub>inicial</sub> :

Adición (Reducción) de agua	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua 1	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua 2	<input type="text"/>	ml

TEMP. (°C)	SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	
	(pulg)				

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Edad (días)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr
3						
3		0				
3						
7		0				
7		0	0			
7		0				
28		0				
28		0	0			
28		0				

Observaciones: Exudación Inicial = \_\_\_\_\_  
Exudación final = \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha	<input type="text"/>	Código Mezcla	<b>A002-LEM</b>
Relación a/c	<b>0.60</b>	Hora Vaciado	<input type="text"/>
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	<b>A.VILCHEZ</b>
Tanda	<b>Nº 2</b>	Volumen de Prueba (m3)	<b>0.025</b>

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	<b>3.08</b>	Vol. Ag.	0.67	Cemento total :	<b>342</b>	Kg
M.F. P 67	<b>6.50</b>	Arena	<b>50.7%</b>			
M.F. P 5	<b>7.78</b>	Piedra	<b>49.3%</b>			
M.F. GIB	4.96	P #67	<b>70.0%</b>			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3110			342	0.1099	341.67	8.54	Kg
Agua	URP	1000			<b>205</b>	0.2050	167.54	4.19	IL
Arena	Jicamarca	2640	<b>6.18%</b>	<b>1.40%</b>	897	0.3398	952.40	23.81	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	<b>0.39%</b>	<b>0.99%</b>	620	0.2313	622.21	15.56	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	<b>0.09%</b>	<b>0.72%</b>	269	0.0991	268.84	6.72	Kg
Aire					<b>1.5%</b>	1.5%			
Suma						1.000	2352.65		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara	:	<input type="text"/>	Kg
Volumen	:	<input type="text"/>	m <sup>3</sup>
Tara + concreto	:	<input type="text"/>	Kg

MODIFICACIONES

a / C inicial :

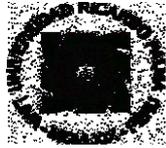
Adición (Reducción) de agua	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua 1	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua 2	<input type="text"/>	ml

TEMP. (°C)		SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	(pulg)	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	
<input type="text"/>						

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )		% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (Kg/cm <sup>2</sup> )		% Mr
3	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>	0	0	0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>		0		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>		0		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
28	<input type="text"/>	0	0	0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
28	<input type="text"/>		0		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
28	<input type="text"/>		0		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Observaciones: Exudación Inicial = \_\_\_\_\_  
Exudación final = \_\_\_\_\_



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha	<input type="text"/>	Código Mezcla	<b>A003-LEM</b>
Relación a/c	<b>0.60</b>	Hora Vaciado	<input type="text"/>
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	<b>A.VILCHEZ</b>
Tanda	<b>Nº 3</b>	Volumen de Prueba (m3)	<b>0.025</b>

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	<b>3.08</b>	Vol. Ag.	0.69	Cemento total :	<b>317</b>	Kg
M.F. P 67	<b>6.50</b>	Arena	<b>50.7%</b>			
M.F. P 5	<b>7.78</b>	Piedra	<b>49.3%</b>			
M.F. Glb	4.96	P #67	<b>70.0%</b>			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3110			317	0.1018	316.67	7.92	Kg
Agua	URP	1000			<b>190</b>	0.1900	151.25	3.78	L
Arena	Jicamarca	2640	<b>6.18%</b>	<b>1.40%</b>	928	0.3514	985.14	24.63	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	<b>0.39%</b>	<b>0.99%</b>	641	0.2392	643.60	16.09	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	<b>0.09%</b>	<b>0.72%</b>	278	0.1025	278.08	6.95	Kg
Aire					<b>1.5%</b>	1.5%			
		Suma			1.000		2374.74		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara	:	<input type="text"/>	Kg
Volumen	:	<input type="text"/>	m <sup>3</sup>
Tara + concreto	:	<input type="text"/>	kg

MODIFICACIONES

a / c inicial :

Adición (Reducción) de agua	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua 1	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua 2	<input type="text"/>	ml

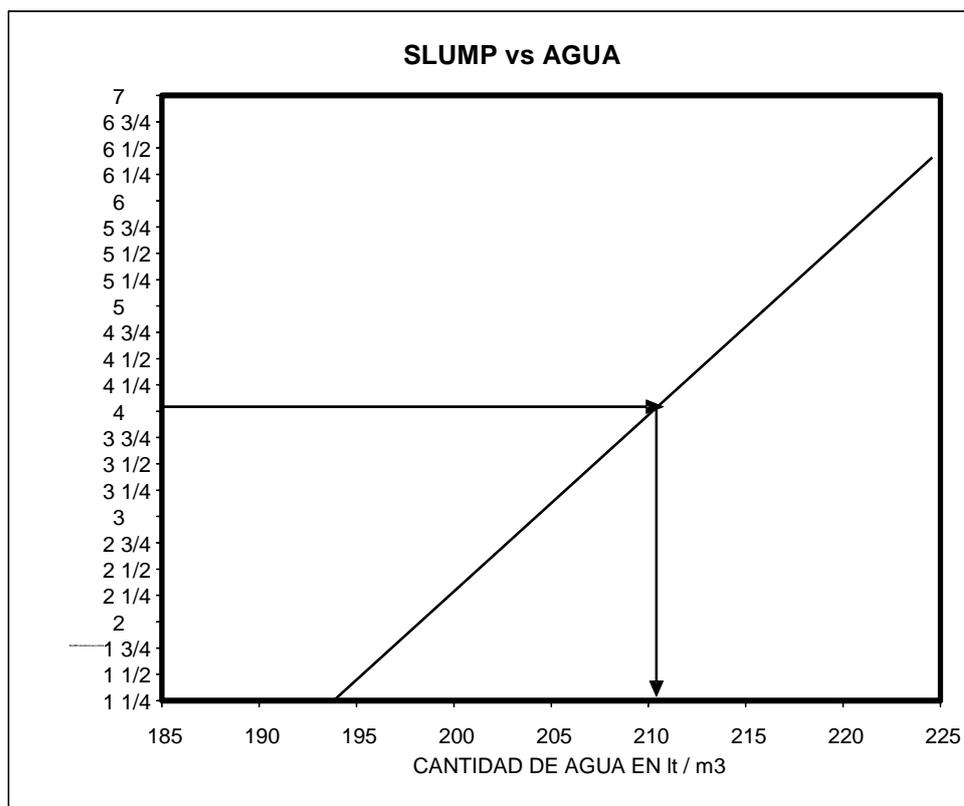
TEMP. (°C)		SLUMP	CONTENIDO DE		P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	(pulg)	AIRE (%)		(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	
<input type="text"/>							

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )		% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (kg/cm <sup>2</sup> )		% Mr
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0	0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
28	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
28	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0	0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
28	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Observaciones: Exudación Inicial = \_\_\_\_\_  
Exudación final = \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

El agua de diseño a utilizar será de 211,8 l / m<sup>3</sup>.



### **2.3.2 Concreto Relación a/c = 0,65**

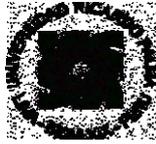
Se reajustará la mezcla para obtener el slump que se necesita para ello se variará el agua y obtener un gráfico slump vs. Agua de diseño, se realizará tres clases de diseño con las siguientes dosificaciones de agua.

1- 190 l / m<sup>3</sup>

2- 205 l / m<sup>3</sup>

3- 220 l / m<sup>3</sup>

El agua de diseño se variará sin alterar la relación agua cemento, a continuación se presentarán los diseños de mezcla variando el agua de diseño.



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha	<input type="text"/>	Código Mezcla	<b>A004-LEM</b>
Relación a/c	<b>0.65</b>	Hora Vaciado	<input type="text"/>
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	<b>A.VILCHEZ</b>
Tanda	<b>Nº 1</b>	Volumen de Prueba (m3)	<b>0.025</b>

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	<b>3.08</b>	Vol. Ag.	0.70	Cemento total :	<b>292</b>	Kg
M.F. P 67	<b>6.50</b>	Arena	<b>50.7%</b>			
M.F. P 5	<b>7.78</b>	Piedra	<b>49.3%</b>			
M.F. Glb	4.96	P #67	<b>70.0%</b>			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3110			292	0.0940	292.31	7.31	Kg
Agua	URP	1000			<b>190</b>	0.1900	155.36	3.88	L
Arena	Jicamarca	2640	<b>5.78%</b>	<b>1.40%</b>	938	0.3554	992.52	24.81	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	<b>0.22%</b>	<b>0.99%</b>	648	0.2419	649.77	16.24	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	<b>0.20%</b>	<b>0.72%</b>	281	0.1037	281.53	7.04	Kg
Aire					<b>1.5%</b>	1.5%			
Suma					1.000		2371.49		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara :  Kg

Volumen :  m<sup>3</sup>

Tara + concreto :  Kg

MODIFICACIONES

a / c inicial :

Adición (Reducción) de agua :  ml

Adición (Reducción) de agua 1 :  ml

Adición (Reducción) de agua 2 :  ml

TEMP. (°C)	SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )	
	(pulg)				

humedad

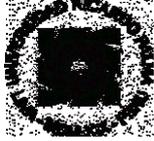
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr
3	0		0			
3						
3						
7	0	0	0			
7		0				
7		0				
28	0	0	0			
28		0				
28		0				

Observaciones: Exudación Inicial = \_\_\_\_\_

Exudación final = \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha	<input type="text"/>	Código Mezcla	<b>A005-LEM</b>
Relación a/c	<b>0.65</b>	Hora Vaciado	<input type="text"/>
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	<b>A.VILCHEZ</b>
Tanda	<b>Nº 2</b>	Volumen de Prueba (m <sup>3</sup> )	<b>0.025</b>

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	<b>3.08</b>	Vol. Ag.	0.68	Cemento total :	<b>315</b>	Kg
M.F. P 67	<b>6.50</b>	Arena	<b>50.7%</b>			
M.F. P 5	<b>7.78</b>	Piedra	<b>49.3%</b>			
M.F. Glb	4.96	P #67	<b>70.0%</b>			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m <sup>3</sup>	%	%	Kg/m <sup>3</sup>	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3110			315	0.1014	315.38	7.88	Kg
Agua	URP	1000			<b>205</b>	0.2050	171.46	4.29	IL
Arena	Jicamarca	2640	<b>5.78%</b>	<b>1.40%</b>	908	0.3440	960.78	24.02	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	<b>0.22%</b>	<b>0.99%</b>	628	0.2342	628.99	15.72	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	<b>0.20%</b>	<b>0.72%</b>	272	0.1004	272.53	6.81	Kg
Aire					<b>1.5%</b>	1.5%			
Suma					1.000		2349.14		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara	:	<input type="text"/>	Kg
Volumen	:	<input type="text"/>	m <sup>3</sup>
Tara + concreto	:	<input type="text"/>	Kg

MODIFICACIONES

a / c inicial :

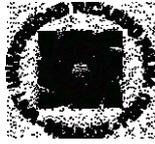
Adición (Reducción) de agua	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua 1	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua 2	<input type="text"/>	ml

TEMP. (°C)	SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )	
	(pulg)				

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr
3	0		0			
3						
3						
7	0	0	0			
7		0				
7		0				
28	0	0	0			
28		0				
28		0				

Observaciones: Exudacion Inicial = \_\_\_\_\_  
Exudacion final = \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha		Código Mezcla	A006-LEM
Relación a/c	0.65	Hora Vaciado	
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	A.VILCHEZ
Tanda	Nº 3	Volumen de Prueba (m3)	0.025

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3.08	Vol. Ag.	0.66	Cemento total :	338	Kg
M.F. P 67	6.50	Arena	50.7%			
M.F. P 5	7.78	Piedra	49.3%			
M.F. Glb	4.96	P #67	70.0%			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3110			338	0.1088	338.46	8.46	Kg
Agua	URP	1000			220	0.2200	187.57	4.69	L
Arena	Jicamarca	2640	5.78%	1.40%	878	0.3327	929.03	23.23	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	0.22%	0.99%	607	0.2264	608.21	15.21	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	0.20%	0.72%	263	0.0970	263.52	6.59	Kg
Aire					1.5%	1.5%			
Suma					1.000		2326.80		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara :		Kg
Volumen :		m <sup>3</sup>
Tara + concreto :		Kg

MODIFICACIONES

a / c inicial :

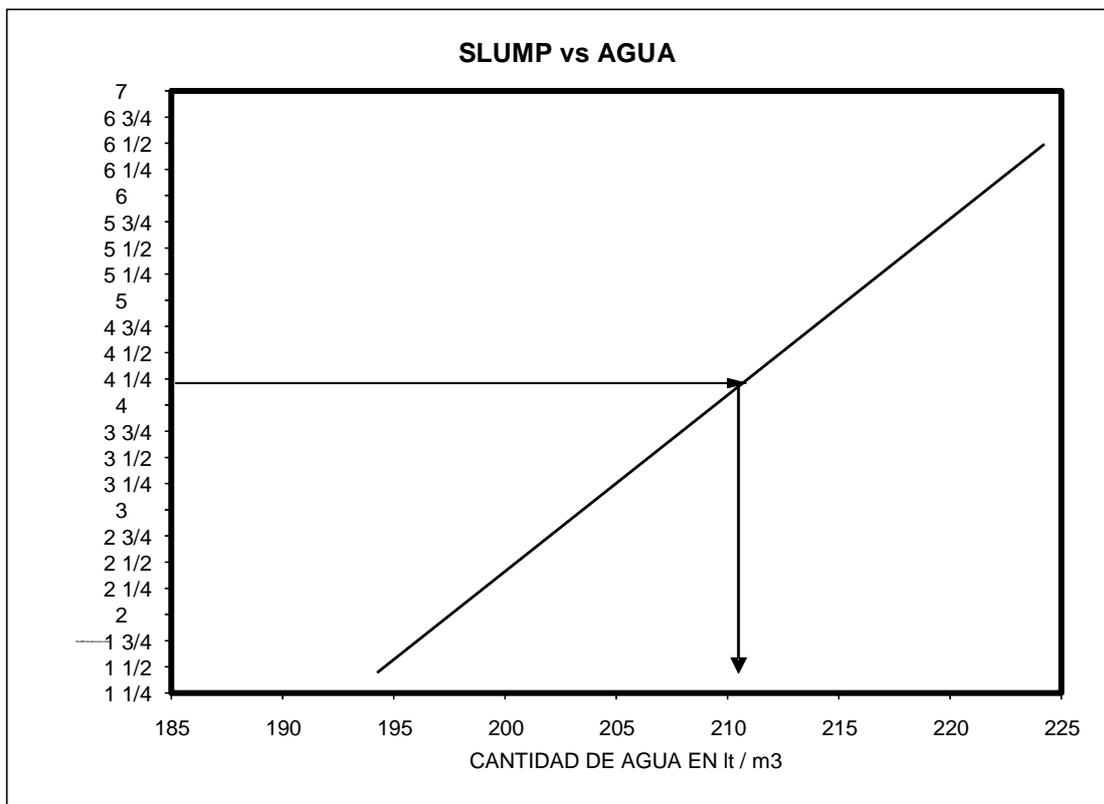
Adición (Reducción) de agua		ml
Adición (Reducción) de agua 1		ml
Adición (Reducción) de agua 2		ml

TEMP. (°C)	SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )	
	(pulg)				

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr
3						
3		0				
3						
7		0				
7		0	0			
7						
28		0				
28		0	0			
28						

Observaciones: Exudación Inicial = \_\_\_\_\_  
Exudación final = \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



El agua de diseño a utilizar será de 211,8 l / m<sup>3</sup>

### **2.3.3 CONCRETO RELACIÓN a/c = 0,70**

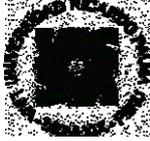
Se reajustara la mezcla para obtener el slump que se necesita para ello se variara el agua y obtener un gráfico slump vs. Agua de diseño, se realizará tres clases de diseño con las siguientes dosificaciones de agua

1- 190 l / m<sup>3</sup>

2- 205 l / m<sup>3</sup>

3- 220 l / m<sup>3</sup>

El agua de diseño se variara sin alterar la relación agua cemento, a continuación se presentaran los diseños de mezcla variando el agua de diseño.



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha	<input type="text"/>	Código Mezcla	<b>A007-LEM</b>
Relación a/c	<b>0.70</b>	Hora Vaciado	<input type="text"/>
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	<b>A.VILCHEZ</b>
Tanda	<b>Nº 1</b>	Volumen de Prueba (m3)	<b>0.025</b>

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	<b>3.08</b>	Vol. Ag.	0.66	Cemento total :	<b>314</b>	Kg
M.F. P 67	<b>6.50</b>	Arena	<b>50.7%</b>			
M.F. P 5	<b>7.78</b>	Piedra	<b>49.3%</b>			
M.F. Glb	4.96	P #67	<b>70.0%</b>			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3110			314	0.1011	314.29	7.86	Kg
Agua	URP	1000			<b>220</b>	0.2200	188.12	4.70	L
Arena	Jicamarca	2640	<b>5.53%</b>	<b>1.40%</b>	889	0.3366	937.82	23.45	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	<b>0.43%</b>	<b>0.99%</b>	614	0.2291	616.70	15.42	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	<b>0.20%</b>	<b>0.72%</b>	266	0.0982	266.65	6.67	Kg
Aire					<b>1.5%</b>	1.5%			
Suma					1.000		2323.57		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara	:	<input type="text"/>	Kg
Volumen	:	<input type="text"/>	m <sup>3</sup>
Tara + concreto	:	<input type="text"/>	Kg

MODIFICACIONES

a / c inicial :

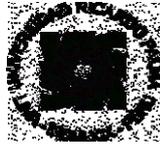
Adición (Reducción) de agua	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua 1	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua 2	<input type="text"/>	ml

TEMP. (°C)	SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )	
	(pulg)				

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr
3	0		0			
3						
3						
7	0	0	0			
7		0				
7		0				
28	0	0	0			
28		0				
28		0				

Observaciones: Exudación Inicial = \_\_\_\_\_  
Exudación final = \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha		Código Mezcla	A008-LEM
Relación a/c	0.70	Hora Vaciado	
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	A.VILCHEZ
Tanda	Nº 2	Volumen de Prueba (m3)	0.025

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3.08	Vol. Ag.	0.69	Cemento total :	293	Kg
M.F. P 67	6.50	Arena	50.7%			
M.F. P 5	7.78	Piedra	49.3%			
M.F. Glb	4.96	P #67	70.0%			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3110			293	0.0942	292.86	7.32	Kg
Agua	URP	1000			205	0.2050	172.07	4.30	L
Arena	Jicamarca	2640	5.53%	1.40%	918	0.3477	968.74	24.22	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	0.43%	0.99%	634	0.2367	637.03	15.93	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	0.20%	0.72%	275	0.1014	275.44	6.89	Kg
Aire					1.5%	1.5%			
		Suma				1.000	2346.14		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.		
Tara		Kg
Volumen		m <sup>3</sup>
Tara + concreto		Kg

MODIFICACIONES

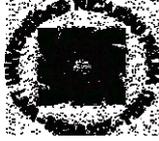
a / C <sub>inicial</sub>		ml
Adición (Reducción) de agua		ml
Adición (Reducción) de agua 1		ml
Adición (Reducción) de agua 2		ml

TEMP. (°C)		SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	(pulg)	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr	
3		0					
3							
3							
7		0	0				
7							
7							
28		0	0				
28							
28							

Observaciones: Exudación Inicial = \_\_\_\_\_  
Exudación final = \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha		Código Mezcla	A009-LEM
Relación a/c	0.70	Hora Vaciado	
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	A.VILCHEZ
Tanda	Nº 3	Volumen de Prueba (m3)	0.025

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3.08	Vol. Ag.	0.71	Cemento total :	271	Kg
M.F. P 67	6.50	Arena	50.7%			
M.F. P 5	7.78	Piedra	49.3%			
M.F. Glb	4.96	P #67	70.0%			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3110			271	0.0873	271.43	6.79	Kg
Agua	URP	1000			190	0.1900	156.02	3.90	L
Arena	Jicamarca	2640	5.53%	1.40%	947	0.3588	999.66	24.99	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	0.43%	0.99%	655	0.2442	657.37	16.43	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	0.20%	0.72%	284	0.1047	284.23	7.11	Kg
Aire					1.5%	1.5%			
Suma					1.000		2368.70		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara	:		Kg
Volumen	:		m <sup>3</sup>
Tara + concreto	:		kg

MODIFICACIONES

a / c inicial :

Adición (Reducción) de agua		ml
Adición (Reducción) de agua 1		ml
Adición (Reducción) de agua 2		ml

TEMP. (°C)	SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	
	(pulg)				

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr
3	0					
3						
3						
7	0	0	0			
7						
7						
28	0	0	0			
28						
28						

Observaciones:

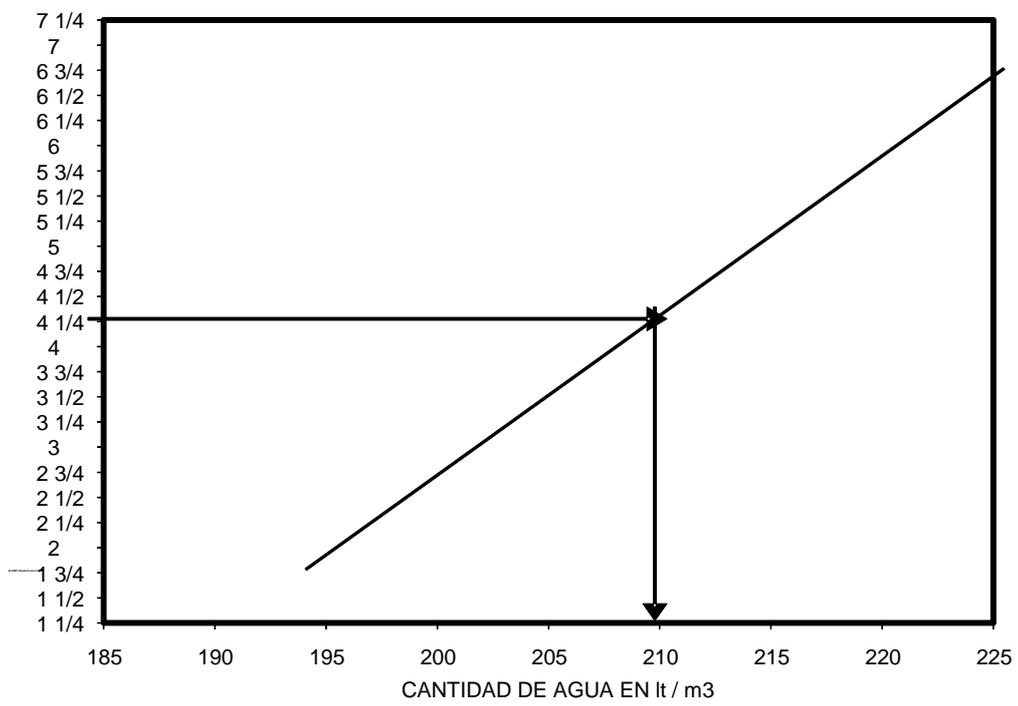
Exudación Inicial =

Exudación final =

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### SLUMP vs AGUA



El agua de diseño a utilizar será de 210,1 / m<sup>3</sup>

## CUADRO RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLAS

Concreto a/c = 0,60

Materiales	Procedencia	P. ESP Kg/m3	P. Seco Kg/m3	VOL absolut	Correc. X	TANDA P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3,110	341.67	0,11	Humeda	40.67	Kg
Agua	URP	1,000	205.00	0.21	168	19.94	L
Arena	Jicamarca	2,640	896.97	0.34	952	113.38	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2,680	619.79	0.23	622	74.07	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2,710	268.60	0.10	269	32.00	Kg
Aire			0.015	0.015			Kg

Concreto a/c = 0,65

Materiales	Procedencia	P. ESP Kg/m3	P. Seco Kg/m3	VOL absoluto	Correc. X Humedad	TANDA P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3,110	315,38	0,10	315,38	37,55	Kg
Agua	URP	1,000	205,00	0,21	171,46	20,41	L
Arena	Jicamarca	2,640	908,28	0,34	960,78	114,38	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2,680	627,61	0,23	628,99	74,88	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2,710	271,99	0,10	272,53	32,44	Kg
Aire			1,5	1,5			Kg

Concreto a/c = 0,70

Materiales	Procedencia	P. ESP kg/m3	P. Seco Kg/m3	VOL absoluto	Correc. X Humedad	TANDA P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3,110	292,86	0,09	293	34,86	Kg
Agua	URP	1,000	205,00	0,21	172	20,48	L
Arena	Jicamarca	2,640	917,97	0,35	969	115,33	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2,680	634,31	0,24	637	75,84	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2,710	274,89	0,10	275	32,79	Kg
Aire			1,5	1,5			Kg

## **2.4 DISEÑO DEL CONCRETO CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP ATLAS.**

### **2.4.1 Concreto Relación a/c = 0,60.**

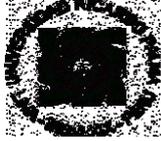
Se reajustará la mezcla para obtener el slump que se necesita para ello se variará el agua y obtener un gráfico slump vs. Agua de diseño, se realizará tres clases de diseño con las siguientes dosificaciones de agua.

1- 190 l / m<sup>3</sup>

2- 205 l / m<sup>3</sup>

3-220 l / m<sup>3</sup>

El agua de diseño se variara sin alterar la relación agua cemento, a continuación se presentaran los diseños de mezcla variando el agua de diseño.



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha		Código Mezcla	A001R-LEM
Relación a/c	0.60	Hora Vaciado	
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	
Tanda	Nº 1	Volumen de Prueba (m3)	0.025

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3.08	Vol. Ag.	0.64	Cemento total :	367	Kg
M.F. P 67	6.50	Arena	50.7%			
M.F. P 5	7.78	Piedra	49.3%			
M.F. Glb	4.96	P #67	70.0%			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	2970			367	0.1235	366.67	9.17	Kg
Agua	URP	1000			220	0.2200	184.13	4.60	L
Arena	Jicamarca	2640	6.18%	1.40%	859	0.3253	911.76	22.79	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	0.39%	0.99%	593	0.2214	595.66	14.89	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	0.09%	0.72%	257	0.0949	257.37	6.43	Kg
Aire					1.5%	1.5%			
Suma					1.000		2315.59		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara	:		Kg
Volumen	:		m <sup>3</sup>
Tara + concreto :			Kg

MODIFICACIONES

a / c inicial :

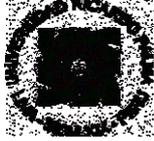
Adición (Reducción) de agua		ml
Adición (Reducción) de agua 1		ml
Adición (Reducción) de agua 2		ml

TEMP. (°C)		SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	(pulg)	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )	

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr	
3		0					
3							
3							
7		0	0				
7		0					
7		0					
28		0	0				
28		0					
28		0					

Observaciones: Exudación Inicial = \_\_\_\_\_  
Exudación final = \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha	<input type="text"/>	Código Mezcla	<input type="text" value="A002R-LEM"/>
Relación a/c	<input type="text" value="0.60"/>	Hora Vaciado	<input type="text"/>
Relación AF : AG	<input type="text" value="51% - 49%"/>	Hecho por:	<input type="text" value="A.VILCHEZ"/>
Tanda	<input type="text" value="N° 2"/>	Volumen de Prueba (m3)	<input type="text" value="0.025"/>

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3.08	Vol. Ag.	0.66	Cemento total :	342	Kg
M.F. P 67	6.50	Arena	50.7%			
M.F. P 5	7.78	Piedra	49.3%			
M.F. Glb	4.96	P #67	70.0%			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	2970			342	0.1150	341.67	8.54	Kg
Agua	URP	1000			205	0.2050	167.83	4.20	L
Arena	Jicamarca	2640	6.18%	1.40%	890	0.3371	945.04	23.63	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	0.39%	0.99%	615	0.2295	617.40	15.43	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	0.09%	0.72%	267	0.0983	266.76	6.67	Kg
Aire					1.5%	1.5%			
Suma					1.000		2338.69		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara :  Kg

Volumen :  m<sup>3</sup>

Tara + concreto :  Kg

MODIFICACIONES

a / c inicial :

Adición (Reducción) de agua :  ml

Adición (Reducción) de agua 1 :  ml

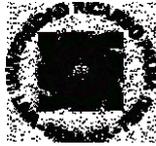
Adición (Reducción) de agua 2 :  ml

TEMP. (°C)	SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )	
	(pulg)				

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr	
3	0		0				
3							
3							
7	0	0	0				
7		0					
7		0					
28	0	0	0				
28		0					
28		0					

Observaciones: Exudación Inicial = \_\_\_\_\_  
Exudación final = \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha	<input type="text"/>	Código Mezcla	<b>A003R-LEM</b>
Relación a/c	<b>0.60</b>	Hora Vaciado	<input type="text"/>
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	<b>A.VILCHEZ</b>
Tanda	<b>Nº 3</b>	Volumen de Prueba (m3)	<b>0.025</b>

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	<b>3.08</b>	Vol. Ag.	0.69	Cemento total :	<b>317</b>	Kg
M.F. P 67	<b>6.50</b>	Arena	<b>50.7%</b>			
M.F. P 5	<b>7.78</b>	Piedra	<b>49.3%</b>			
M.F. Glb	4.96	P #67	<b>70.0%</b>			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	2970			317	0.1066	316.67	7.92	Kg
Agua	URP	1000			<b>190</b>	0.1900	151.52	3.79	L
Arena	Jicamarca	2640	<b>6.18%</b>	<b>1.40%</b>	921	0.3490	978.32	24.46	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	<b>0.39%</b>	<b>0.99%</b>	637	0.2376	639.14	15.98	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	<b>0.09%</b>	<b>0.72%</b>	276	0.1018	276.16	6.90	Kg
Aire					<b>1.5%</b>	1.5%			
		Suma				1.000	2361.80		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara	:	<input type="text"/>	Kg
Volumen	:	<input type="text"/>	m <sup>3</sup>
Tara + concreto	:	<input type="text"/>	Kg

MODIFICACIONES

a / C<sub>inicial</sub> :

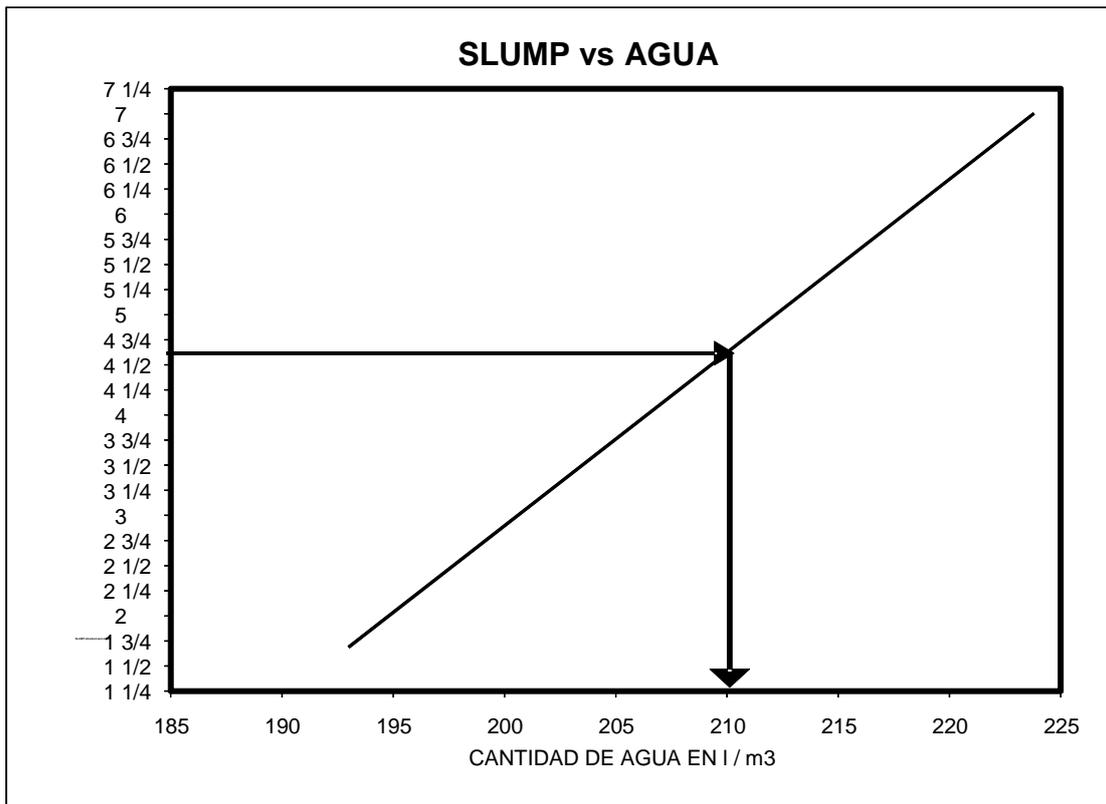
Adición (Reducción) de agua	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua 1	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua 2	<input type="text"/>	ml

TEMP. (°C)	SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr. (pulg)	AIRE (%)	(Kg/m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )	

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr
3						
3	0		0			
3						
7						
7	0	0	0			
7		0				
7		0				
28	0	0	0			
28		0				
28		0				

Observaciones: Exudación Inicial =  
Exudación final =



El agua de diseño a utilizar será de 210,1 / m<sup>3</sup>

### **2.4.2.CONCRETO RELACIÓN a/c = 0,65.**

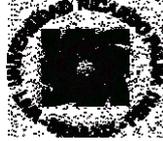
Se reajustara la mezcla para obtener el slump que se necesita para ello se variara el agua y obtener un grafico slump vs. Agua de diseño, se realizara tres clases de diseño con las siguientes dosificaciones de agua.

1- 190 l / m<sup>3</sup>

2- 205 l / m<sup>3</sup>

3- 220 l / m<sup>3</sup>

El agua de diseño se variara sin alterar la relación agua cemento, a continuación se presentaran los diseños de mezcla variando el agua de diseño.



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha	<input type="text"/>	Código Mezcla	<b>A004R-LEM</b>
Relación a/c	<b>0.65</b>	Hora Vaciado	<input type="text"/>
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	<b>A.VILCHEZ</b>
Tanda	<b>Nº 1</b>	Volumen de Prueba (m3)	<b>0.025</b>

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	<b>3.08</b>	Vol. Ag.	0.70	Cemento total :	<b>292</b>	Kg
M.F. P 67	<b>6.50</b>	Arena	<b>50.7%</b>			
M.F. P 5	<b>7.78</b>	Piedra	<b>49.3%</b>			
M.F. Gib	4.96	P #67	<b>70.0%</b>			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	2970			292	0.0984	292.31	7.31	Kg
Agua	URP	1000			<b>190</b>	0.1900	155.58	3.89	L
Arena	Jicamarca	2640	<b>5.78%</b>	<b>1.40%</b>	932	0.3532	986.25	24.66	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	<b>0.22%</b>	<b>0.99%</b>	644	0.2404	645.66	16.14	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	<b>0.20%</b>	<b>0.72%</b>	279	0.1030	279.75	6.99	Kg
Aire					<b>1.5%</b>	1.5%			
		Suma		1.000		2359.55			

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara	:	<input type="text"/>	Kg
Volumen	:	<input type="text"/>	m <sup>3</sup>
Tara + concreto	:	<input type="text"/>	Kg

MODIFICACIONES

a / c inicial :

Adición (Reducción) de agua	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua 1	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua 2	<input type="text"/>	ml

TEMP. (°C)		SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	(pulg)	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	
<input type="text"/>						

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr	
3	<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>			<input type="text"/>	<input type="text"/>		
3	<input type="text"/>			<input type="text"/>	<input type="text"/>		
7	<input type="text"/>	0	0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>			<input type="text"/>	<input type="text"/>		
7	<input type="text"/>			<input type="text"/>	<input type="text"/>		
28	<input type="text"/>	0	0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
28	<input type="text"/>			<input type="text"/>	<input type="text"/>		
28	<input type="text"/>			<input type="text"/>	<input type="text"/>		

Observaciones: Exudación Inicial = \_\_\_\_\_  
Exudación final = \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha	<input type="text"/>	Código Mezcla	<b>A005R-LEM</b>
Relación a/c	<b>0.65</b>	Hora Vaciado	<input type="text"/>
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	<b>A.VILCHEZ</b>
Tanda	<b>Nº 2</b>	Volumen de Prueba (m3)	<b>0.025</b>

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	<b>3.08</b>	Vol. Ag.	0.67	Cemento total :	<b>315</b>	Kg
M.F. P 67	<b>6.50</b>	Arena	<b>50.7%</b>			
M.F. P 5	<b>7.78</b>	Piedra	<b>49.3%</b>			
M.F. Glb	4.96	P #67	<b>70.0%</b>			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	2970			315	0.1062	315.38	7.88	Kg
Agua	URP	1000			<b>205</b>	0.2050	171.70	4.29	L
Arena	Jicamarca	2640	<b>5.78%</b>	<b>1.40%</b>	902	0.3416	954.01	23.85	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	<b>0.22%</b>	<b>0.99%</b>	623	0.2325	624.56	15.61	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	<b>0.20%</b>	<b>0.72%</b>	270	0.0997	270.61	6.77	Kg
Aire					<b>1.5%</b>	1.5%			
		Suma				1.000	2336.26		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara :  Kg

Volumen :  m<sup>3</sup>

Tara + concreto :  Kg

MODIFICACIONES

a / c inicial :

Adición (Reducción) de agua :  ml

Adición (Reducción) de agua 1 :  ml

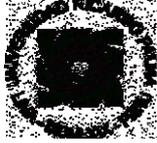
Adición (Reducción) de agua 2 :  ml

TEMP. (°C)	SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr
3						
3	0					
3						
7		0				
7	0	0	0			
7		0				
28		0				
28	0	0	0			
28		0				

Observaciones: Exudación Inicial = \_\_\_\_\_  
Exudación final = \_\_\_\_\_



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha	<input type="text"/>	Código Mezcla	<input type="text" value="A006R-LEM"/>
Relación a/c	<input type="text" value="0.65"/>	Hora Vaciado	<input type="text"/>
Relación AF : AG	<input type="text" value="51% - 49%"/>	Hecho por:	<input type="text" value="A.VILCHEZ"/>
Tanda	<input type="text" value="N° 3"/>	Volumen de Prueba (m3)	<input type="text" value="0.025"/>

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3.08	Vol. Ag.	0.65	Cemento total :	338	Kg
M.F. P 67	6.50	Arena	50.7%			
M.F. P 5	7.78	Piedra	49.3%			
M.F. Glb	4.96	P #67	70.0%			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	2970			338	0.1140	338.46	8.46	Kg
Agua	URP	1000			220	0.2200	187.83	4.70	L
Arena	Jicamarca	2640	5.78%	1.40%	871	0.3301	921.77	23.04	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	0.22%	0.99%	602	0.2247	603.45	15.09	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	0.20%	0.72%	261	0.0963	261.46	6.54	Kg
Aire					1.5%	1.5%			
		Suma				1.000	2312.97		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.	<input type="text"/>	Kg
Tara	<input type="text"/>	m <sup>3</sup>
Volumen	<input type="text"/>	Kg
Tara + concreto :	<input type="text"/>	Kg

MODIFICACIONES

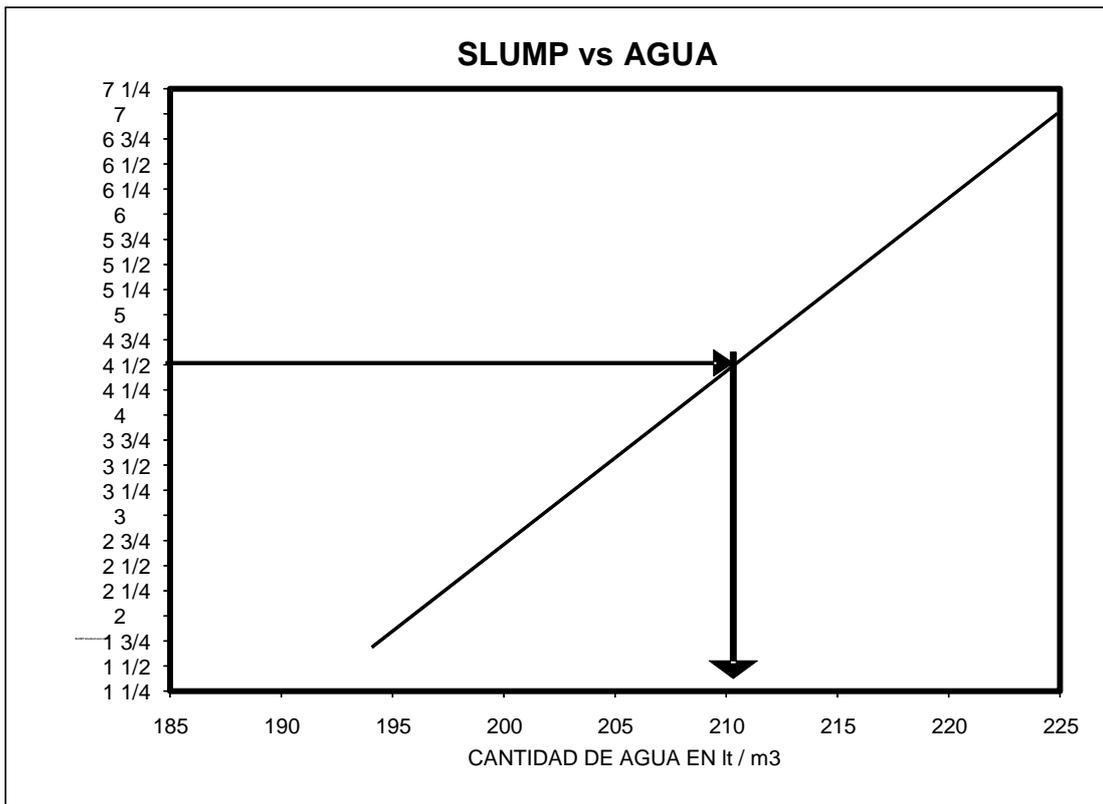
a / C <sub>inicial</sub> :	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua 1	<input type="text"/>	ml
Adición (Reducción) de agua 2	<input type="text"/>	ml

TEMP. (°C)	SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr
3						
3						
3	0					
7		0				
7		0	0			
7	0					
28		0				
28	0		0			
28		0				

Observaciones: Exudación Inicial = \_\_\_\_\_  
Exudación final = \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



El agua de diseño a utilizar será de 210,1 / m<sup>3</sup>

### **2.4.3. CONCRETO RELACIÓN $a/c = 0,70$ .**

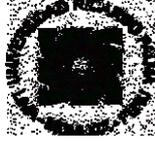
Se reajustará la mezcla para obtener el slump que se necesita para ello se variará el agua y obtener un gráfico slump vs. Agua de diseño, se realizara tres clases de diseño con las siguientes dosificaciones de agua.

1-190 l / m<sup>3</sup>

2- 205 l / m<sup>3</sup>

3-220 l / m<sup>3</sup>

El agua de diseño se variara sin alterar la relación agua cemento, a continuación se presentaran los diseños de mezcla variando el agua de



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha		Código Mezcla	A007R-LEM
Relación a/c	0.70	Hora Vaciado	
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	A.VILCHEZ
Tanda	Nº 1	Volumen de Prueba (m3)	0.025

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3.08	Vol. Ag.	0.66	Cemento total :	314	Kg
M.F. P 67	6.50	Arena	50.7%			
M.F. P 5	7.78	Piedra	49.3%			
M.F. Glb	4.96	P #67	70.0%			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	2970			314	0.1058	314.29	7.86	Kg
Agua	URP	1000			220	0.2200	188.35	4.71	L
Arena	Jicamarca	2640	5.53%	1.40%	882	0.3342	931.09	23.28	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	0.43%	0.99%	610	0.2275	612.28	15.31	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	0.20%	0.72%	264	0.0975	264.73	6.62	Kg
Aire					1.5%	1.5%			
Suma						1.000	2310.73		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara	:		Kg
Volumen	:		m <sup>3</sup>
Tara + concreto	:		Kg

MODIFICACIONES

a / c inicial :

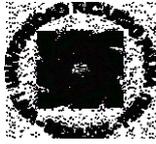
Adición (Reducción) de agua	:		ml
Adición (Reducción) de agua 1	:		ml
Adición (Reducción) de agua 2	:		ml

TEMP. (°C)	SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr	
3		0					
3							
3							
7		0	0				
7							
7							
28		0	0				
28							
28							

Observaciones: Exudación Inicial = \_\_\_\_\_  
Exudación final = \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha		Código Mezcla	A008R-LEM
Relación a/c	0.70	Hora Vaciado	
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	A.VILCHEZ
Tanda	Nº 2	Volumen de Prueba (m3)	0.025

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3.08	Vol. Ag.	0.68	Cemento total :	293	Kg
M.F. P 67	6.50	Arena	50.7%			
M.F. P 5	7.78	Piedra	49.3%			
M.F. Glb	4.96	P #67	70.0%			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	2970			293	0.0986	292.86	7.32	Kg
Agua	URP	1000			205	0.2050	172.28	4.31	L
Arena	Jicamarca	2640	5.53%	1.40%	912	0.3455	962.47	24.06	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	0.43%	0.99%	630	0.2351	632.91	15.82	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	0.20%	0.72%	273	0.1008	273.66	6.84	Kg
Aire					1.5%	1.5%			
Suma					1.000		2334.17		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara :  Kg

Volumen :  m<sup>3</sup>

Tara + concreto :  Kg

MODIFICACIONES

a / c inicial :

Adición (Reducción) de agua :  ml

Adición (Reducción) de agua 1 :  ml

Adición (Reducción) de agua 2 :  ml

TEMP. (°C)	SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr. (pulg)	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	

humedad

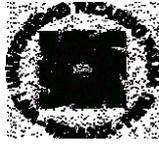
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr
3	0		0			
3						
3						
7	0	0	0			
7		0				
7		0				
28	0	0	0			
28		0				
28		0				

Observaciones: Exudación Inicial = \_\_\_\_\_

Exudación final = \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha		Código Mezcla	A009R-LEM
Relación a/c	0.70	Hora Vaciado	
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	A.VILCHEZ
Tanda	Nº 3	Volumen de Prueba (m3)	0.025

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3.08	Vol. Ag.	0.70	Cemento total :	271	Kg
M.F. P 67	6.50	Arena	50.7%			
M.F. P 5	7.78	Piedra	49.3%			
M.F. Glb	4.96	P #67	70.0%			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		Kg/m3	%	%	Kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	2970			271	0.0914	271.43	6.79	Kg
Agua	URP	1000			190	0.1900	156.22	3.91	L
Arena	Jicamarca	2640	5.53%	1.40%	942	0.3567	993.85	24.85	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	0.43%	0.99%	651	0.2428	653.54	16.34	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	0.20%	0.72%	282	0.1041	282.58	7.06	Kg
Aire					1.5%	1.5%			
		Suma				1.000	2357.61		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara :  Kg

Volumen :  m<sup>3</sup>

Tara + concreto :  Kg

MODIFICACIONES

a / c inicial :

Adición (Reducción) de agua :  ml

Adición (Reducción) de agua 1 :  ml

Adición (Reducción) de agua 2 :  ml

TEMP. (°C)		SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	(pulg)	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	

humedad

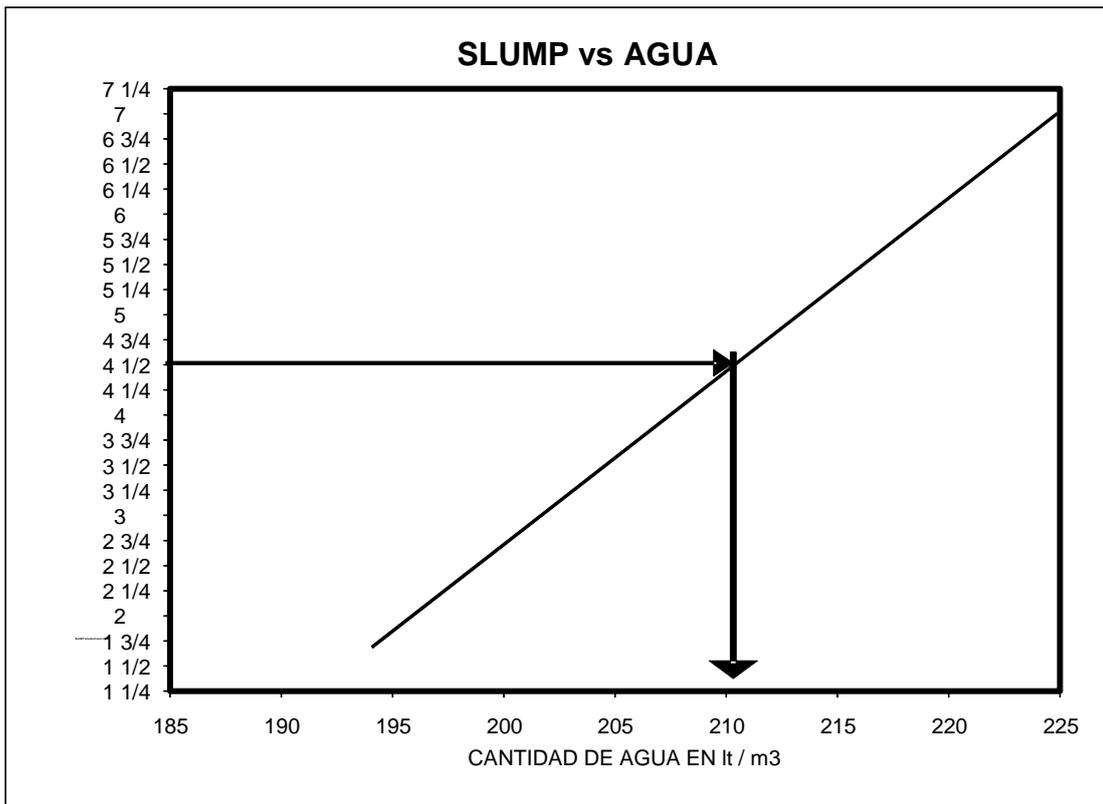
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Edad (días)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr
3						
3		0				
3						
7		0				
7		0	0			
7						
28		0				
28		0	0			
28						

Observaciones: Exudación Inicial = \_\_\_\_\_

Exudación final = \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



El agua de diseño a utilizar será de 210,1 / m<sup>3</sup>

**Relación a/c = 0,60**

Materiales	Procedencia	P. ESP Kg/m3	P. Seco Kg/m3	VOL absoluto	Correc. X Humedad	TANDA P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	2,970	341,67	0,12	341,67	40,67	Kg
Agua	URP	1,000	205,00	0,21	167,83	19,98	L
Arena	Jicamarca	2,640	890,04	0,34	945,04	112,50	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2,680	615,00	0,23	617,40	73,50	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2,710	266,52	0,10	266,76	31,76	Kg
Aire			0,15	0,15			Kg

**Relación a/c = 0,65**

Materiales	Procedencia	P. ESP Kg/m3	P. Seco Kg/m3	VOL absoluto	Correc. X Humedad	TANDA P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	2,970	315,38	0,11	315,38	37,55	Kg
Agua	URP	1,000	205,00	0,21	171,70	20,44	L
Arena	Jicamarca	2,640	901,88	0,34	954,01	113,57	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2,680	623,19	0,23	624,56	74,35	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2,710	270,07	0,10	270,61	32,22	Kg
Aire			0,15	0,15			Kg

**Relación a/c = 0,70**

Materiales	Procedencia	P. ESP Kg/m3	P. Seco Kg/m3	VOL absoluto	Correc. X Humedad	TANDA P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	2,970	292,86	0,10	292,86	34,86	Kg
Agua	URP	1,000	205,00	0,21	172,28	20,51	L
Arena	Jicamarca	2,640	912,03	0,35	962,47	114,58	Kg
Piedra 67	Jicamarca	2,680	630,20	0,24	632,91	75,35	Kg
Piedra 5	Jicamarca	2,710	273,11	0,10	273,66	32,58	Kg
Aire			0,15	0,15			Kg

## **CAPÍTULO III**

### **CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO**

#### **3.1. ENSAYOS A LA RESISTENCIA A LA A COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTAND (SOL)**

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.

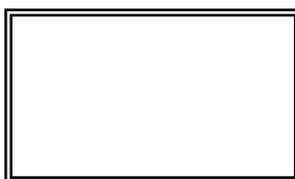
El vaciado se hizo en 3 capas, cada una de las cuales fue compactada con una varilla de 5/8" de diámetro. Mediante 25 golpes distribuidos uniformemente en el área de la sección transversal del recipiente, en la tercera capa se enrasa hasta que esté completamente lleno el recipiente.

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.

Las características de la máquina de compresión que se empleó para realizar el ensayo para la presente tesis se muestra a continuación.

Máquina empleada : AUTO-TEK- SERIE 500

### **Información Importante acerca del ensayo**

Para este ensayo se prepararon probetas para ser ensayadas a los 7, 14 y 28 días, tres probetas para cada edad. Para cada uno de los 15 diseños de mezcla se obtuvieron un total de 9 probetas.

Se tomaron los datos de compresión de sus patrones para relaciones agua/cemento de 0,60; 0,65; 0,70.



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0,70

EDAD DE LA PROBETA: 3 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	22707	129	CONO
2	15	22495	127	CONO COLUMNAR
3	15	22637	128	CONO
4	15	22584	128	COLUMNAR

<b>MEDIA</b>	<b>128</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>0,51</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0,40</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0,70

EDAD DE LA PROBETA: 7 DÍAS

PROBETA N°	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	24033	136	COLUMNAR
2	15	23679	134	COLUMNAR
3	15	23149	131	CONO
4	15	24739	140	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>135</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>3,77</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2,79</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 70

EDAD DE LA PROBETA: 14 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	28627	162	COLUMNAR
2	15	28097	159	CONO
3	15	28980	164	COLUMNAR
4	15	28450	161	COLUMNAR

<b>MEDIA</b>	<b>162</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>2,08</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1,29</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

# LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 70

EDAD DE LA PROBETA: 28 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	35165	199	COLUMNAR
2	15	35342	200	CONO
3	15	34989	198	COLUMNAR
4	15	34812	197	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>199</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>1,29</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0,65</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0,70

EDAD DE LA PROBETA: 60 DÍAS

PROBETA N°	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	40997	232	COLUMNAR
2	15	41527	235	COLUMNAR
3	15	40820	231	CONO
4	15	40643	230	CONO

MEDIA	232
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	2,16
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	0,93



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 65

EDAD DE LA PROBETA: 3 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	25270	143	COLUMNAR
2	15	25623	145	COLUMNAR
3	15	24563	139	CONO
4	15	24739	140	COLUMNAR

<b>MEDIA</b>	<b>142</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>2, 75</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1, 94</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 65

EDAD DE LA PROBETA: 7 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	28274	160	CONO
2	15	27920	158	COLUMNAR
3	15	28450	161	CONO COLUMNAR
4	15	28274	160	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>160</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>1, 26</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0, 79</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 65

EDAD DE LA PROBETA: 14 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	32550	184	CONO
2	15	32709	185	CONO COLUMNAR
3	15	32497	184	CONO
4	15	32585	184	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>184</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>0, 51</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0, 28</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0,65

EDAD DE LA PROBETA: 28 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	40290	228	CONO
2	15	40113	227	CONO
3	15	39936	226	CONO
4	15	39936	226	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>227</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>0,96</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0,42</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0,65

EDAD DE LA PROBETA: 60 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	48065	272	CONO
2	15	47535	269	CONO
3	15	47712	270	CONO
4	15	47888	271	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>271</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>1,29</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0,48</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 60

EDAD DE LA PROBETA: 3 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	28627	162	COLUMNAR
2	15	28980	164	COLUMNAR
3	15	29687	168	CONO COLUMNAR
4	15	28627	162	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>164</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>2, 83</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1, 72</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 7 DÍAS

PROBETA N°	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	33045	187	COLUMNA
2	15	32515	184	COLUMNA
3	15	33221	188	CONO COLUMNAR
4	15	33575	190	COLUMNAR

<b>MEDIA</b>	<b>187</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>2.50</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1.34</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 14 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	38523	218	CONO
2	15	39053	221	CONO
3	15	38699	219	CONO
4	15	38876	220	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>220</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>1.29</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0.59</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 28 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	52836	299	CONO
2	15	52129	295	CONO
3	15	52483	297	COLUMNAR
4	15	52836	299	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>298</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>1.91</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0.64</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 60 DÍAS

PROBETA N°	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	59905	339	CONO
2	15	60081	340	CONO
3	15	59551	337	CONO
4	15	60612	343	CONO

MEDIA	340
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)	2.50
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	0.74



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 3 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.09	10875	136	CONO
2	9.86	10073	132	CONO
3	10.24	11363	138	CONO
4	10.25	10809	131	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>134</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>3.30</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2.46</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8" (6" x 12")

RELACION a/c : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 7 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA G (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA Rc (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
1	10.22	12546	153	COLUMNAR
2	10.24	12845	156	CONO
3	10.25	12459	151	CONO
4	10.25	12624	153	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>153</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>2.06</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1.35</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 14 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.22	16236	198	CONO
2	10.26	16205	196	COLUMNAR
3	10.23	15283	186	CONO
4	10.24	16468	200	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>195</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>6.22</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>3.19</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

# LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 28 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.25	18235	221	CONO
2	10.24	19432	236	CONO
3	10.22	18941	231	COLUMNAR
4	10.26	18603	225	CONO

MEDIA	228
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)	6.60
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	2.89



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 60 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.21	23975	293	CONO
2	10.26	24457	296	CONO
3	10.26	24672	298	CONO
4	10.27	24441	295	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>296</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>2.24</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0.76</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 3 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.09	10875	136	CONO
2	9.86	10073	132	CONO
3	10.24	11363	138	CONO
4	10.25	10809	131	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>134</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>3.30</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2.46</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 7 DÍAS

PROBETA N°	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.22	12546	153	COLUMNAR
2	10.24	12845	156	CONO
3	10.25	12459	151	CONO
4	10.25	12624	153	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>153</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>2.06</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1.35</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 14 DÍAS

PROBETA N°	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.22	16236	198	CONO
2	10.26	16205	196	COLUMNAR
3	10.23	15283	186	CONO
4	10.24	16468	200	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>195</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>6.22</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>3.19</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

### **ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 28 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA G (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA Rc (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
1	10.25	18235	221	CONO
2	10.24	19432	236	CONO
3	10.22	18941	231	COLUMNAR
4	10.26	18603	225	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>228</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>6.60</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2.89</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 60 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA G (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA Rc (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
1	10.21	23975	293	CONO
2	10.26	24457	296	CONO
3	10.26	24672	298	CONO
4	10.27	24441	295	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>296</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>2.24</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0.76</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

## ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.65

EDAD DE LA PROBETA : 3 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.20	14290	175	COLUMNAR
2	10.16	14282	176	CONO
3	9.99	13966	178	CONO
4	10.15	14495	179	CONO

MEDIA	177
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)	1.83
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	1.03



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

# LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.65

EDAD DE LA PROBETA : 7 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.18	15776	194	CONO
2	10.23	15858	193	CONO
3	10.14	15677	194	CONO
4	10.14	15839	196	CONO

MEDIA	194
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)	1.26
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	0.65



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.65

EDAD DE LA PROBETA : 14 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.13	19354	240	CONO
2	10.11	19353	241	CONO
3	10.13	19515	242	CONO
4	10.28	20174	243	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>242</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>1.29</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0.53</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.65

EDAD DE LA PROBETA : 28 DÍAS

PROBETA N°	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.13	23225	288	COLUMNAR
2	10.12	24142	300	COLUMNAR
3	10.30	24593	295	CONO
4	10.29	25457	306	COLUMNAR

MEDIA	297
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)	7.63
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	2.57



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.65

EDAD DE LA PROBETA : 60 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.14	24908	308	COLUMNAR
2	10.13	24515	304	CONO
3	10.28	25156	303	CONO
4	10.27	25021	302	CONO

MEDIA	304
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)	2.74
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	0.90



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8" (6" x 12")

RELACION a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 3 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.14	16243	201	COLUMNAR
2	10.15	16520	204	COLUMNAR
3	10.14	16728	207	COLUMNAR
4	10.30	16923	203	CONO

MEDIA	204
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)	2.50
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	1.23



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 7 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.15	18382	227	CONO
2	10.15	18301	226	CONO
3	10.13	18064	224	COLUMNAR
4	10.13	18467	229	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>227</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>2.08</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0.92</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.65

EDAD DE LA PROBETA : 14 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA G (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA Rc (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
1	10.13	19354	240	CONO
2	10.11	19353	241	CONO
3	10.13	19515	242	CONO
4	10.28	20174	243	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>242</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>1.29</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0.53</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

# LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 28 DÍAS

PROBETA N°	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.16	27266	336	CONO
2	10.29	27038	325	CONO
3	10.33	27933	333	CONO
4	10.29	26289	316	CONO

MEDIA	328
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)	8.96
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	2.74



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

# LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACION a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 60 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.18	31551	388	COLUMNAR
2	10.28	31964	385	COLUMNAR
3	10.35	32277	384	CONO
4	10.30	31929	383	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>385</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>2.16</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0.56</b>

**PROMEDIO DE LOS RESULTADOS.**

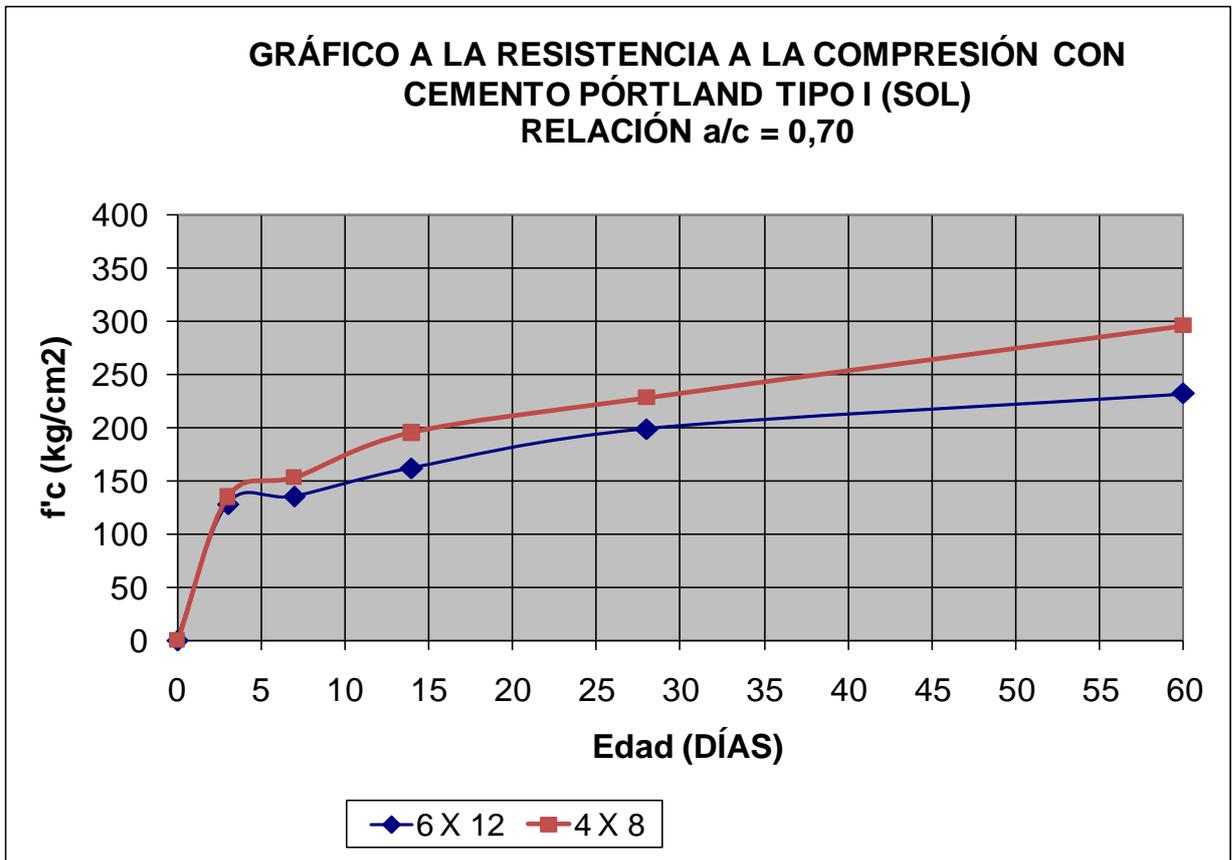
<b>PROBETAS NORMALIZADAS ( 6" X 12")</b>			
<b>EDAD</b>	<b>REL 0,60</b>	<b>REL 0,65</b>	<b>REL 0,70</b>
0	0	0	0
3	164	142	128
7	187	160	135
14	220	184	162
28	298	227	199
60	340	271	232

<b>PROBETAS NO NORMALIZADAS ( 4" X 8")</b>			
<b>EDAD</b>	<b>REL 0,60</b>	<b>REL 0,65</b>	<b>REL 0,70</b>
0	0	0	0
3	204	177	134
7	227	194	153
14	264	242	195
28	328	297	228
60	385	304	296



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

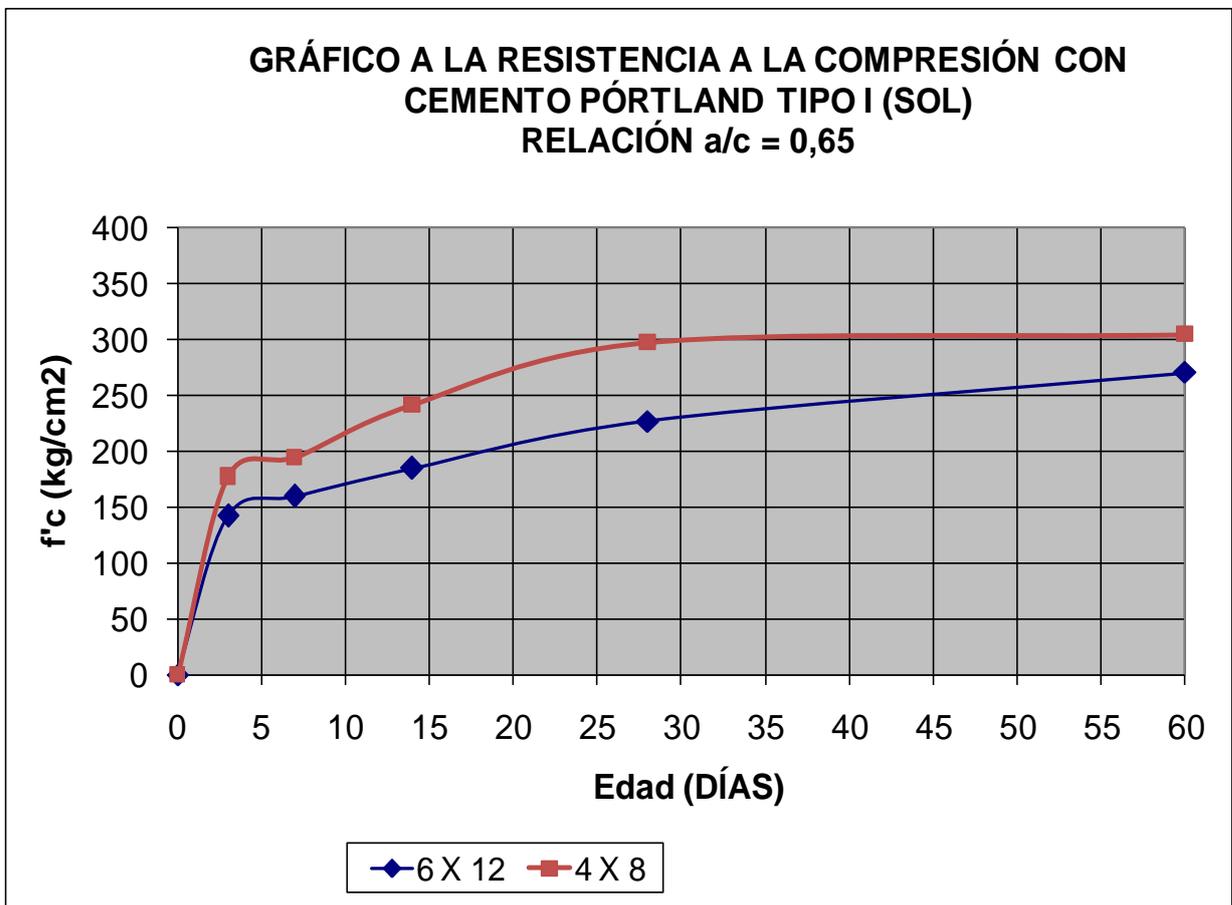
## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

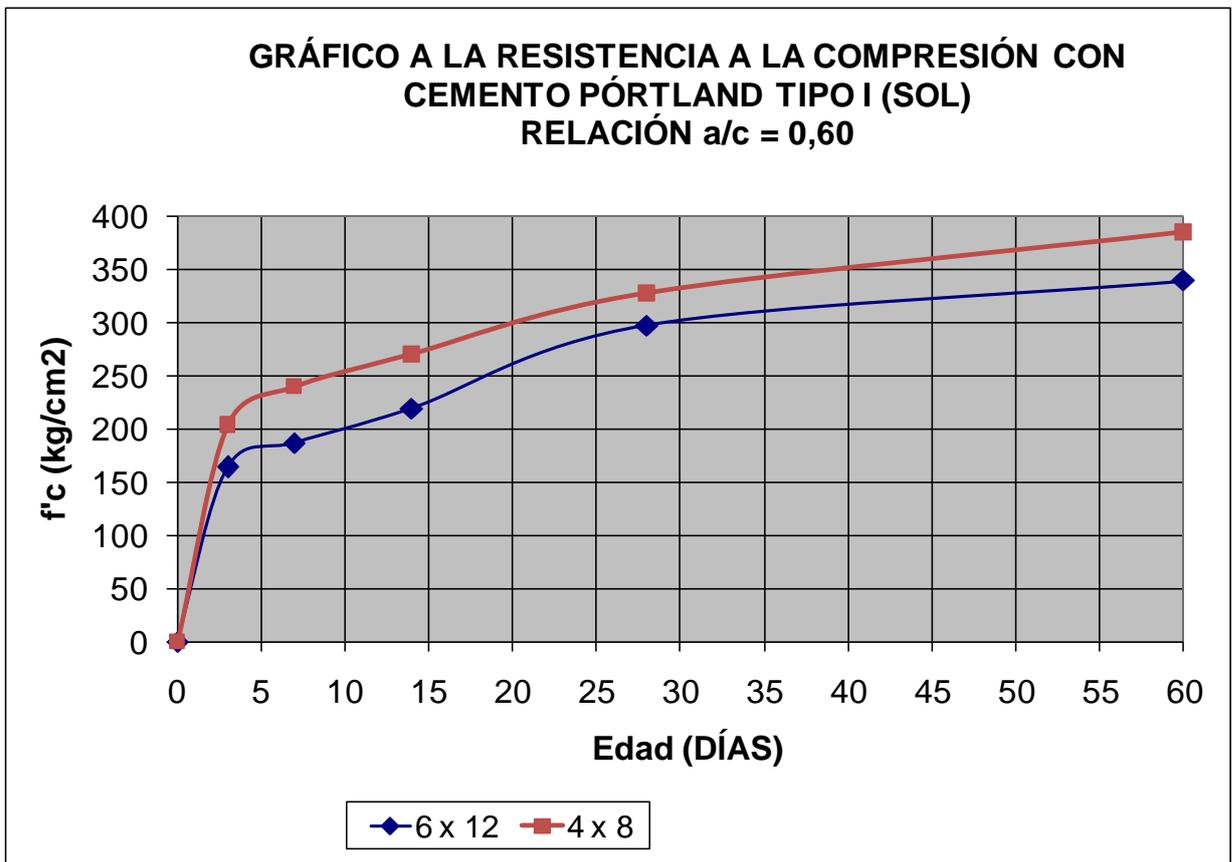
## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



A continuación se mostrará los gráficos de barras de las resistencias del concreto fabricado con cemento Pórtland Tipo I (Sol) para los dos tipos de probetas las estandarizadas (6" x 12") y no estandarizadas (4" x 8") elaborados para cada tipo de ensayo y relación de agua cemento.

Se procederá a adjuntar los gráficos de barras de las diferentes resistencias del concreto fabricado con el cemento Pórtland Tipo I (Sol) para los dos tipos de probetas las estandarizadas (6" x 12") y no estandarizadas (4" x 8") expresado en porcentaje y elaborados para cada tipo de ensayo de esta manera podemos tener una visión notable y visualizar cuanto están variando las resistencias de un tipo de probeta con respecto a la otra.



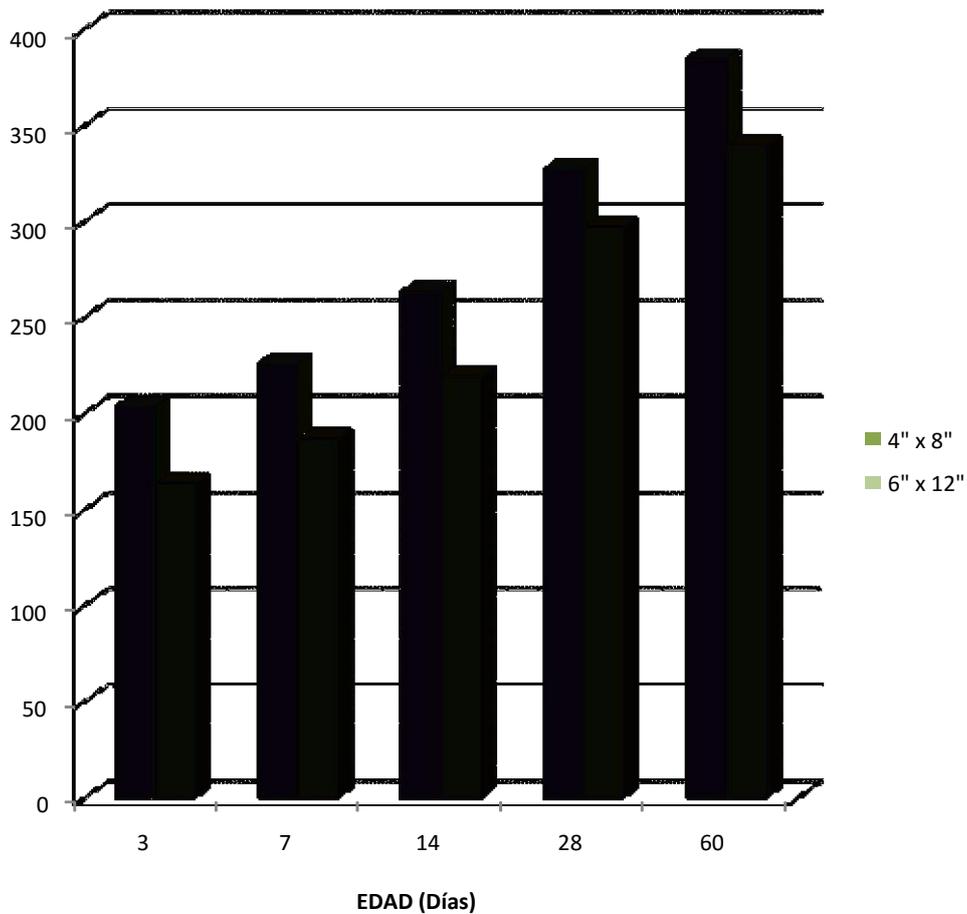
**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CEMENTO  
PORTLÁND TIPO I (SOL)**

**PROBETAS DE 4" x 8" Y 6" x 12"**

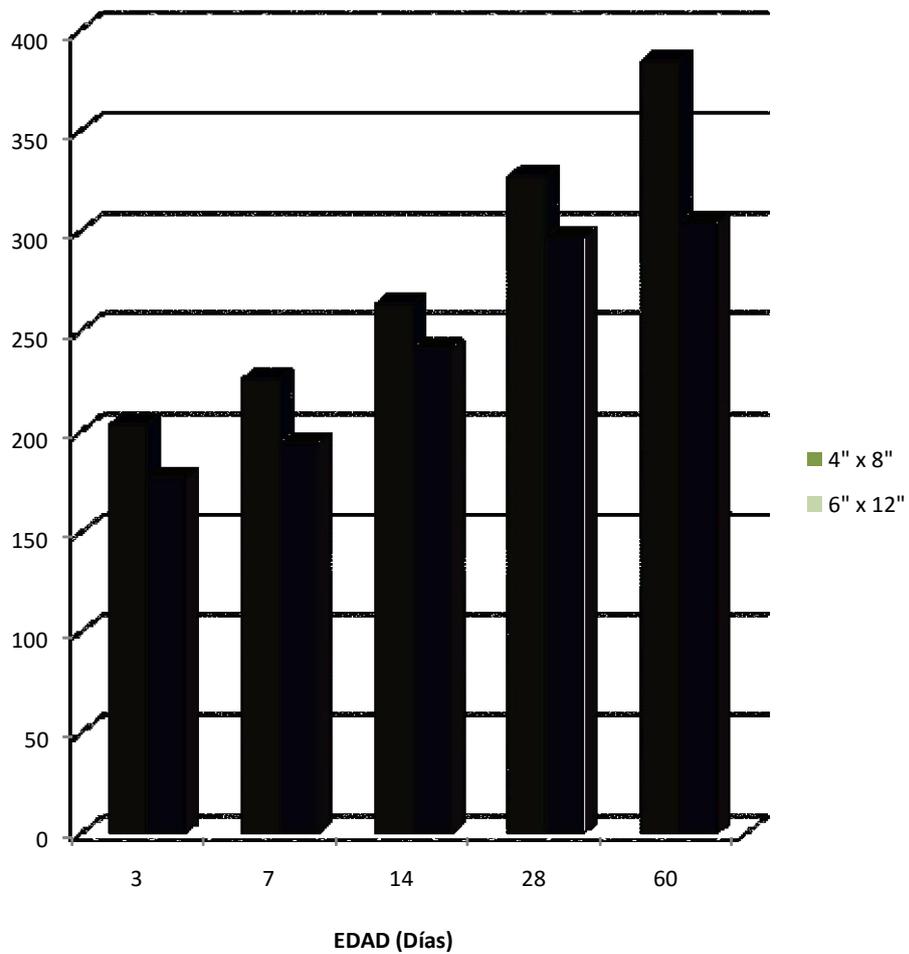
**RELACIÓN a/c = 0,60**



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

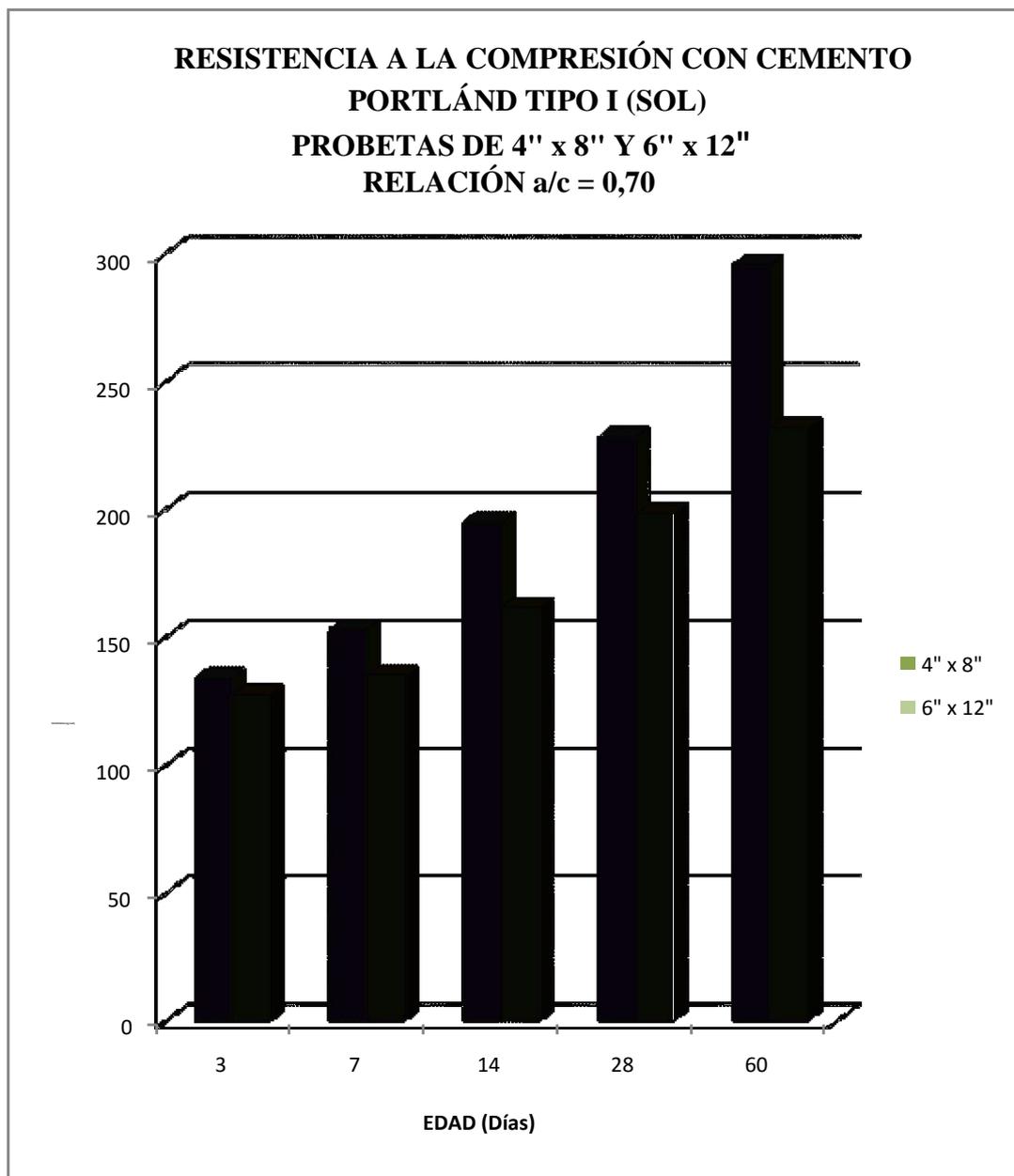
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CEMENTO  
PORTLÁND TIPO I (SOL)  
PROBETAS DE 4" x 8" Y 6" x 12"  
RELACIÓN a/c = 0,65**





**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**



Valores de diferencias de resistencias a la compresión con cemento pórtland Tipo I (SOL).

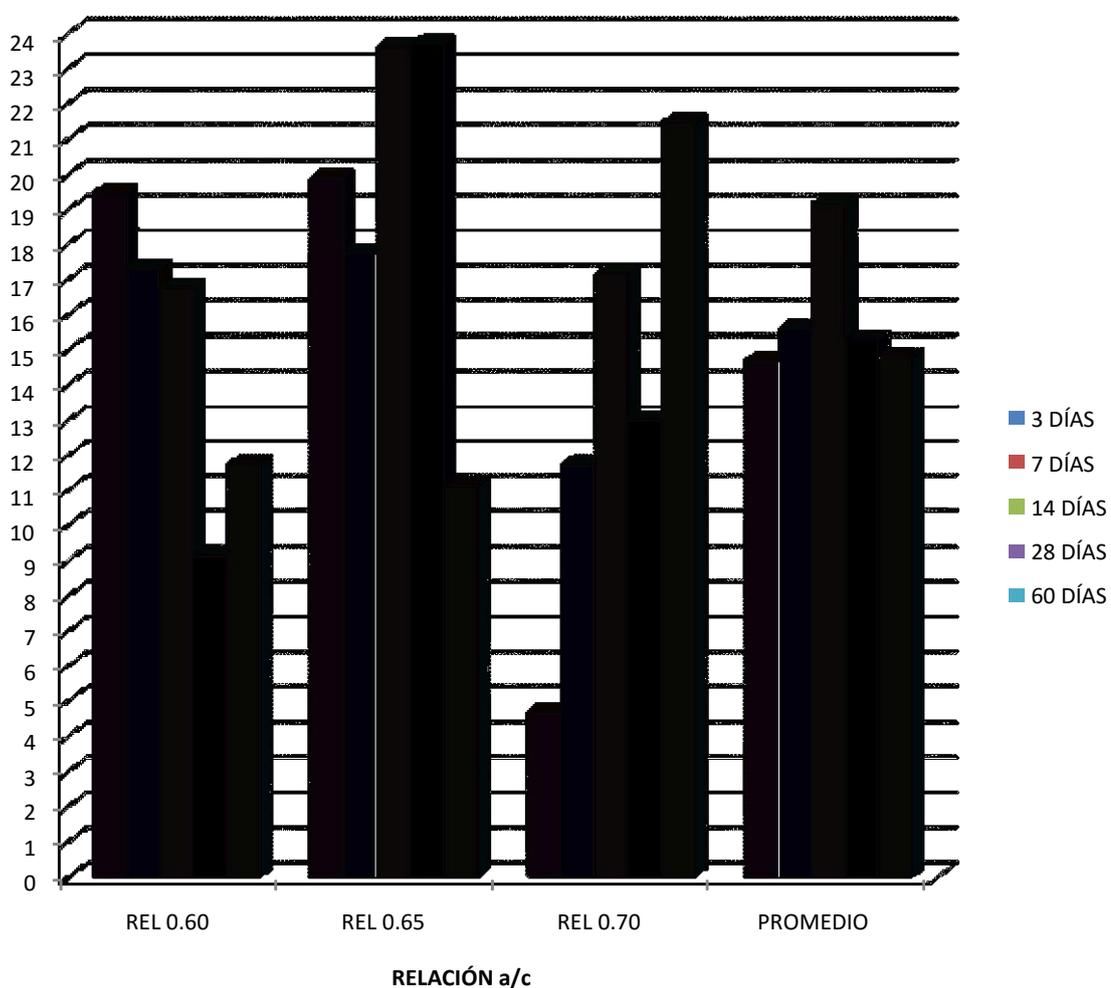
DIFERENCIA DE RESISTENCIAS EN %				
EDAD	REL 0,60	REL 0,65	REL 0,70	PROMEDIO
3	20	20	5	15
7	17	18	12	16
14	17	24	17	19
28	9	24	13	15
60	12	11	22	15



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

GRÁFICO DE DIFERENCIA DE RESISTENCIAS DE COMPRESIÓN  
ENTRE PROBETAS CHICAS Y GRANDES EXPRESADO EN  
PORCENTAJE PARA CEMENTO PORTLÁND TIPO I (SOL)



### **3.2. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL CON CEMENTO PÓRTLAND (SOL)**

La resistencia a la tracción por compresión diametral de los cilindros se determina de acuerdo con la norma ASTM C 496 que consiste en aplicar una fuerza de compresión diametral a toda la longitud de un espécimen cilíndrico de concreto, a una velocidad prescrita, hasta que ocurra la falla.

Según la norma N.T.P. 339.084 la máxima carga soportada por el espécimen antes de la falla es dividida por un factor geométrico apropiado, para obtener la resistencia a la tracción por compresión diametral, expresado en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Las características de la máquina que se empleó para realizar el ensayo para la presente tesis se muestra a continuación.

Máquina empleada : AUTO - TEK SERIE 500

A continuación se expone la siguiente fórmula para calcular la resistencia a la tracción por compresión diametral como así también se muestra los cuadros de resistencia correspondientes obtenidos en laboratorio.

$$T = \frac{2 \times P}{\pi \times L \times d}$$

Donde:

- C : Es la carga registrada, en kN.
- P : Es la carga máxima de rotura, en Kg.
- d : Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en cm.
- L : Longitud, en cm.
- T : Esfuerzo de tracción indirecta, en Kg/cm<sup>2</sup>.

A continuación mostraremos los ensayos realizados para cada tipo de probeta y para cada relación de agua cemento.



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 7 DÍAS

PROBETA N°	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	30.40	15.20	9436	13
2	30.50	15.20	10195	14
3	30.50	15.30	9529	13

<b>MEDIA</b>	<b>13</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>4.33</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 14 DÍAS

PROBETA Nº	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	30.50	15.10	11575	16
2	30.50	15.20	10923	15
3	30.50	15.10	11575	16

<b>MEDIA</b>	<b>16</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>3.69</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN  $a/c$  : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 28 DÍAS

PROBETA N°	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	30.60	15.10	14516	20
2	30.70	15.10	13835	19
3	30.60	14.90	13608	19

MEDIA	19
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)	0.58
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	2.99



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

### **ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN  $a/c$  : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 60 DÍAS

<b>PROBETA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>CARGA APLICADA</b>	<b>RESISTENCIA</b>
<b>Nº</b>	<b>L (cm)</b>	<b>d (cm)</b>	<b>P (Kg)</b>	<b>T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	30.50	15.20	16749	23
2	30.10	15.20	16529	23
3	30.60	15.30	17650	24

<b>MEDIA</b>	<b>23</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2.47</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0.65

EDAD DE LA PROBETA : 7 DÍAS

PROBETA N°	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	30.40	15.30	11690	16
2	30.60	15.30	11031	15
3	30.40	15.10	11537	16

<b>MEDIA</b>	<b>16</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>3.69</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0.65

EDAD DE LA PROBETA : 14 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>LONGITUD L (cm)</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA P (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	30.50	15.20	13108	18
2	30.60	15.20	13882	19
3	30.50	15.30	13194	18

<b>MEDIA</b>	<b>18</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>3.15</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0.65

EDAD DE LA PROBETA : 28 DÍAS

PROBETA Nº	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	30.40	15.20	16694	23
2	30.30	15.10	17249	24
3	30.40	15.20	16694	23

<b>MEDIA</b>	<b>23</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2.47</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0.65

EDAD DE LA PROBETA : 60 DÍAS

PROBETA Nº	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	30.50	15.10	19533	27
2	30.40	15.20	18872	26
3	30.40	15.30	19726	27

<b>MEDIA</b>	<b>27</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2.17</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 7 DÍAS

PROBETA Nº	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	30.30	15.20	13746	19
2	30.40	15.20	13065	18
3	30.40	15.20	13791	19

MEDIA	19
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)	0.58
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	3.09



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 14 DÍAS

PROBETA Nº	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	30.40	15.00	15758	22
2	30.40	15.10	15142	21
3	30.50	15.00	15810	22

<b>MEDIA</b>	<b>22</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2.66</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 28 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>LONGITUD L (cm)</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA P (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	30.50	15.10	21703	30
2	30.40	15.30	21188	29
3	30.50	15.20	21118	29

<b>MEDIA</b>	<b>29</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1.97</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

# LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 60 DÍAS

PROBETA N°	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	30.20	15.40	24839	34
2	30.40	15.30	24841	34
3	30.10	15.10	23560	33

<b>MEDIA</b>	<b>34</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1.71</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

### **ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACIÓN a/c : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 7 DÍAS

<b>PROBETA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>CARGA APLICADA</b>	<b>RESISTENCIA</b>
<b>Nº</b>	<b>L (cm)</b>	<b>d (cm)</b>	<b>P (Kg)</b>	<b>T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	20.30	10.10	4831	15
2	20.40	10.10	4531	14
3	20.30	10.10	4831	15

<b>MEDIA</b>	<b>15</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>3.94</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

### **ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACIÓN a/c : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 14 DÍAS

<b>PROBETA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>CARGA APLICADA</b>	<b>RESISTENCIA</b>
<b>Nº</b>	<b>L (cm)</b>	<b>d (cm)</b>	<b>P (Kg)</b>	<b>T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	20.30	10.10	6119	19
2	20.40	10.10	6149	19
3	20.30	10.10	6441	20

<b>MEDIA</b>	<b>19</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2.99</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACIÓN a/c : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 28 DÍAS

PROBETA Nº	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	20,40	10,10	7120	22
2	20,30	10,10	7407	23
3	20,30	10,00	7015	22

<b>MEDIA</b>	<b>22</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0,58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2,59</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACIÓN a/c : 0.70

EDAD DE LA PROBETA : 60 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>LONGITUD L (cm)</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA P (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	20.50	10.00	9338	29
2	20.40	10.10	9062	28
3	20.40	10.00	9293	29

<b>MEDIA</b>	<b>29</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2.01</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACIÓN a/c : 0.65

EDAD DE LA PROBETA : 7 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>LONGITUD L (cm)</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA P (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	20.30	10.10	6441	20
2	20.30	10.10	6119	19
3	20.30	10.00	6059	19

<b>MEDIA</b>	<b>19</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2.99</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACIÓN a/c : 0.65

EDAD DE LA PROBETA : 14 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>LONGITUD L (cm)</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA P (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	20.30	10.00	7653	24
2	20.30	9.90	7261	23
3	20.30	9.90	7576	24

<b>MEDIA</b>	<b>24</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2.44</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

# LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACIÓN a/c : 0.65

EDAD DE LA PROBETA : 28 DÍAS

PROBETA N°	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	20.30	10.00	8928	28
2	20.30	10.00	8928	28
3	20.30	10.00	9247	29

<b>MEDIA</b>	<b>28</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2.04</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACIÓN a/c : 0.65

EDAD DE LA PROBETA : 60 DÍAS

PROBETA Nº	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	20.30	10.00	9885	31
2	20.30	10.00	9247	29
3	20.40	10.00	9613	30

<b>MEDIA</b>	<b>30</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>1.00</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>3.33</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACIÓN a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 7 DÍAS

PROBETA Nº	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	20.30	10.10	6116	23
2	20.30	10.00	5607	21
3	20.30	10.00	5097	22

<b>MEDIA</b>	<b>22</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>1.00</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>4.55</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACIÓN a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 14 DÍAS

PROBETA Nº	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	20.30	10.00	8665	25
2	20.30	10.00	9174	27
3	20.30	9.90	9174	26

<b>MEDIA</b>	<b>26</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>1.00</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>3.85</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

### **ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACIÓN a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 28 DÍAS

<b>PROBETA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>CARGA APLICADA</b>	<b>RESISTENCIA</b>
<b>Nº</b>	<b>L (cm)</b>	<b>d (cm)</b>	<b>P (Kg)</b>	<b>T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	20.30	10.10	10194	35
2	20.20	10.00	9684	36
3	20.20	10.00	8665	35

<b>MEDIA</b>	<b>35</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1.63</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

### **ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACIÓN a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 60 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>LONGITUD L (cm)</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA P (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	20.40	10.00	11213	38
2	20.10	10.30	10194	37
3	20.40	10.50	10194	38

<b>MEDIA</b>	<b>38</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>0.58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1.53</b>

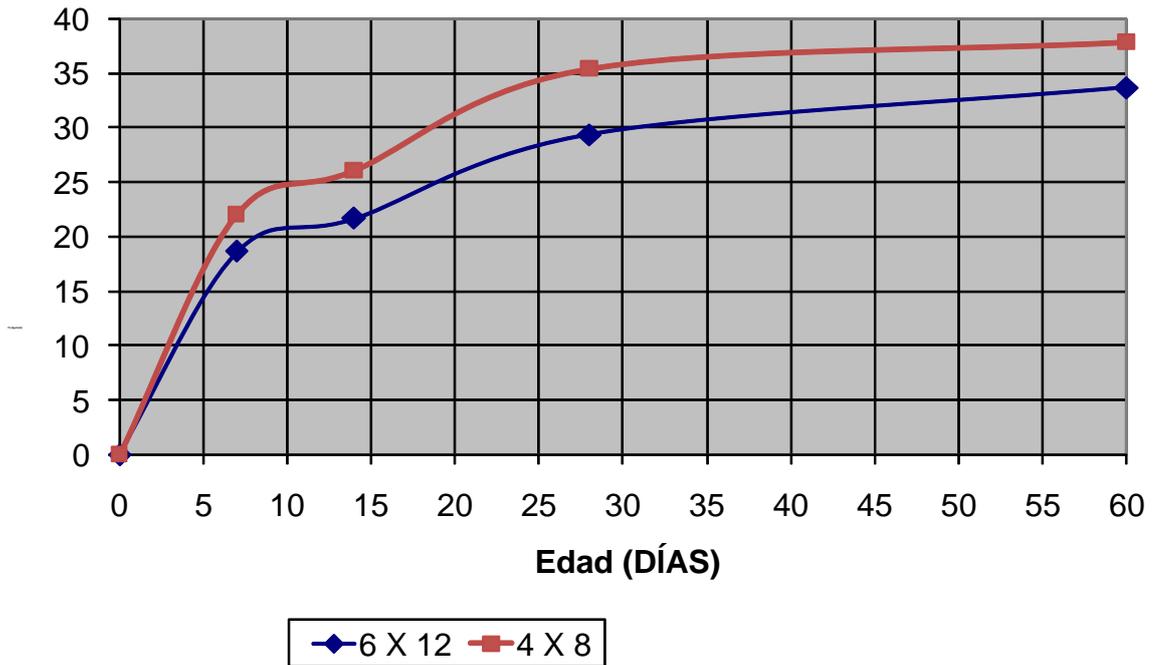


**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**Gráficos a la Resistencia a la Tracción Con Cemento Pórtland Tipo I  
(Sol). A Diferentes Relaciones.**

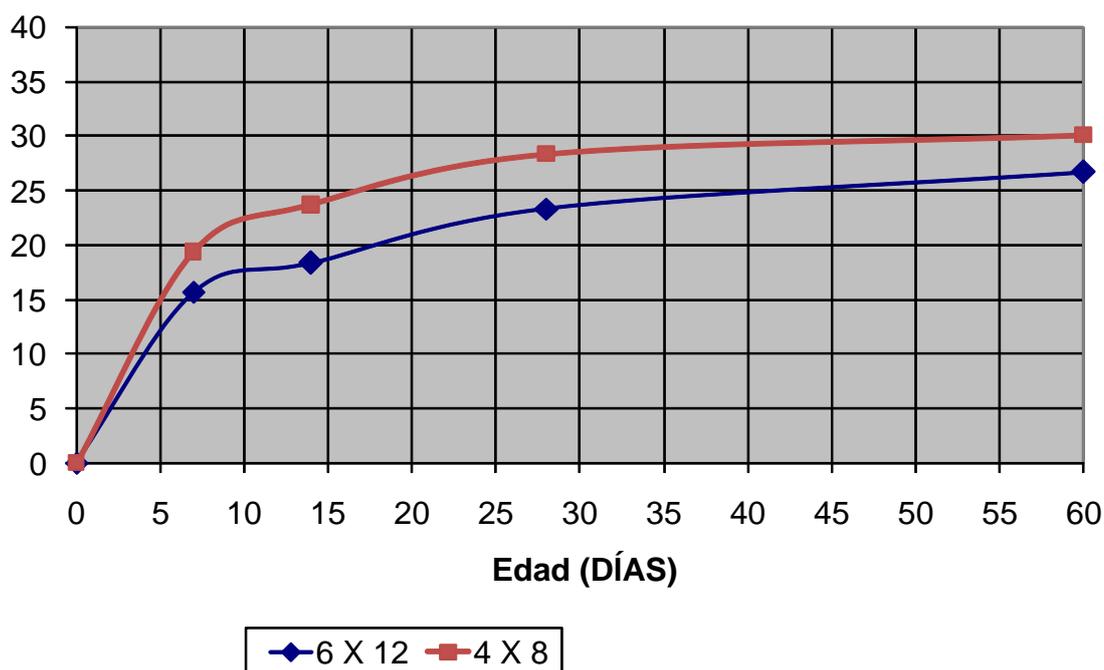
**GRÁFICO A LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)  
RELACIÓN a/c = 0,60**



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

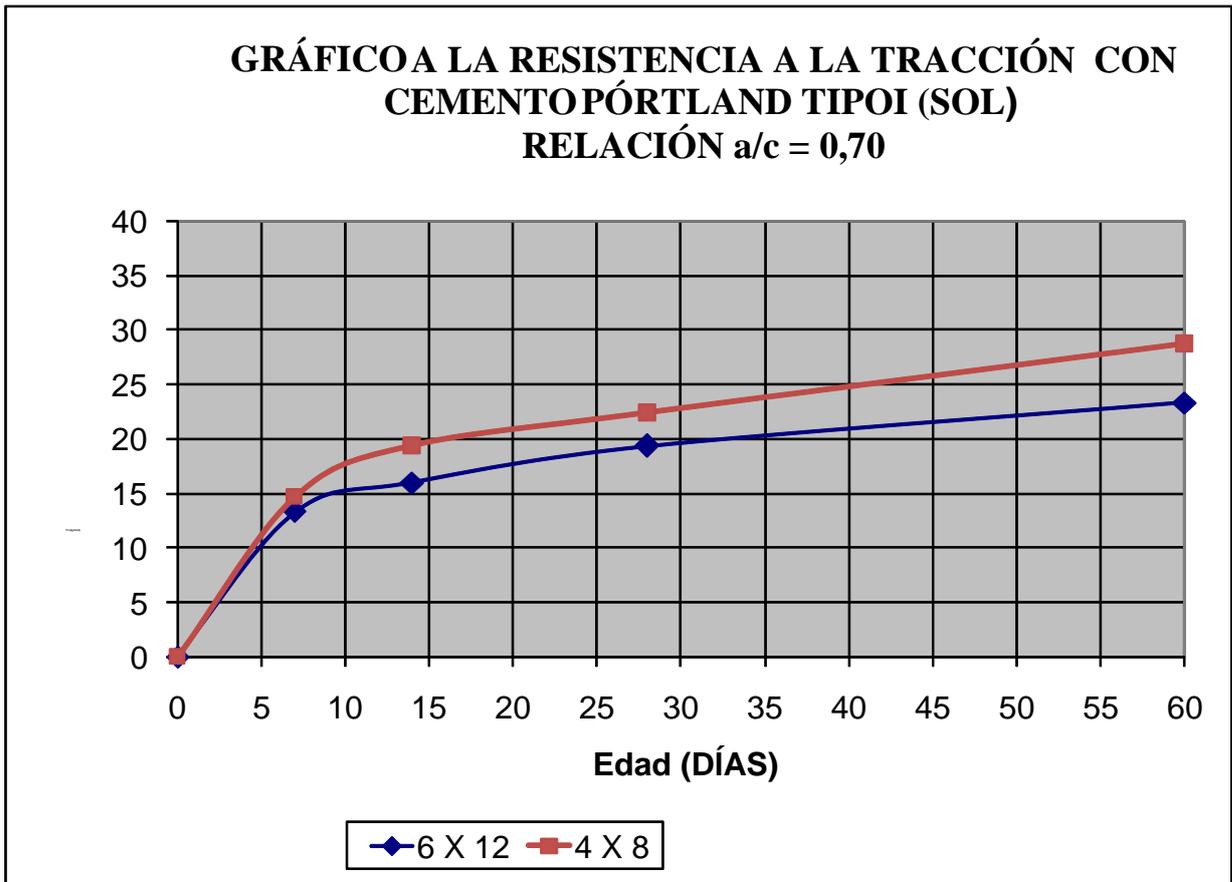
**GRÁFICO A LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)  
RELACIÓN a/c = 0,65**



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**GRÁFICO A LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)  
RELACIÓN a/c = 0,70**



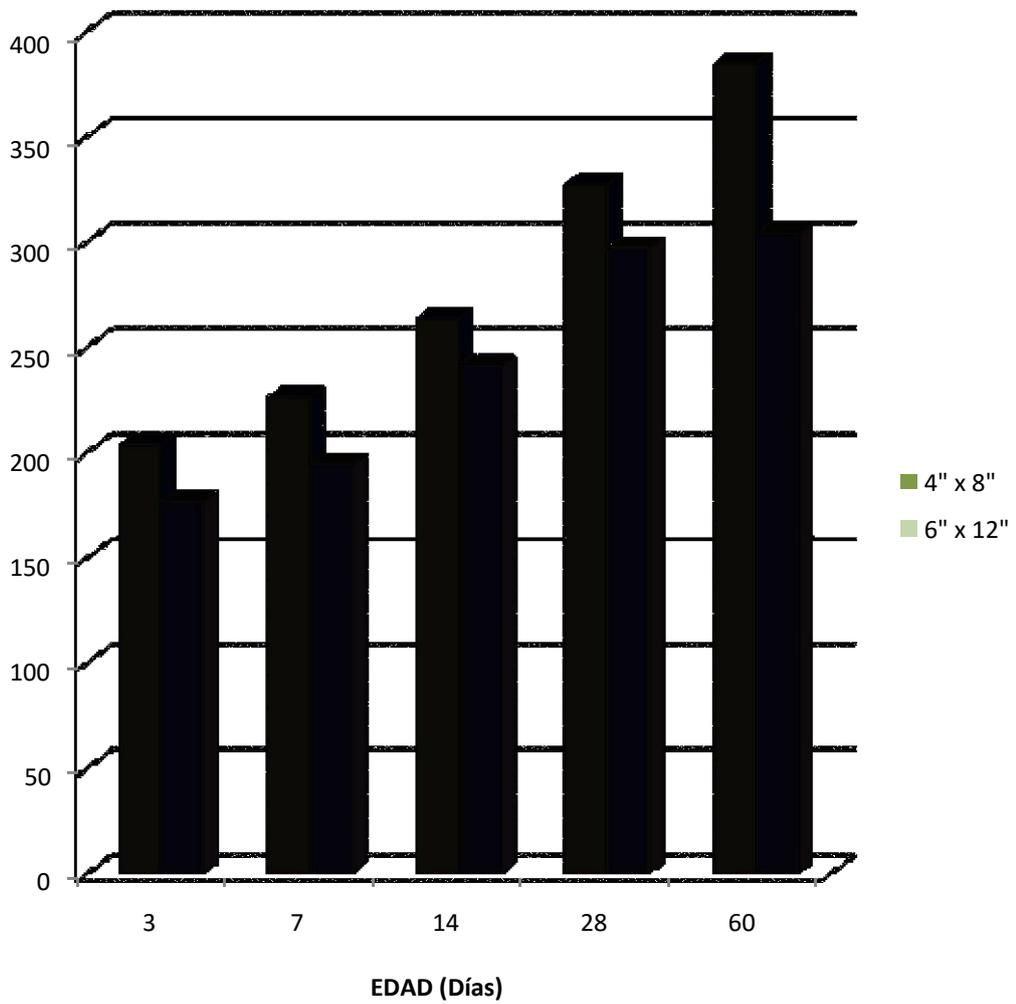
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**Gráficos de Barras de las Resistencias a Diferentes Relaciones.**

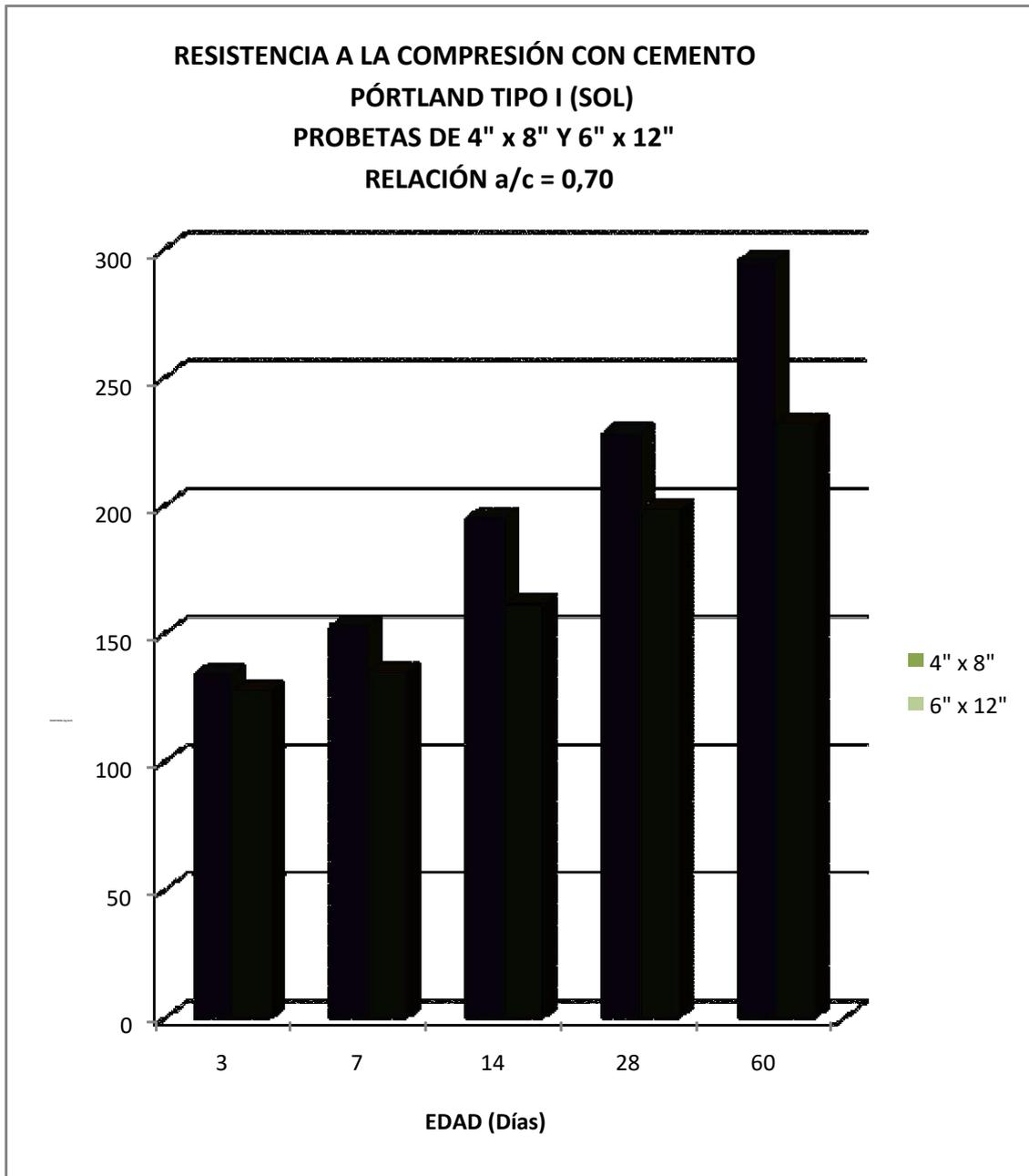
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CEMENTO  
PÓRTLAND TIPO I (SOL)  
PROBETAS DE 4" x 8" Y 6" x 12"  
RELACIÓN a/c = 0,65**





**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**



Se mostrará los valores de la diferencia de resistencias a la tracción con Cemento Pórtland Tipo I (Sol).

DIFERENCIA DE RESISTENCIAS EN %				
EDAD	REL 0,60	REL 0,65	REL 0,70	PROMEDIO
7	15	19	9	14
14	17	23	17	19
28	17	18	13	16
60	11	11	19	13

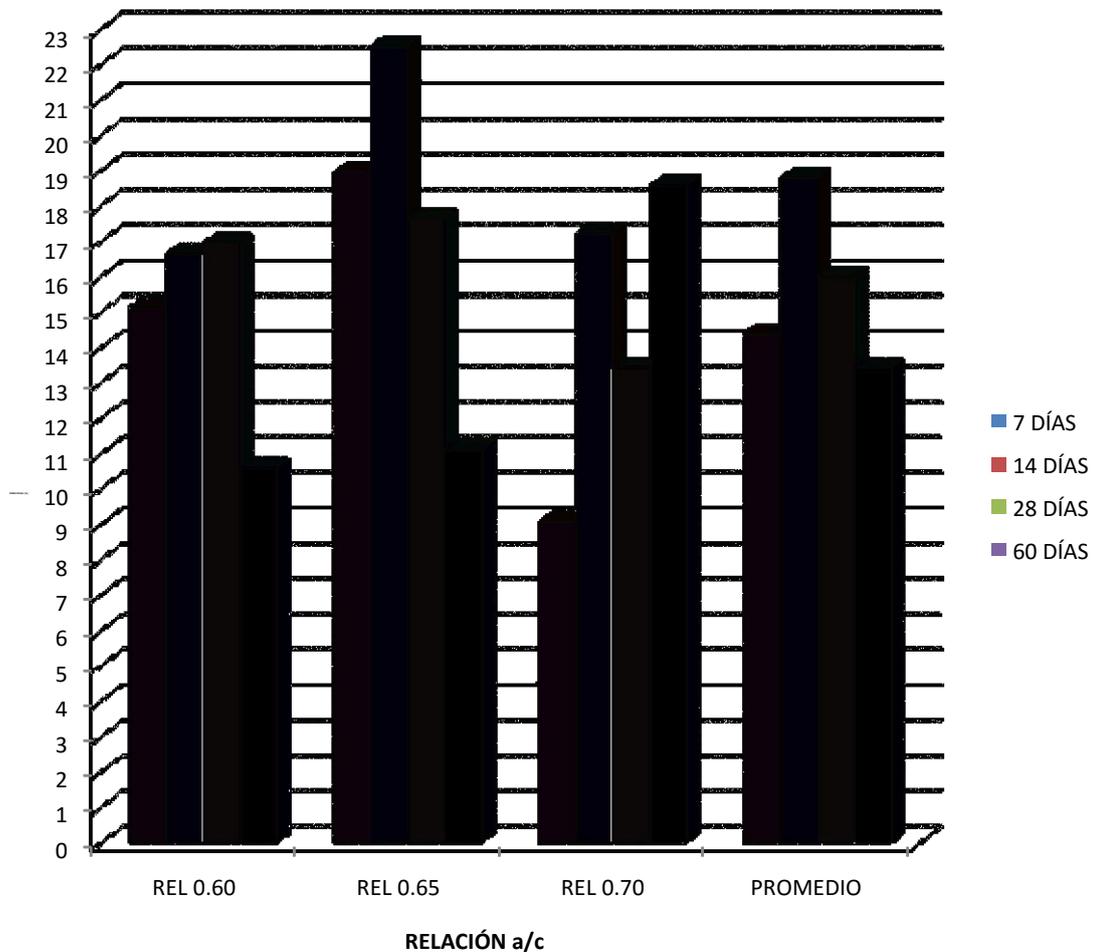


**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

# **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**Gráfico de Diferencia de Resistencias de Tracción entre probetas chicas  
y Grandes**

**GRÁFICO DE DIFERENCIA DE RESISTENCIAS DE TRACCIÓN ENTRE  
PROBETAS CHICAS Y GRANDES EXPRESADO EN PORCENTAJE  
PARA CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**



**Empleando Cemento Pórtland Puzolánico Tipo IP (Atlas).**

A continuación presentaremos al igual que el otro tipo de cemento anterior, el desarrollo de los ensayos de compresión y tracción por

compresión diametral para determinar las resistencias de las probetas estandarizadas (6" x 12") y no estandarizadas (4" x 8") para su correlación correspondiente.

### **3.3. ENSAYOS A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTAND PUZOLÁNICO (ATLAS)**

Según la norma ASTM C 39 y la norma N.T.P. 339.034, la resistencia a la compresión del espécimen se obtiene dividiendo la máxima carga registrada durante el ensayo y el área de la sección transversal de la muestra, expresado en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Las características de la máquina de compresión que se empleó para realizar el ensayo para este trabajo de investigación se muestra a continuación.

Máquina empleada : AUTO-TEK – SERIE 500

A continuación se muestra la siguiente fórmula usada en el punto anterior para calcular la resistencia a la compresión y también se muestra los cuadros de resistencia correspondientes obtenidos en laboratorio.

$$G = \frac{P \times 1000}{9,81}$$

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

Donde:

- P : Es la carga registrada, en kN.
- G : Es la carga máxima de rotura, en kg.
- d : Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en cm.
- Rc : Es la resistencia de rotura a la compresión, en kg/cm<sup>2</sup>.



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**Ensayos de Concreto con Cemento Pórtland Puzolánico Tipo IP (Atlas).  
Para diferentes relaciones.**

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 70

EDAD DE LA PROBETA: 3 DÍAS

PROBETA N°	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	19085	108	COLUMNAR
2	15	18731	106	COLUMNAR
3	15	18908	107	COLUMNAR
4	15	18908	107	COLUMNAR

MEDIA	107
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	0,82
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	0,76



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0,70

EDAD DE LA PROBETA: 7 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	20498	116	COLUMNAR
2	15	20322	115	COLUMNAR
3	15	20675	117	COLUMNAR
4	15	20498	116	CONO

MEDIA	116
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	0,82
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	0,70



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 70

EDAD DE LA PROBETA: 14 DÍAS

PROBETA N°	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	24916	141	CONO
2	15	24563	139	CONO
3	15	24739	140	COLUMNAR
4	15	25093	142	COLUMNAR

<b>MEDIA</b>	<b>141</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>1,29</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0,92</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 70

EDAD DE LA PROBETA: 28 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	30748	174	CONO
2	15	30394	172	CONO
3	15	30041	170	CONO
4	15	30571	173	CONO

MEDIA	172
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	1,71
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	0,99



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 70

EDAD DE LA PROBETA: 60 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	36049	204	CONO
2	15	36579	207	CONO
3	15	35519	201	CONO
4	15	35872	203	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>204</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>2,50</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1,23</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0,65

EDAD DE LA PROBETA: 3 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	21559	122	COLUMNAR
2	15	21205	120	CONO
3	15	21382	121	CONO
4	15	21735	123	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>122</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>1,29</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1,06</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

# LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0,65

EDAD DE LA PROBETA: 7 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	25800	146	CONO
2	15	25446	144	CONO
3	15	25270	143	COLUMNAR
4	15	25446	144	COLUMNAR

MEDIA	144
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	1,26
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	0,87



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0,65

EDAD DE LA PROBETA: 14 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	28980	164	CONO
2	15	28804	163	CONO
3	15	28980	164	CONO
4	15	28627	162	CONO

MEDIA	163
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	0,96
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	0,59



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0,65

EDAD DE LA PROBETA: 28 DÍAS

PROBETA N°	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	36402	206	CONO
2	15	36756	208	CONO
3	15	37109	210	CONO
4	15	36932	209	CONO

MEDIA	208
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	1,71
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	0,82



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0,65

EDAD DE LA PROBETA: 60 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	44178	250	CONO
2	15	44001	249	CONO
3	15	44531	252	CONO
4	15	44884	254	CONO

MEDIA	251
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	2,22
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	0,88



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

# LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 60

EDAD DE LA PROBETA: 3 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	26683	151	COLUMNAR
2	15	26507	150	CONO
3	15	27213	154	COLUMNAR
4	15	27037	153	CONO

MEDIA	152
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	1,83
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	1,20



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 60

EDAD DE LA PROBETA: 7 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	30924	175	COLUMNAR
2	15	30394	172	COLUMNAR
3	15	30041	170	CONO
4	15	30748	174	CONO

MEDIA	173
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	2,22
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	1,28



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0,60

EDAD DE LA PROBETA: 14 DÍAS

PROBETA N°	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	34635	196	CONO
2	15	34989	198	CONO
3	15	33928	192	CONO
4	15	34458	195	CONO

MEDIA	195
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	2,50
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	1,28



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 60

EDAD DE LA PROBETA: 28 DÍAS

PROBETA N°	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	44531	252	CONO
2	15	44708	253	CONO
3	15	45061	255	CONO
4	15	44354	251	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>253</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>1,71</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0,68</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 60

EDAD DE LA PROBETA: 60 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	52483	297	CONO
2	15	52129	295	CONO
3	15	51953	294	CONO
4	15	52836	299	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>296</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>2,22</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0,75</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0,70

EDAD DE LA PROBETA: 3 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.42	11255	132	COLUMNAR
2	9.99	10906	139	COLUMNAR
3	10.21	11538	141	COLUMNAR
4	10.13	11693	145	COLUMNAR

<b>MEDIA</b>	<b>139</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>5,44</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>3,91</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0, 70

EDAD DE LA PROBETA: 7 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10,14	12849	159	COLUMNAR
2	10,22	13284	162	COLUMNAR
3	10,15	13443	166	COLUMNAR
4	10,11	13571	169	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>164</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>4,40</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2,68</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0, 70

EDAD DE LA PROBETA: 14 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA G (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA Rc (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
1	10.25	16337	198	CONO
2	10.20	15760	193	CONO
3	10.15	16601	205	COLUMNAR
4	10.20	16413	201	COLUMNAR

<b>MEDIA</b>	<b>199</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>5,06</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2,54</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

### **ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0,70

EDAD DE LA PROBETA: 28 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA G (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA Rc (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
1	10,30	19841	238	CONO
2	10,26	18934	229	CONO
3	10,22	19351	236	CONO
4	10,15	18868	233	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>234</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>3,92</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1,67</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0,70

EDAD DE LA PROBETA: 60 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	0.18	22037	271	CONO
2	10.20	22537	276	CONO
3	10.18	22118	272	CONO
4	10.19	22002	270	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>272</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>2,63</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0,97</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0,65

EDAD DE LA PROBETA: 3 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10,22	13067	159	COLUMNA
2	10,24	13012	158	CONO
3	10,25	12789	155	CONO
4	10,26	12567	152	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>156</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>3,28</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2,10</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0,65

EDAD DE LA PROBETA: 7 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10.12	13761	171	CONO
2	10.11	13973	174	CONO
3	10.13	14193	176	COLUMNAR
4	10.14	14384	178	COLUMNAR

MEDIA	175
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	2,99
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	1,71



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0, 65

EDAD DE LA PROBETA: 14 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA G (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA Rc (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
1	10.15	17168	212	CONO
2	10.18	17727	218	CONO
3	10.13	17257	214	CONO
4	10.15	17896	221	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>216</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>4,03</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1,86</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0,65

EDAD DE LA PROBETA: 28 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10,14	21576	267	CONO
2	10,16	21910	270	CONO
3	10,18	21875	269	CONO
4	10,16	21585	266	CONO

MEDIA	268
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	1,83
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	0,68



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0,65

EDAD DE LA PROBETA: 60 DÍAS

PROBETA N°	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10,22	23451	286	CONO
2	10,26	23233	281	CONO
3	10,22	23779	290	CONO
4	10,24	23961	291	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>287</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>4,55</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1,58</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0, 60

EDAD DE LA PROBETA: 3 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10,22	14924	182	COLUMNAR
2	10,25	15099	183	CONO
3	10,23	14708	179	COLUMNAR
4	10,26	14882	180	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>181</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>1,83</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1,01</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0, 60

EDAD DE LA PROBETA: 7 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA G (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA Rc (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
1	10.30	17257	207	COLUMNAR
2	10.16	16960	209	COLUMNAR
3	10.15	17087	211	CONO
4	10.14	17132	212	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>210</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>2,22</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1,06</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

### **ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0,60

EDAD DE LA PROBETA: 14 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA G (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA Rc (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
1	10.24	20667	251	CONO
2	10.15	20002	247	CONO
3	10.13	20483	254	CONO
4	10.15	20974	259	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>253</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>5,06</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2,00</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0,60

EDAD DE LA PROBETA: 28 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA G (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA Rc (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
1	10,26	24639	298	CONO
2	10,19	24528	301	CONO
3	10,15	24942	308	CONO
4	10,14	25132	311	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>305</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>6,03</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1,98</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

# LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0, 60

EDAD DE LA PROBETA: 60 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (Kg)	RESISTENCIA Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10,29	27121	326	CONO
2	10,18	26347	324	CONO
3	10,05	26168	330	CONO
4	10,15	26966	333	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>328</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>4,03</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1,23</b>

Promedio de resultados.

<b>PROBETAS NORMALIZADAS ( 6" X 12")</b>			
<b>EDAD</b>	<b>REL 0,60</b>	<b>REL 0,65</b>	<b>REL 0,70</b>
0	0	0	0
3	152	122	107
7	173	144	116
14	195	163	141
28	253	208	172
60	296	251	204

<b>PROBETAS NO NORMALIZADAS ( 4" X 8")</b>			
<b>EDAD</b>	<b>REL 0,60</b>	<b>REL 0,65</b>	<b>REL 0,70</b>
0	0	0	0
3	181	156	139
7	210	175	164
14	253	216	199
28	305	268	234
60	328	287	272

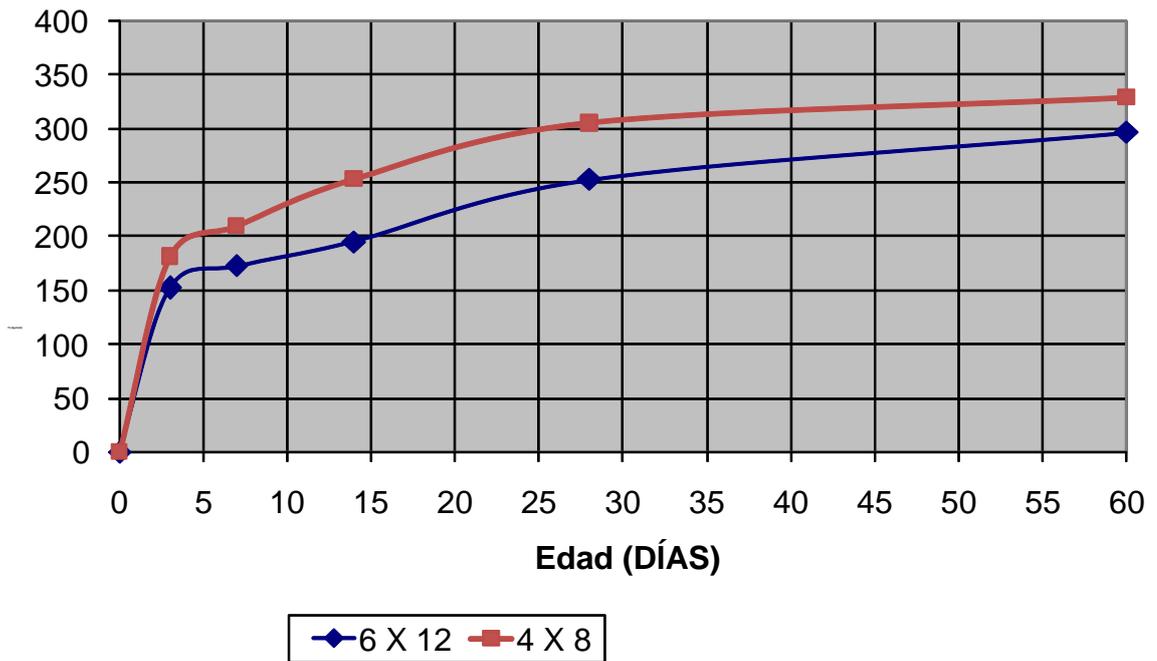


**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**Gráficos de resistencias con Cemento Pórtland Puzolánico Tipo IP  
(Atlas). Para diferentes relaciones.**

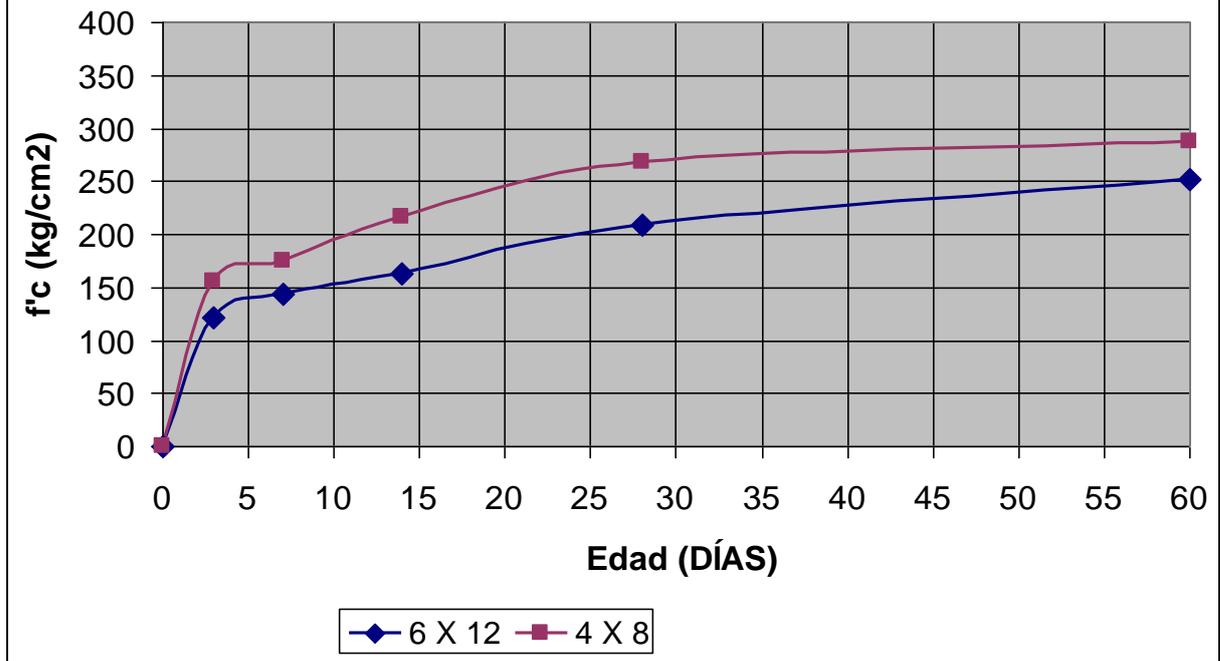
**GRÁFICO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)  
RELACIÓN a/c = 0,60**



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

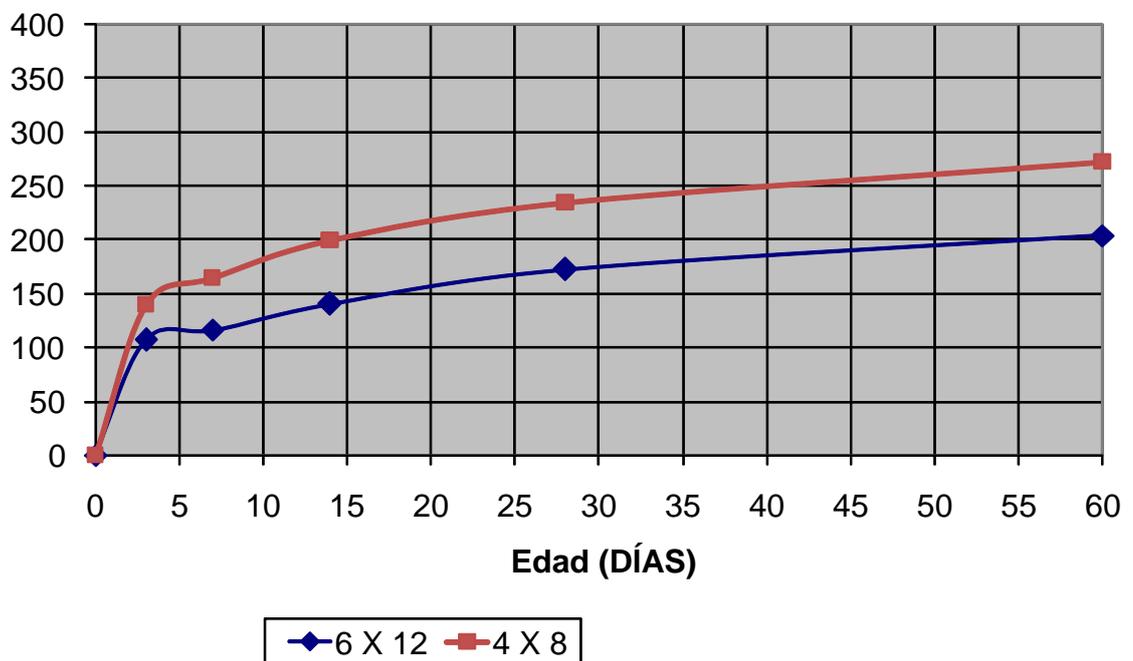
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**GRÁFICO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON  
CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO  
RELACIÓN a/c = 0,65**



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**GRÁFICO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO  
RELACIÓN a/c = 0,70**



A continuación se expone los gráficos de barras de resistencias del concreto fabricado con cemento tipo Pórtland Puzolánico Tipo IP (Atlas) para los dos

tipos de probetas, estandarizadas (6" x 12") y no estandarizadas (4" x 8"), elaborados para cada tipo de ensayo, y relación agua – cemento.

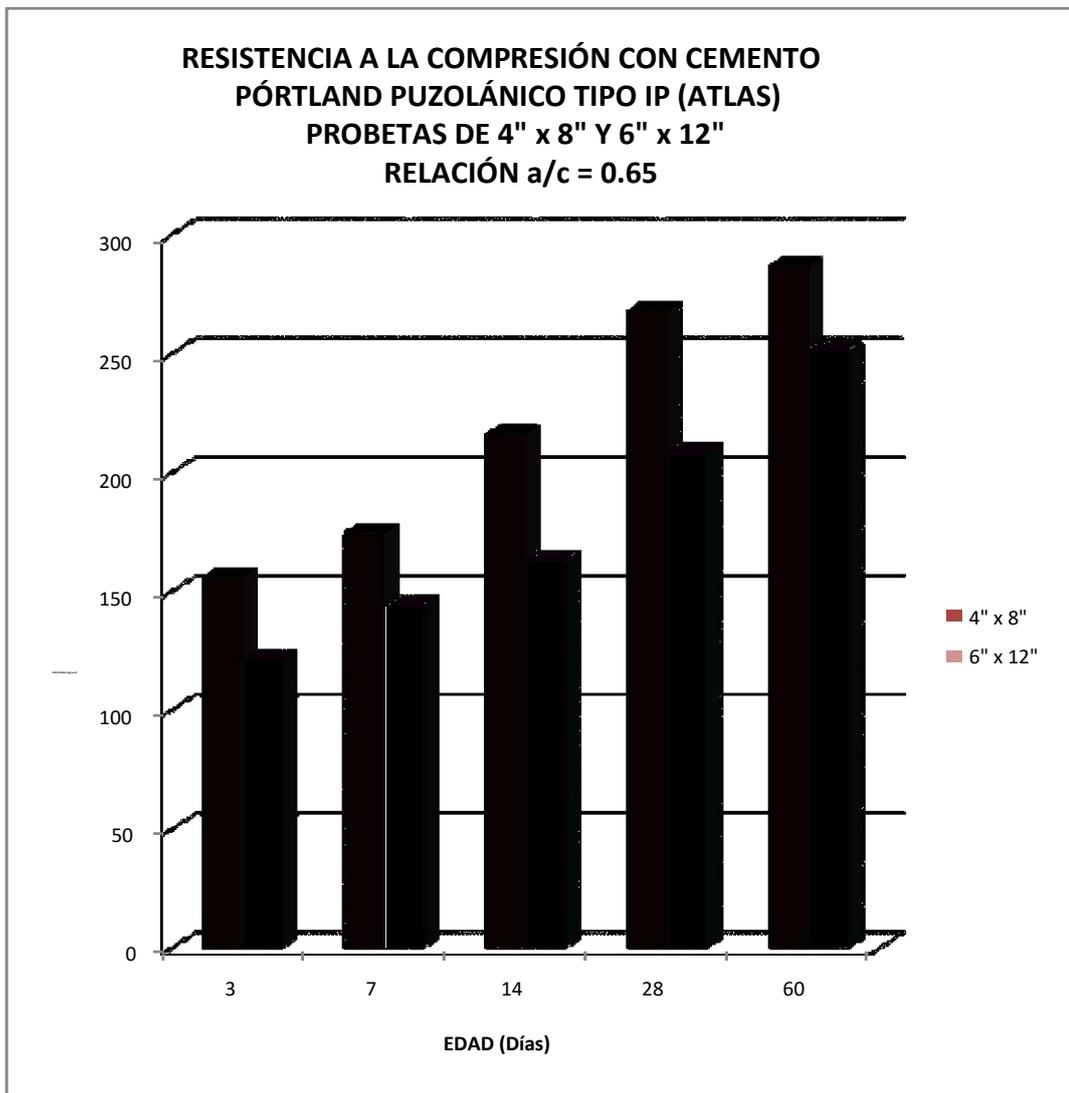
Se adjunta además los gráficos de barra de las diferencias de resistencias del concreto fabricado con cemento tipo Pórtland Puzolánico Tipo IP (Atlas) entre los dos tipos de probetas, estandarizadas (6" x 12") y no estandarizadas (4" x 8"), expresado en porcentaje y elaborados para cada tipo de ensayo. De esta manera podemos tener un panorama notable y saber cuánto están variando las resistencias de un tipo de probeta con respecto a la otra.



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Gráficos de Resistencias a la Compresión Cemento Portland Puzolánico Tipo IP (Atlas). Para diferentes relaciones.



Valores de diferencia de resistencias a la compresión con respecto al cemento tipo Portlánd Puzolánico Tipo IP (Atlas).

DIFERENCIA DE RESISTENCIAS EN %				
EDAD	REL 0,60	REL 0,65	REL 0,70	PROMEDIO
3	16	22	23	20
7	18	17	29	21
14	23	25	29	26
28	17	22	26	22
60	10	12	25	16

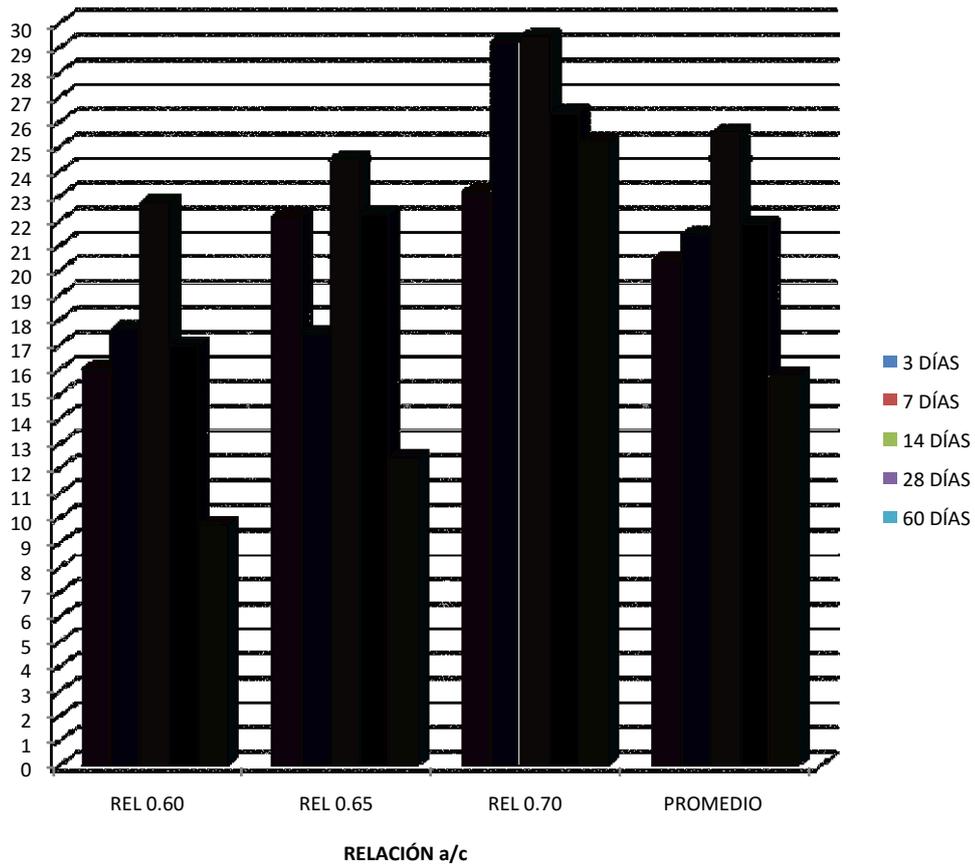


**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**Gráfico de Diferencia de Resistencias de Compresión con Cemento  
Pórtland Puzolánico Tipo IP (Atlas).**

**GRÁFICO DE DIFERENCIA DE RESISTENCIAS DE COMPRESIÓN ENTRE PROBETAS CHICAS Y GRANDES EXPRESADO EN PORCENTAJE PARA CEMENTO PORTLÁND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**



### **3.4. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO (ATLAS)**

Según la norma ASTM C 496 y la norma N.T.P. 339.084 la resistencia a la tracción por compresión diametral se obtiene dividiendo la máxima carga soportada por el espécimen antes de la falla y un factor geométrico apropiado, expresado en kg/cm<sup>2</sup>.

Las características de la máquina que se empleó para realizar el ensayo para este trabajo de investigación se muestra a continuación.

Máquina empleada : AUTO-TEK – SERIE-500

A continuación se muestra la siguiente fórmula para calcular la resistencia a la tracción por compresión diametral como así también se muestra los cuadros de resistencia correspondientes obtenidos en laboratorio.

Donde :

$$P = \frac{C \times 1000}{9,81}$$

$$T = \frac{2 \times P}{\pi \times L \times d}$$

C : Es la carga registrada, en kN.

P : Es la carga máxima de rotura, en kg.

d : Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en cm.

L : Longitud, en cm.

T : Esfuerzo de tracción indirecta, en  $\text{kg/cm}^2$ .



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**Determinación de la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.**

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0,70

EDAD DE LA PROBETA: 7 DÍAS

PROBETA Nº	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	30,50	15,30	8063	11
2	30,50	15,30	8796	12
3	30,40	15,30	8767	12

MEDIA	12
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	0,58
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	4,95



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 70

EDAD DE LA PROBETA: 14 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>LONGITUD L (cm)</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA P (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	29,80	15,10	10602	15
2	30,50	15,30	11728	16
3	30,20	15,10	10745	15

<b>MEDIA</b>	<b>15</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>0,58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>3,77</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0,70

EDAD DE LA PROBETA: 28 DÍAS

PROBETA N°	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	30,30	15,30	12380	17
2	30,40	14,90	12807	18
3	30,40	15,10	12979	18

MEDIA	18
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	0,58
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	3,27



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0,70

EDAD DE LA PROBETA: 60 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>LONGITUD L (cm)</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA P (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	30,50	15,40	14756	20
2	30,50	15,30	15393	21
3	30,50	15,20	14564	20

<b>MEDIA</b>	<b>20</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>0,58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2,84</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN  $a/c$ : 0,65

EDAD DE LA PROBETA: 7 DÍAS

PROBETA Nº	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	30,40	15,30	10959	15
2	30,60	15,10	10161	14
3	30,70	15,20	10262	14

MEDIA	14
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	0,58
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	4,03



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0,65

EDAD DE LA PROBETA: 14 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>LONGITUD L (cm)</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA P (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	30,50	15,20	12380	17
2	30,50	15,20	12380	17
3	30,40	15,20	11613	16

<b>MEDIA</b>	<b>17</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>0,58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>3,46</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0,65

EDAD DE LA PROBETA: 28 DÍAS

PROBETA N°	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	30,50	15,20	14564	20
2	30,50	15,20	15293	21
3	30,50	15,10	15192	21

<b>MEDIA</b>	<b>21</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>0,58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2,79</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 65

EDAD DE LA PROBETA: 60 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>LONGITUD L (cm)</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA P (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	30,70	15,10	17476	24
2	30,50	15,20	16749	23
3	30,50	15,10	18086	25

<b>MEDIA</b>	<b>24</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>1,00</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>4,17</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 60

EDAD DE LA PROBETA: 7 DÍAS

PROBETA N°	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	30,40	15,20	13065	18
2	30,20	15,30	12339	17
3	30,50	15,10	12298	17

MEDIA	17
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	0,58
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	3,33



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0,60

EDAD DE LA PROBETA: 14 DÍAS

PROBETA N°	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	30,20	15,10	13610	19
2	30,50	15,10	13022	18
3	30,40	15,10	13700	19

<b>MEDIA</b>	<b>19</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>0,58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>3,09</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NORMALIZADA: 6" x 12"

RELACIÓN a/c: 0, 60

EDAD DE LA PROBETA: 28 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>LONGITUD L (cm)</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA P (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	30,40	15,30	18265	25
2	30,60	15,30	17650	24
3	30,50	15,30	18325	25

<b>MEDIA</b>	<b>25</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>0,58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2,34</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

# LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 60 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (kg)	RESISTENCIA Rc (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	52483	297	CONO
2	15	52129	295	CONO
3	15	51953	294	CONO
4	15	52836	299	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>296</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>2,22</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0,75</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0,70

EDAD DE LA PROBETA: 7 DÍAS

PROBETA Nº	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	20,30	10,10	4509	14
2	20,20	10,10	4487	14
3	20,30	10,10	4187	13

MEDIA	14
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	0,58
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	4,22



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0, 70

EDAD DE LA PROBETA: 14 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>LONGITUD L (cm)</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA P (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	20,20	10,00	5077	16
2	20,30	10,00	5421	17
3	20,20	10,00	5394	17

<b>MEDIA</b>	<b>17</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>0,58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>3,46</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0,70

EDAD DE LA PROBETA: 28 DÍAS

PROBETA Nº	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	20,30	10,00	6696	21
2	20,30	10,00	6696	21
3	20,30	10,10	6441	20

MEDIA	21
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	0,58
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	2,79



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NORMALIZADA : 6" x 12"

RELACIÓN a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 60 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (kg)	RESISTENCIA Rc (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	15	52483	297	CONO
2	15	52129	295	CONO
3	15	51953	294	CONO
4	15	52836	299	CONO

<b>MEDIA</b>	<b>296</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (S)</b>	<b>2,22</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>0,75</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

### **ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0,65

EDAD DE LA PROBETA: 7 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>LONGITUD L (cm)</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA P (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	20,20	10,00	5077	16
2	20,30	10,10	4831	15
3	20,30	10,00	5102	16

<b>MEDIA</b>	<b>16</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>0,58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>3,69</b>



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0, 65

EDAD DE LA PROBETA: 14 DÍAS

<b>PROBETA N°</b>	<b>LONGITUD L (cm)</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA P (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	20,20	10,00	6346	20
2	20,20	10,10	6409	20
3	20,10	10,00	5999	19

<b>MEDIA</b>	<b>20</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>0,58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>2,94</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0,65

EDAD DE LA PROBETA: 28 DÍAS

PROBETA N°	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	20,20	10,00	7298	23
2	20,40	10,00	7691	24
3	20,20	10,00	7298	23

MEDIA	23
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	0,58
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	2,47



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0,60

EDAD DE LA PROBETA: 7 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>LONGITUD L (cm)</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA P (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	20,30	9,90	6945	22
2	20,30	10,00	6696	21
3	20,30	10,00	6377	20

<b>MEDIA</b>	<b>21</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>1,00</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>4,76</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0,60

EDAD DE LA PROBETA: 14 DIAS

PROBETA Nº	LONGITUD L (cm)	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA P (Kg)	RESISTENCIA T (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	20,20	9.90	7853	25
2	20,30	10.00	7972	25
3	20,30	10.10	8374	26

MEDIA	25
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	0,58
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	2,28



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO NORMAL A TRACCIÓN  
CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

PROBETA NO NORMALIZADA: 4" x 8"

RELACIÓN a/c: 0, 60

EDAD DE LA PROBETA: 28 DÍAS

<b>PROBETA Nº</b>	<b>LONGITUD L (cm)</b>	<b>DIÁMETRO d (cm)</b>	<b>CARGA APLICADA P (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA T (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	20,40	10,10	9386	29
2	20,30	10,00	9566	30
3	20,40	10,10	9709	30

<b>MEDIA</b>	<b>30</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>	<b>0,58</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)</b>	<b>1,95</b>



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NORMAL A COMPRESIÓN CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

PROBETA NO NORMALIZADA : 4" x 8"

RELACIÓN a/c : 0.60

EDAD DE LA PROBETA : 60 DÍAS

PROBETA Nº	DIÁMETRO d (cm)	CARGA APLICADA G (kg)	RESISTENCIA Rc (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	10,29	27121	326	CONO
2	10,18	26347	324	CONO
3	10,05	26168	330	CONO
4	10,15	26966	333	CONO

Promedio de los resultados.

PROBETAS NORMALIZADAS ( 6" X 12")			
EDAD	REL 0,60	REL 0,65	REL 0,70
0	0	0	0
7	17	14	12
14	19	17	15
28	25	21	18
60	30	24	20

PROBETAS NO NORMALIZADAS ( 4" X 8" )			
EDAD	REL 0,60	REL 0,65	REL 0,70
0	0	0	0
7	21	16	14
14	25	20	17
28	30	23	21
60	33	27	24

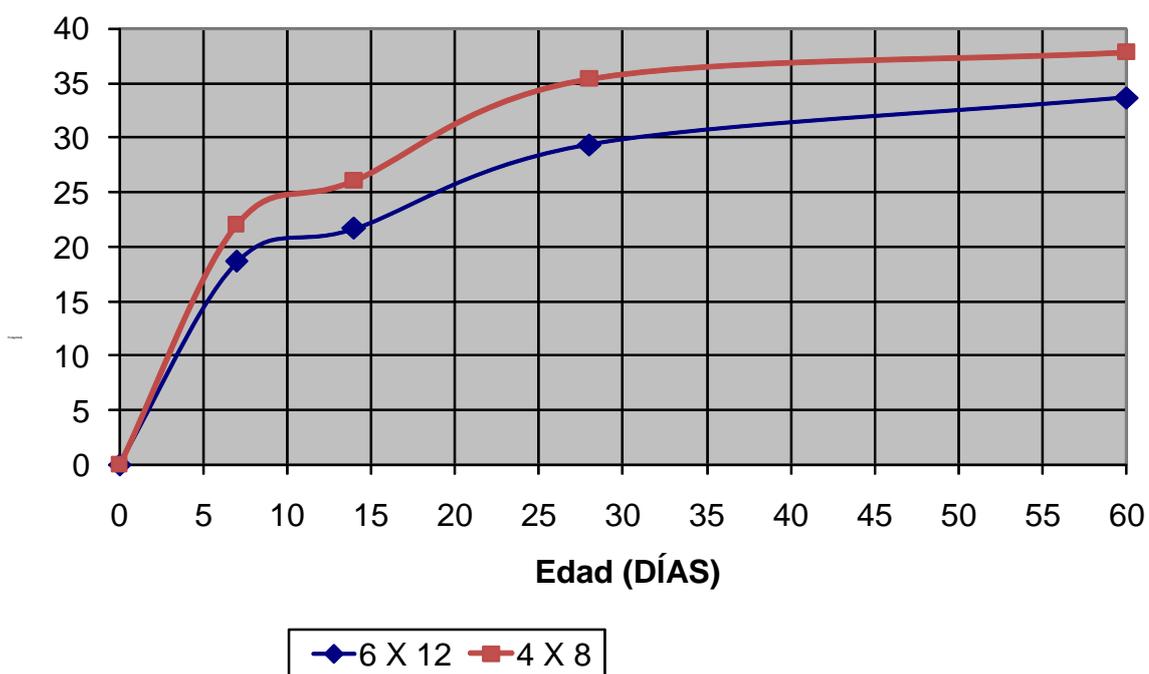


UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**Gráficos de Resistencia a la Tracción con Cemento Pórtland Puzolánico Tipo IP (Atlas). Para Diferentes Relaciones.**

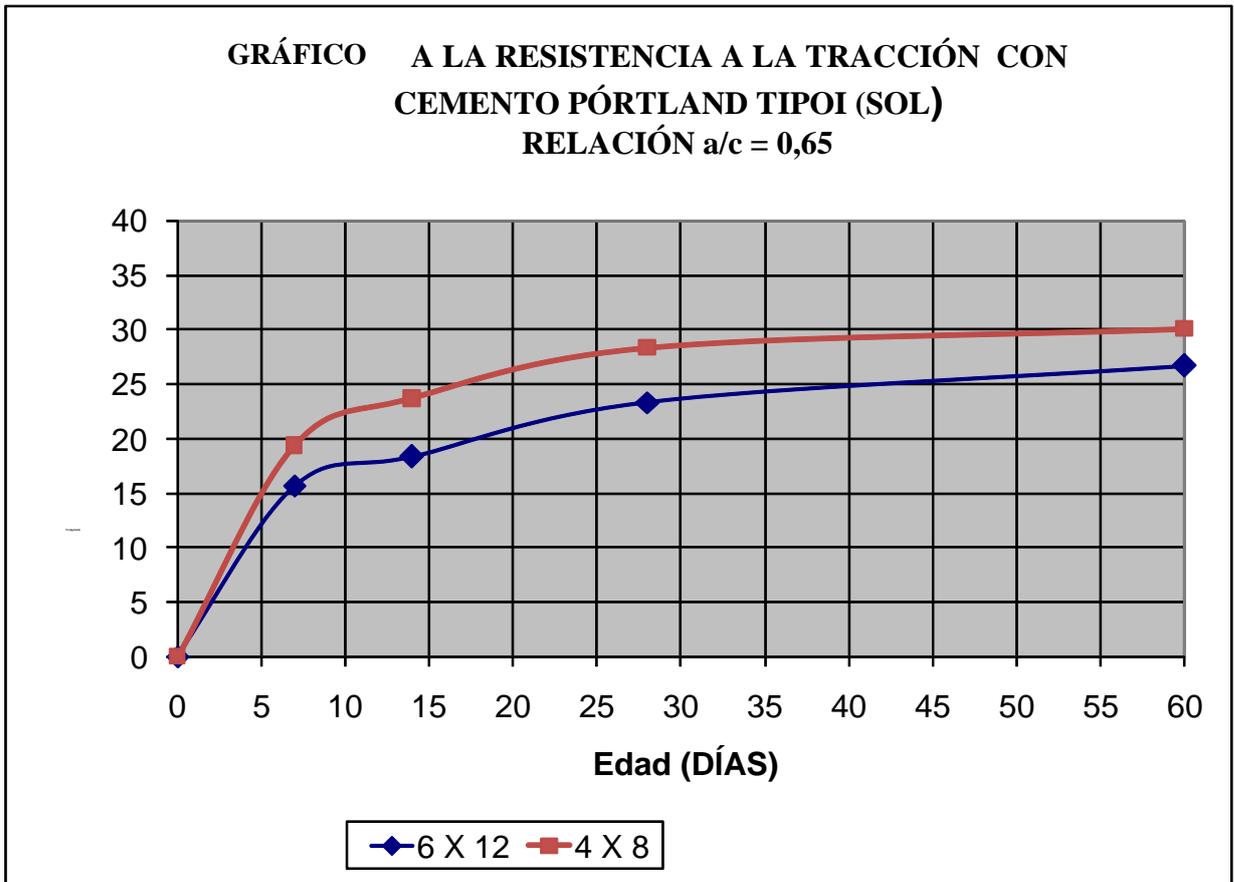
**GRÁFICO A LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)  
RELACIÓN a/c = 0,60**



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

GRÁFICO A LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON  
CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)  
RELACIÓN a/c = 0,65

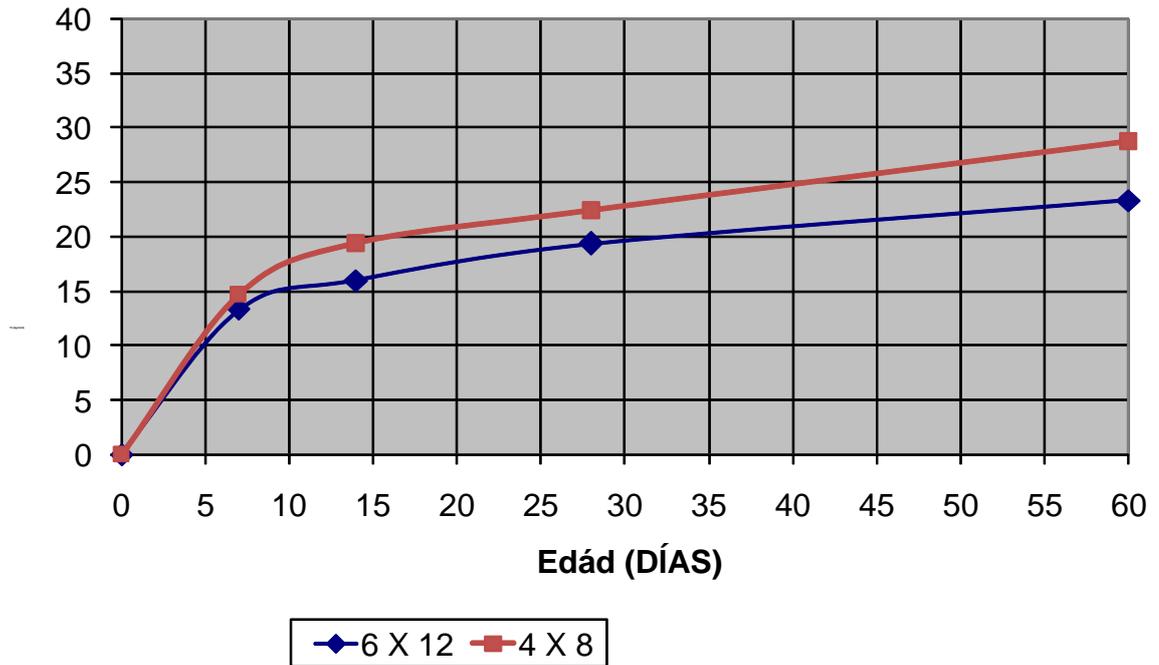




**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

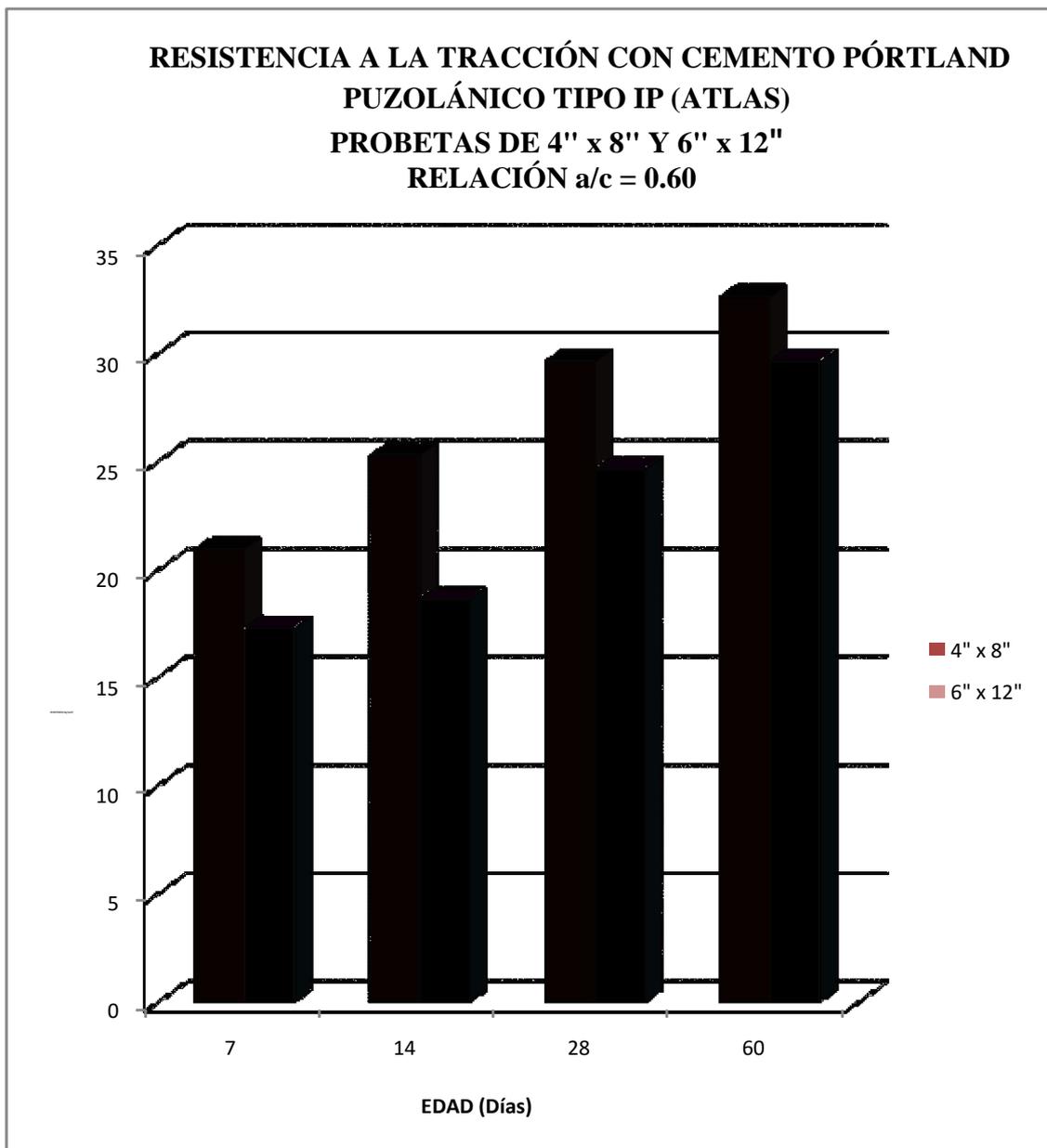
**GRÁFICO A LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON  
CEMENTO PÓRTLAND TIPOI (SOL)  
RELACIÓN a/c = 0,70**



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**4.2.5.2. Gráficos de barras de resistencias. Con Cemento Pórtland Puzolánico Tipo IP (Atlas). Para Diferentes Relaciones.**



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

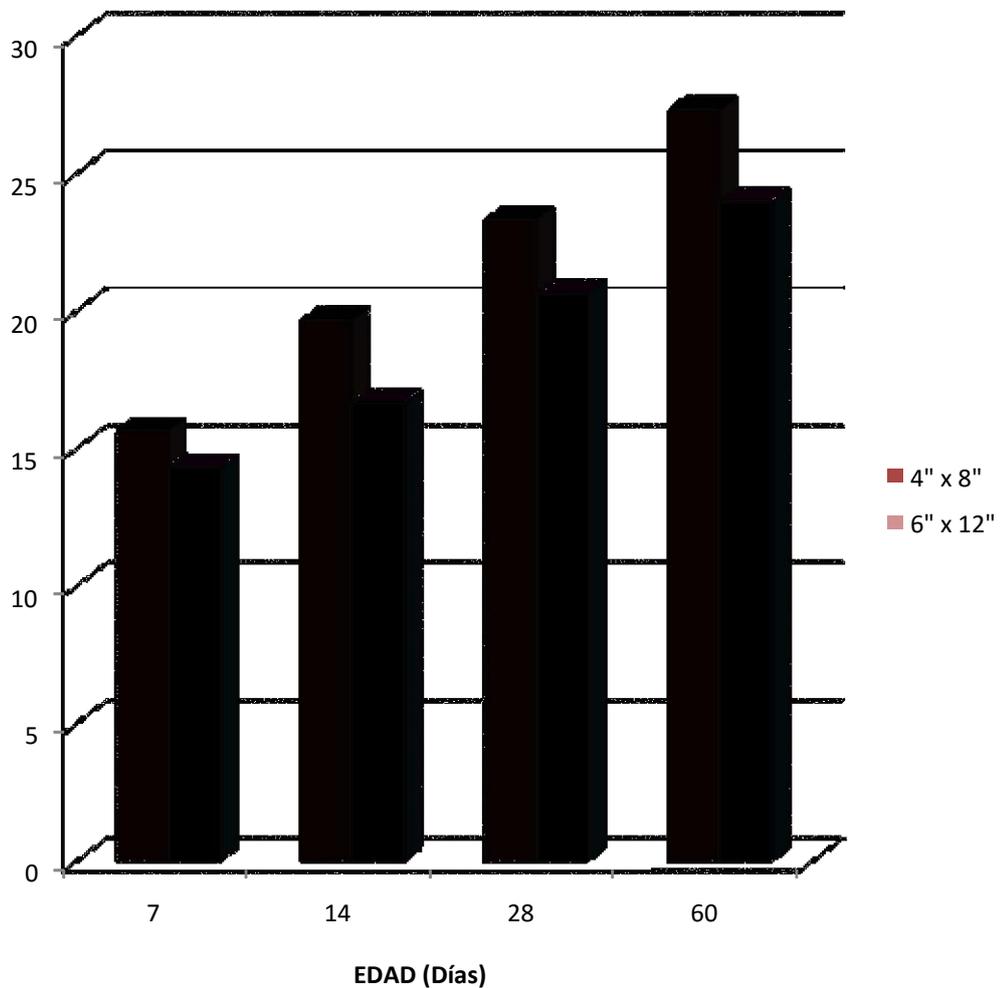
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND**

**PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

**PROBETAS DE 4" x 8" Y 6" x 12"**

**RELACIÓN a/c = 0.65**





**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

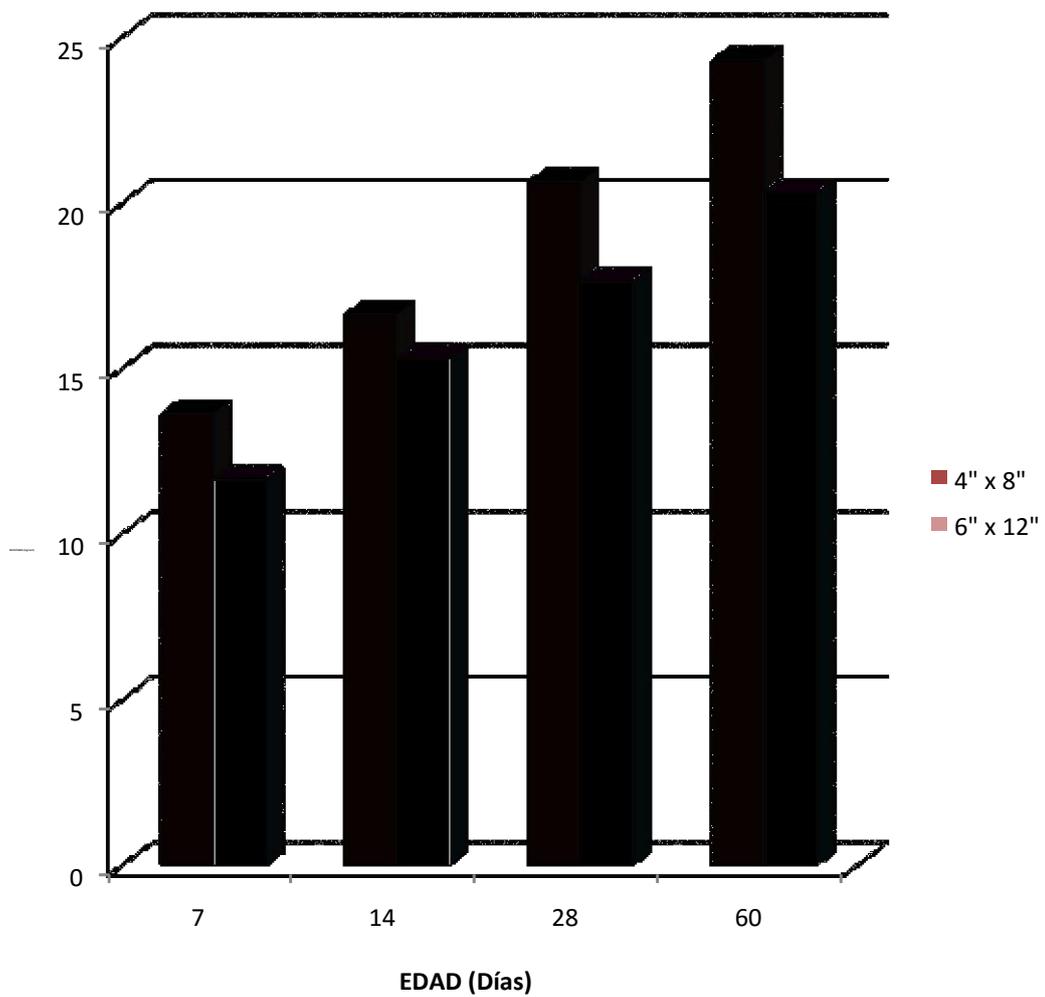
## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND**

**PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**

**PROBETAS DE 4" x 8" Y 6" x 12"**

**RELACIÓN a/c = 0.70**



Valores de diferencia de resistencias a la tracción con respecto al cemento tipo Pórtland Puzolánico Tipo IP (Atlas).

DIFERENCIA DE RESISTENCIAS EN %				
EDAD	REL 0,60	REL 0,65	REL 0,70	PROMEDIO
7	17	9	15	14
14	26	15	8	17
28	17	11	15	14
60	9	12	16	13

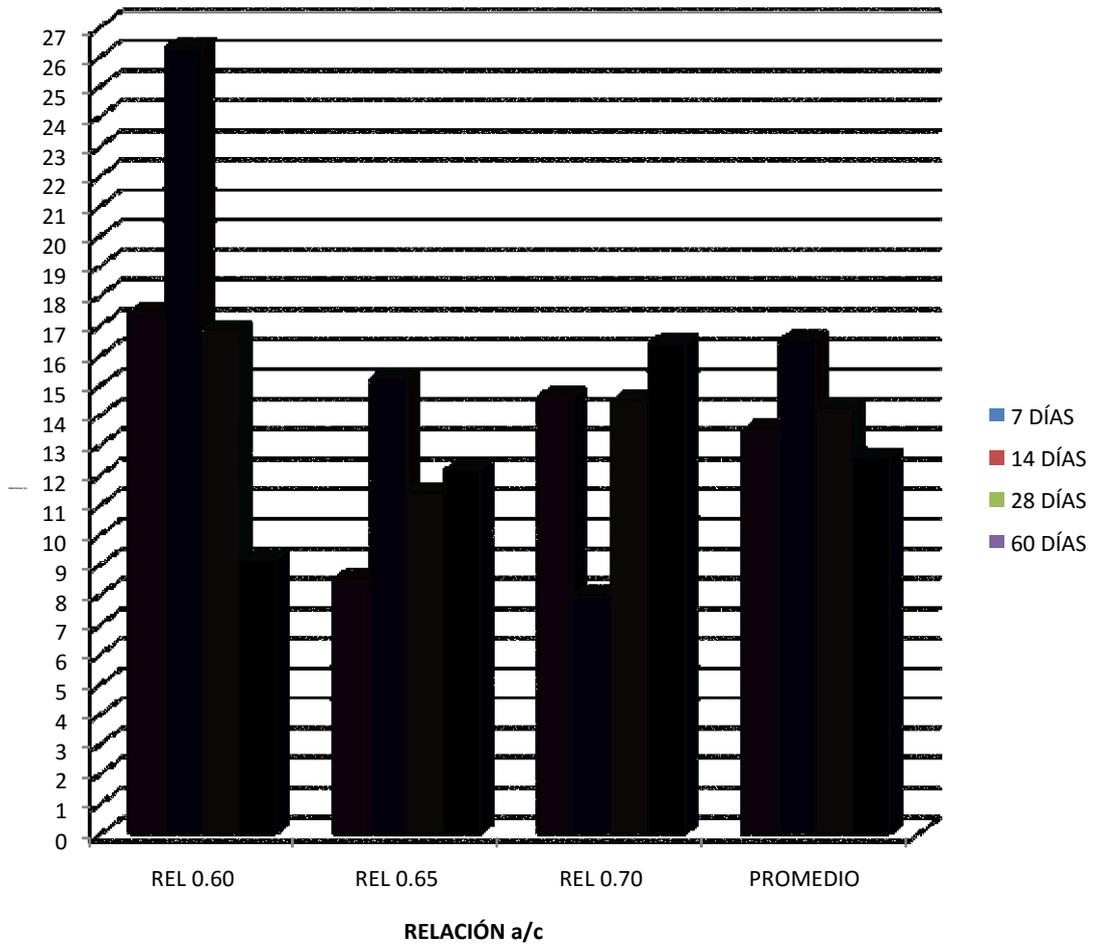


**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**Gráficos de Diferencia de resistencias con Cemento Pórtland Puzolánico  
Tipo IP (Atlas).**

**GRÁFICO DE DIFERENCIA DE RESISTENCIAS DE TRACCIÓN ENTRE  
PROBETAS CHICAS Y GRANDES EXPRESADO EN PORCENTAJE  
PARA CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**



## **CAPÍTULO IV**

### **EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS**

En este capítulo nos referimos a la variabilidad de las resistencias del concreto ya que la resistencia real del concreto producido en laboratorio o en sitio adopta una cantidad variable. Las fuentes de la variabilidad son muchas: variaciones en los ingredientes de la mezcla, cambios en la elaboración y colocación del concreto y también, respecto a los resultados de prueba, las variaciones en el procedimiento de muestreo y la propia prueba.

Los resultados de la parte experimental de la presente tesis se obtuvieron de un análisis estadístico utilizando los conceptos de desviación estándar y coeficiente de variación para el control de calidad del concreto, así como también se muestra en este capítulo los cuadros y gráficos de correlación de resistencias descritos más adelante.

Desviación Estándar de las Resistencias.

La desviación estándar, es una medida de dispersión usada en estadística que nos dice cuánto tienden a alejarse los valores puntuales del promedio en una distribución y se suele representar por una “S” y está en las mismas unidades que los datos originales.

Es posible calcular la desviación estándar como la raíz cuadrada de la varianza de la distribución y la varianza a su vez es la media de los cuadrados de las diferencias entre cada valor de la variable y la media aritmética de la distribución, por lo tanto la desviación estándar se deduce como se muestra a continuación.

Donde:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

S : Desviación estándar.

n : Número de ensayos.

X<sub>i</sub> : Son los resultados de las resistencias de los ensayos.

X : Es el promedio de los ensayos individuales.

A continuación se expone los factores de corrección a la desviación estándar que se toma en cuenta para los números de ensayos mediante la siguiente tabla.

ENSAYOS	FÁCTOR DE CORRECCIÓN
Menos de 15	-----
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30	1,00

En la tabla podemos observar que para muestras menores de 15 se exonera el cálculo del factor de corrección para la desviación estándar en lo que respecta a precisión.

#### **4.1 DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LAS RESISTENCIAS.**

La desviación estándar, es una medida de dispersión usada en estadística que nos dice cuánto tienden a alejarse los valores puntuales del promedio en una distribución y se suele representar por una “S” y está en las mismas unidades que los datos originales.

Es posible calcular la desviación estándar como la raíz cuadrada de la varianza de la distribución y la varianza a su vez es la media de los cuadrados de las diferencias entre cada valor de la variable y la media aritmética de la distribución, por lo tanto la desviación estándar se deduce como se muestra a continuación.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Donde:

- S : Desviación estándar.
- n : Número de ensayos.
- $X_i$  : Son los resultados de las resistencias de los ensayos.
- X : Es el promedio de los ensayos individuales.

#### **4.2 COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LAS RESISTENCIAS.**

El coeficiente de variación se define como el cociente entre la desviación estándar y la media aritmética, expresado en porcentaje, su utilidad radica en que podemos determinar que tanta variabilidad existe entre los valores de resistencia del concreto y así poder tener un panorama del grado de confiabilidad de variación.

El coeficiente de variación se suele representar por una “V” cuya fórmula se muestra a continuación.

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

Donde :

- V : Coeficiente de variación, en porcentaje (%).
- S : Desviación estándar.
- X : Es el promedio de los ensayos individuales.

A continuación se muestra los siguientes valores del coeficiente de variación para diferentes grados de control. Según la tabla descrita, los estudios realizados en laboratorio sobre el concreto, el coeficiente de variación no debe exceder el 5% para ensayos bien controlados.

VALORES DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA  
DIFERENTES GRADOS DE CONTROL

Obtenible sólo en ensayos de laboratorio bien controlados	5%
Excelente en obra	10% a 12%
Bueno	15%
Regular	18%
Inferior	20%
Malo	25%



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL) PARA PROBETAS DE "6 x 12" CON DIFERENTES RELACIONES a/c.**

RELACIÓN a/c	EDAD (días)	PROMEDIO Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. ESTÁNDAR S (Kg/cm <sup>2</sup> )	COEF. VARIACIÓN V (%)
0,60	3	164	2,83	1,72
	7	187	2,50	1,34
	14	220	1,29	0,59
	28	298	1,91	0,64
	60	340	1,15	0,08
0,65	3	142	2,75	1,94
	7	160	1,26	0,79
	14	184	0,51	0,28
	28	227	0,96	0,42
	60	271	1,29	0,48
0,70	3	128	0,51	0,40
	7	135	3,77	2,79
	14	162	2,08	1,29
	28	199	1,29	0,65
	60	232	2,16	0,93



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL) PARA PROBETAS DE "6 x 12" CON DIFERENTES RELACIONES a/c.**

RELACIÓN a/c	EDAD (días)	PROMEDIO Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. ESTÁNDAR S (Kg/cm <sup>2</sup> )	COEF. VARIACIÓN V (%)
0,60	3	204	2,50	1,23
	7	227	2,08	0,92
	14	264	2,50	0,95
	28	328	8,96	2,74
	60	380	2,16	0,56
0,65	3	177	1,83	1,03
	7	194	1,26	0,65
	14	242	1,29	0,53
	28	297	7,63	2,57
	60	305	2,74	0,90
0,70	3	134	3,30	2,46
	7	153	0,51	1,35
	14	195	6,22	3,19
	28	228	6,60	2,89
	60	295	2,24	0,76



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS) PARA PROBETAS DE "6 x 12" CON DIFERENTES RELACIONES a/c.

RELACIÓN a/c	EDAD (días)	PROMEDIO Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. ESTÁNDAR S (Kg/cm <sup>2</sup> )	COEF. VARIACIÓN V (%)
0,60	3	152	1,83	1,20
	7	173	2,22	1,28
	14	195	2,50	1,28
	28	253	1,71	0,68
	60	296	2,22	0,75
0,65	3	122	1,29	1,06
	7	144	1,26	0,87
	14	163	0,96	0,59
	28	208	1,71	0,82
	60	251	2,22	0,88
0,70	3	107	0,82	0,76
	7	116	0,82	0,70
	14	141	1,29	0,92
	28	172	1,71	0,99
	60	204	2,50	1,23



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS) PARA PROBETAS DE "4 x 8" CON DIFERENTES RELACIONES a/c.**

RELACIÓN a/c	EDAD (días)	PROMEDIO Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. ESTÁNDAR S (Kg/cm <sup>2</sup> )	COEF. VARIACIÓN V (%)
0,60	3	181	1,83	1,01
	7	210	2,22	1,06
	14	253	5,06	2,00
	28	305	6,03	1,98
	60	328	4,03	1,23
0,65	3	156	3,28	2,10
	7	175	2,99	1,71
	14	216	4,03	1,86
	28	268	1,83	0,68
	60	287	4,55	1,58
0,70	3	139	5,44	3,91
	7	164	4,40	2,68
	14	199	5,06	2,54
	28	234	3,92	1,67
	60	272	0,58	0,97



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL) PARA PROBETAS DE "6 x 12" CON DIFERENTES RELACIONES a/c.

RELACIÓN a/c	EDAD (días)	PROMEDIO Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. ESTÁNDAR S (Kg/cm <sup>2</sup> )	COEF. VARIACIÓN V (%)
0,60	7	19	0,58	3,09
	14	22	0,58	2,66
	28	29	0,58	1,97
	60	34	0,58	1,71
0,65	7	16	0,58	3,69
	14	18	0,58	3,15
	28	23	0,58	2,47
	60	27	0,58	2,17
0,70	7	13	0,58	4,33
	14	16	0,58	3,69
	28	29	0,58	1,97
	60	34	0,58	1,71



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL) PARA PROBETAS DE "4 x 8 " CON DIFERENTES RELACIONES a/c.**

RELACIÓN a/c	EDAD (días)	PROMEDIO Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. ESTÁNDAR S (Kg/cm <sup>2</sup> )	COEF. VARIACIÓN V (%)
0,60	7	22	1,00	4,55
	14	26	1,00	3,85
	28	35	0,58	1,63
	60	38	0,58	1,53
0,65	7	19	0,58	2,99
	14	24	0,58	2,44
	28	28	0,58	2,04
	60	30	1,00	3,33
0,70	7	15	0,58	3,94
	14	19	0,58	2,99
	28	22	0,58	2,59
	60	29	2,16	2,01



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS) PARA PROBETAS DE "6 x 12" CON DIFERENTES RELACIONES a/c.

RELACIÓN a/c	EDAD (días)	PROMEDIO Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. ESTÁNDAR S (Kg/cm <sup>2</sup> )	COEF. VARIACIÓN V (%)
0,60	7	17	0,58	3,33
	14	19	0,58	3,09
	28	25	0,58	2,34
	60	30	0,58	195
0,65	7	14	0,58	4,03
	14	17	0,58	3,46
	28	21	0,58	2,79
	60	24	1,00	4,17
0,70	7	12	0,58	4,95
	14	15	0,58	3,77
	28	18	0,58	3,27
	60	20	0,58	2,84



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS) PARA PROBETAS DE "4 x 8" CON DIFERENTES RELACIONES a/c.

RELACIÓN a/c	EDAD (días)	PROMEDIO Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. ESTÁNDAR S (kg/cm <sup>2</sup> )	COEF. VARIACIÓN V (%)
0,60	7	21	1,00	4,76
	14	25	0,58	2,28
	28	30	0,58	1,95
	60	33	0,58	1,77
0,65	7	16	0,58	3,69
	14	20	1,15	2,94
	28	23	0,58	2,47
	60	27	1,15	2,11
0,70	7	14	0,58	4,22
	14	17	0,58	3,46
	28	21	0,58	2,79
	60	24	0,58	2,37

### **4.3 CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" X 12" Y 4" X 8".**

En muchas situaciones de la vida real, se presentan problemas en los cuales existe una relación entre dos o más variables y se hace necesario encontrar la naturaleza de esta relación.

En este capítulo del presente trabajo de investigación se ilustra una situación real ya que antes de proceder con los estudios correspondientes, mencionaremos algunos conceptos teóricos, tal como la correlación, diagrama de dispersión, coeficiente de Pearson, etc., que son conocimientos básicos y fundamentales que hay que considerar para realizar los análisis de correlación de las probetas estandarizadas (6" x 12") y no estandarizadas (4" x 8"). Estos conceptos se detallan a continuación.

Correlación.

Se puede decir que hay correlación entre dos variables cuando éstas cambian de tal modo que los valores que toma una de ellas son, hasta cierto punto, predecibles a partir de los que toma la otra. Para esto se hizo huso de la técnica de correlación, la cual resulta una herramienta muy útil a la hora de analizar el comportamiento de dos o más variables relacionadas.

Diagrama de dispersión.

Un diagrama de dispersión es una representación gráfica de la relación entre dos variables cuyos datos numéricos son observados en un sistema de coordenadas cartesianas. Según sea la dispersión de los datos (nube de puntos) en el plano cartesiano, pueden darse alguna de las siguientes relaciones, Lineal, Logarítmica, Exponencial, Cuadrática, entre otras. Algunas relaciones se describen a continuación.

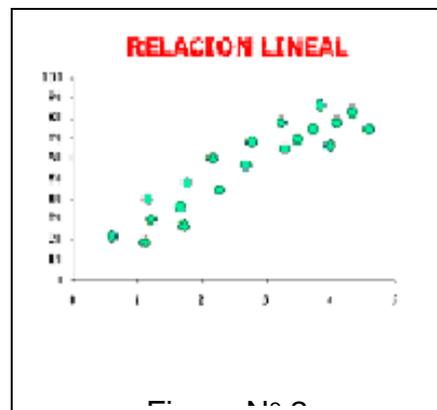
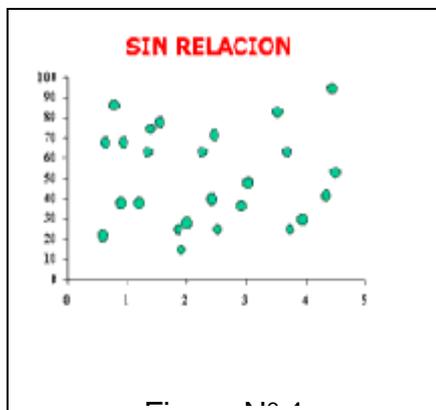


Figura 1

Figura 2

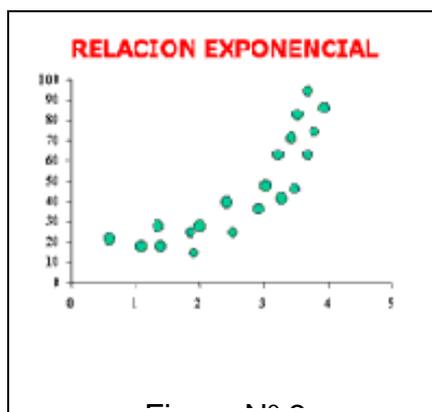


Figura 3

En la figura N° 1, podemos observar que el nube de puntos resulta bastante dispersos, es decir que no se ajusta al conjunto de datos obtenidos, lo cual no se puede identificar como una línea de tendencia aceptable, por lo tanto podemos considerar la figura N° 1 como un diagrama “sin relación” y no apto para realizar estudios de predicción o estimación porque no se puede afirmar que existe una relación entre ambas variables.

En la figura N° 2, podemos observar que el nube de puntos no está tan dispersa como la anterior, es decir que el conjunto de datos se ajusta a una línea de tendencia identificable con una pendiente aproximado de 45° con respecto al eje horizontal y de forma ascendente que nos indica que los valores del eje de las ordenadas aumenta conforme aumenta los valores del eje de las abscisas, por lo tanto podemos considerar la figura N° 2 como un diagrama de “relación lineal” porque existe una correlación entre ambas variables aunque matemáticamente no es exacto puesto que hay algunos puntos que se alejan de la línea identificado.

El ajuste lineal se puede representar mediante la siguiente expresión matemática descrita a continuación.

$$y=a+bx$$

En la figura N° 3, el nube de puntos es mucho más definida, es decir que el conjunto de datos tienden a ajustarse a una curva de tendencia exponencial de forma ascendente que nos indica que por cada valor del eje de las abscisas se

puede deducir un valor del eje de las ordenadas, por lo tanto podemos considerar la figura N° 3 como un diagrama de “relación exponencial” porque existe una notable relación entre ambas variables.

El ajuste exponencial se puede representar mediante la siguiente expresión matemática descrita a continuación.

Coefficiente de correlación de Pearson.

La correlación mide la relación lineal entre dos variables y su sentido (si es directo o inverso). Cuando la relación es perfectamente lineal dicho coeficiente vale 1 ó -1. Cuando el coeficiente tiene un valor próximo a cero, o bien no existe relación entre las variables analizadas o bien dicha relación no es lineal, entonces podemos definir el coeficiente de correlación de Pearson como el factor que mide el grado de relación existente entre las variables. De acuerdo con esto el coeficiente de correlación de Pearson se puede clasificar como se observa en la tabla, descrita a continuación

CLASIFICACIÓN DEL GRADO DE CORRELACIÓN	
CORRELACIÓN	VALOR O RANGO
Perfecta	$ r  = 1$

Excelente	$0,9 \leq  r  < 1$
Buena	$0,8 \leq  r  < 0,9$
Regular	$0,5 \leq  r  < 0,8$
Mala	$ r  < 0,5$

El coeficiente de correlación de Pearson se obtiene calculando en primer lugar la covarianza entre las variables, que es una medida de asociación con dependencia de las unidades de medida de las variables. Después se divide por el producto de cada una de las desviaciones típicas de ambas variables, resultando una medida de asociación adimensional.

La fórmula práctica de cálculo de un coeficiente de correlación entre dos variables “x” y “y” viene dada por:

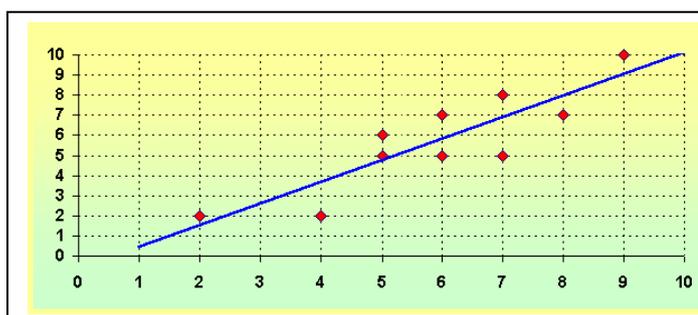
$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} = \frac{n \sum (xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \times \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

Regresión.

Una vez calculado el coeficiente de correlación de Pearson, es necesario evaluar que tan adecuado es el modelo de regresión obtenido. Para esto se hizo uso de la técnica de regresión, la cual resulta una herramienta muy útil a la hora de analizar el comportamiento de dos o más variables relacionadas, es decir, la regresión se le puede definir como la técnica estadística utilizada para simular la relación existente entre dos o más variables. Por lo tanto se puede emplear para construir un modelo que permita predecir el comportamiento de una variable dada.

Se pretende entonces establecer mediante una regresión, la relación entre dichos datos al igual que calcular algunos pronósticos que puedan dar una idea de cómo será el comportamiento de las resistencias del concreto en el futuro.

Cuando observamos en la figura adjunta, una nube de puntos, podemos apreciar si los puntos se agrupan cerca de alguna curva. Aquí nos limitaremos a ver si los puntos se distribuyen alrededor de una recta. Si así ocurre diremos que hay correlación lineal. La recta se denomina recta de regresión y viene definida por la siguiente fórmula.



$$y=a+bx$$

Donde "y" sería la variable dependiente, es decir, aquella que viene definida a partir de la otra variable "x" (variable independiente). Para definir la recta hay que determinar los valores de los parámetros "a" y "b" empleando el concepto de la regresión lineal simple por mínimos cuadrados, que nos permite calcular el valor de estos dos parámetros, definiendo así la recta que mejor se ajusta a esta nube de puntos.

Las fórmulas para el cálculo de los parámetros se muestran a continuación.

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

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Donde:

a: Es el valor que toma la variable dependiente “y”, cuando la variable independiente “x” vale 0, y es el punto donde la recta cruza el eje vertical.

b: Es el valor que determina la pendiente de la recta, es decir su grado de inclinación.

y: Es la media aritmética de la variable “y”.

x: Es la media aritmética de la variable “x”.

Hablaremos de correlación lineal fuerte cuando la nube se parezca mucho a una recta y será cada vez más débil (o menos fuerte) cuando la nube vaya desparramándose con respecto a la recta.

En la figura observamos que la correlación es bastante fuerte, ya que la recta que hemos dibujado está próxima a los puntos de la nube.

Cuando la recta es creciente la correlación es positiva o directa: al aumentar una variable, la otra tiene también tendencia a aumentar. Cuando la recta es

decreciente la correlación es negativa o inversa: al aumentar una variable, la otra tiene tendencia a disminuir.

Con todo los conocimientos mencionados, se considera que es posible predecir la resistencia a la compresión a los 3, 7, 14, 28 y 60 días con una precisión de  $\pm 15\%$ , debido a que se ha tratado de establecer la correlación de resistencia a los 3, 7, 14, 28 y 60 días entre probetas no normalizadas (4" x 8") y probetas normalizadas (6" x 12"). Sin embargo, ninguna expresión obtenida con base empírica puede ser perfecta, ya que las relaciones de resistencia están sujetas al tipo y cantidad de material utilizados en la elaboración del concreto.

A continuación se procede a mostrar los cuadros de correlación para cada tipo de cemento y cada tipo de ensayo con respecto a los 3, 7, 14, 28 y 60 días de edad, indicando sus respectivos factor de corrección coeficientes de correlación, recta de regresión y ecuación de correlación así como sus diagramas de dispersión (nube de puntos), elaborados con los datos obtenidos de los estudios realizados en laboratorio.





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL) CON RESPECTO A LOS 3 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" Rc (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	201	162	40401	26244	32562	2.30	2.21	5.30	4.88	5.09
	2	204	164	41616	26896	33456	2.31	2.21	5.33	4.91	5.12
	3	207	168	42849	28224	34776	2.32	2.23	5.36	4.95	5.15
	4	203	162	41209	26244	32886	2.31	2.21	5.32	4.88	5.10
0.65	1	175	143	30625	20449	25025	2.24	2.16	5.03	4.65	4.83
	2	176	145	30976	21025	25520	2.25	2.16	5.04	4.67	4.85
	3	178	139	31684	19321	24742	2.25	2.14	5.06	4.59	4.82
	4	179	140	32041	19600	25060	2.25	2.15	5.08	4.61	4.83
0.70	1	136	129	18496	16512	17476	2.13	2.11	4.55	4.45	4.50
	2	132	127	17424	16205	16804	2.12	2.10	4.50	4.43	4.46
	3	138	128	19044	16410	17678	2.14	2.11	4.58	4.44	4.51
	4	131	128	17161	16333	16742	2.12	2.11	4.48	4.44	4.46
SUMATORIA		2060	1735	363526	253463	302726	26.74	25.89	59.65	55.89	57.73





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL) CON RESPECTO A LOS 7 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" Rc (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	227	187	51529	34969	42449	2.36	2.27	5.55	5.16	5.35
	2	226	184	51076	33856	41584	2.35	2.26	5.54	5.13	5.33
	3	224	188	50176	35344	42112	2.35	2.27	5.52	5.17	5.34
	4	229	190	52441	36100	43510	2.36	2.28	5.57	5.19	5.38
0.65	1	194	160	37636	25600	31040	2.29	2.20	5.23	4.86	5.04
	2	193	158	37249	24964	30494	2.29	2.20	5.22	4.83	5.03
	3	194	161	37636	25921	31234	2.29	2.21	5.23	4.87	5.05
	4	196	160	38416	25600	31360	2.29	2.20	5.25	4.86	5.05
0.70	1	153	136	23409	18496	20808	2.18	2.13	4.77	4.55	4.66
	2	156	134	24336	17956	20904	2.19	2.13	4.81	4.52	4.67
	3	151	131	22801	17161	19781	2.18	2.12	4.75	4.48	4.61
	4	153	140	23409	19600	21420	2.18	2.15	4.77	4.61	4.69
SUMATORIA		2296	1929	450114	315567	376696	27.32	26.43	62.23	58.24	60.20





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL) CON RESPECTO A LOS 14 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA Nº	4" x 8" Rc (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	261	218	68121	47524	56898	2.42	2.34	5.84	5.47	5.65
	2	264	221	69696	48841	58344	2.42	2.34	5.86	5.50	5.68
	3	267	219	71289	47961	58473	2.43	2.34	5.89	5.48	5.68
	4	263	220	69169	48400	57860	2.42	2.34	5.86	5.49	5.67
0.65	1	240	184	57600	33930	44208	2.38	2.27	5.67	5.13	5.39
	2	241	185	58081	34262	44609	2.38	2.27	5.67	5.14	5.40
	3	242	184	58564	33819	44504	2.38	2.26	5.68	5.13	5.40
	4	243	184	59049	34003	44809	2.39	2.27	5.69	5.13	5.41
0.70	1	198	162	39204	26244	32076	2.30	2.21	5.27	4.88	5.07
	2	196	159	38416	25281	31164	2.29	2.20	5.25	4.85	5.05
	3	186	164	34596	26896	30504	2.27	2.21	5.15	4.91	5.03
	4	200	161	40000	25921	32200	2.30	2.21	5.29	4.87	5.08
SUMATORIA		2801	2262	663785	433082	535649	28.38	27.26	67.14	61.97	64.50





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL) CON RESPECTO A LOS 28 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" Rc (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	336	299	112896	89401	100464	2.53	2.48	6.38	6.13	6.25
	2	325	295	105625	87025	95875	2.51	2.47	6.31	6.10	6.20
	3	333	297	110889	88209	98901	2.52	2.47	6.36	6.11	6.24
	4	316	299	99856	89401	94484	2.50	2.48	6.25	6.13	6.19
0.65	1	288	228	82944	51984	65664	2.46	2.36	6.05	5.56	5.80
	2	300	227	90000	51529	68100	2.48	2.36	6.14	5.55	5.84
	3	295	226	87025	51076	66670	2.47	2.35	6.10	5.54	5.81
	4	306	226	93636	51076	69156	2.49	2.35	6.18	5.54	5.85
0.70	1	221	199	48841	39601	43979	2.34	2.30	5.50	5.28	5.39
	2	236	200	55696	40000	47200	2.37	2.30	5.63	5.29	5.46
	3	231	198	53361	39204	45738	2.36	2.30	5.59	5.27	5.43
	4	225	197	50625	38809	44325	2.35	2.29	5.53	5.26	5.40
SUMATORIA		3412	2891	991394	717315	840556	29.39	28.51	72.01	67.79	69.86





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL) CON RESPECTO A LOS 60 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" Rc (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	388	339	150544	114921	131532	2.59	2.53	6.70	6.40	6.55
	2	385	340	148225	115600	130900	2.59	2.53	6.68	6.41	6.55
	3	384	337	147456	113569	129408	2.58	2.53	6.68	6.39	6.53
	4	383	343	146689	117649	131369	2.58	2.54	6.67	6.43	6.55
0.65	1	308	272	95006	73984	83839	2.49	2.43	6.19	5.93	6.06
	2	304	269	92416	72361	81776	2.48	2.43	6.16	5.90	6.03
	3	303	270	91809	72900	81810	2.48	2.43	6.16	5.91	6.03
	4	302	271	91204	73441	81842	2.48	2.43	6.15	5.92	6.03
0.70	1	293	232	85849	53824	67976	2.47	2.37	6.09	5.60	5.84
	2	296	235	87498	55225	69513	2.47	2.37	6.11	5.62	5.86
	3	298	231	89043	53361	68930	2.47	2.36	6.12	5.59	5.85
	4	295	230	87025	52900	67850	2.47	2.36	6.10	5.58	5.83
SUMATORIA		3939	3369	1312763	969735	1126745	30.16	29.32	75.82	71.67	73.71





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)  
CON RESPECTO A LOS 3 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" Rc (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	182	151	33124	22801	27482	2.26	2.18	5.11	4.75	4.92
	2	183	150	33489	22500	27450	2.26	2.18	5.12	4.74	4.92
	3	179	154	32041	23716	27566	2.25	2.19	5.08	4.79	4.93
	4	180	153	32400	23409	27540	2.26	2.18	5.09	4.77	4.93
0.65	1	159	122	25396	14884	19442	2.20	2.09	4.85	4.35	4.59
	2	158	120	24973	14400	18964	2.20	2.08	4.83	4.32	4.57
	3	155	121	24025	14641	18755	2.19	2.08	4.80	4.34	4.56
	4	152	123	23104	15129	18696	2.18	2.09	4.76	4.37	4.56
0.70	1	132	108	17424	11664	14256	2.12	2.03	4.50	4.13	4.31
	2	139	106	19321	11236	14734	2.14	2.03	4.59	4.10	4.34
	3	141	107	19881	11449	15087	2.15	2.03	4.62	4.12	4.36
	4	145	107	21025	11449	15515	2.16	2.03	4.67	4.12	4.39
SUMATORIA		1905	1522	306203	197278	245487	26.38	25.18	58.01	52.90	55.39





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)  
CON RESPECTO A LOS 7 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA Nº	4" x 8" Rc (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	207	175	42849	30625	36225	2.32	2.24	5.36	5.03	5.19
	2	209	172	43681	29584	35948	2.32	2.24	5.38	5.00	5.19
	3	211	170	44521	28900	35870	2.32	2.23	5.40	4.97	5.18
	4	212	174	44944	30276	36888	2.33	2.24	5.41	5.02	5.21
0.65	1	171	146	29241	21316	24966	2.23	2.16	4.99	4.68	4.83
	2	174	144	30276	20736	25056	2.24	2.16	5.02	4.66	4.84
	3	176	143	30976	20449	25168	2.25	2.16	5.04	4.65	4.84
	4	178	144	31684	20736	25632	2.25	2.16	5.06	4.66	4.86
0.70	1	159	116	25281	13456	18444	2.20	2.06	4.85	4.26	4.54
	2	162	115	26244	13225	18630	2.21	2.06	4.88	4.25	4.55
	3	166	117	27556	13689	19422	2.22	2.07	4.93	4.28	4.59
	4	169	116	28561	13456	19604	2.23	2.06	4.96	4.26	4.60
SUMATORIA		2194	1732	405814	256448	321853	27.12	25.84	61.29	55.72	58.43





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)  
CON RESPECTO A LOS 14 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" Rc (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	251	196	63001	38416	49196	2.40	2.292	5.76	5.25	5.50
	2	247	198	61009	39204	48906	2.39	2.30	5.72	5.27	5.50
	3	254	192	64516	36864	48768	2.40	2.28	5.78	5.21	5.49
	4	259	195	67081	38025	50505	2.41	2.29	5.82	5.24	5.53
0.65	1	212	164	44944	26896	34768	2.33	2.21	5.41	4.91	5.15
	2	218	163	47524	26569	35534	2.34	2.21	5.47	4.89	5.17
	3	214	164	45796	26896	35096	2.33	2.21	5.43	4.91	5.16
	4	221	162	48841	26244	35802	2.34	2.21	5.50	4.88	5.18
0.70	1	198	141	39204	19881	27918	2.30	2.15	5.27	4.62	4.94
	2	193	139	37249	19321	26827	2.29	2.14	5.22	4.59	4.90
	3	205	140	42025	19600	28700	2.31	2.15	5.34	4.61	4.96
	4	201	142	40401	20164	28542	2.30	2.15	5.30	4.63	4.96
SUMATORIA		2673	1996	601591	338080	450562	28.15	26.60	66.05	59.02	62.43





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)  
CON RESPECTO A LOS 28 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA Nº	4" x 8" Rc (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	316	242	99856	58564	76472	2.50	2.38	6.25	5.68	5.96
	2	315	243	99225	59049	76545	2.50	2.39	6.24	5.69	5.96
	3	312	245	97344	60025	76440	2.49	2.39	6.22	5.71	5.96
	4	310	249	96100	62001	77190	2.49	2.40	6.21	5.74	5.97
0.65	1	267	216	71289	46656	57672	2.43	2.33	5.89	5.45	5.66
	2	270	227	72900	51529	61290	2.43	2.36	5.91	5.55	5.73
	3	269	223	72361	49729	59987	2.43	2.35	5.90	5.51	5.71
	4	266	225	70756	50625	59850	2.42	2.35	5.88	5.53	5.70
0.70	1	238	183	56644	33489	43554	2.38	2.26	5.65	5.12	5.38
	2	229	178	52441	31684	40762	2.36	2.25	5.57	5.06	5.31
	3	236	180	55696	32400	42480	2.37	2.26	5.63	5.09	5.35
	4	233	171	54289	29241	39843	2.37	2.23	5.60	4.99	5.29
SUMATORIA		3261	2582	898901	564992	712085	29.17	27.95	70.95	65.13	67.98





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)  
CON RESPECTO A LOS 60 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" Rc (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	326	297	106276	88209	96822	2.51	2.47	6.32	6.11	6.21
	2	324	295	104976	87025	95580	2.51	2.47	6.30	6.10	6.20
	3	330	294	108900	86436	97020	2.52	2.47	6.34	6.09	6.22
	4	333	299	110889	89401	99567	2.52	2.48	6.36	6.13	6.24
0.65	1	286	250	81796	62500	71500	2.46	2.40	6.03	5.75	5.89
	2	281	249	78961	62001	69969	2.45	2.40	6.00	5.74	5.87
	3	290	252	84100	63504	73080	2.46	2.40	6.06	5.77	5.91
	4	272	254	73984	64516	69088	2.43	2.40	5.93	5.78	5.85
0.70	1	271	204	73441	41616	55284	2.43	2.31	5.92	5.33	5.62
	2	276	207	76176	42849	57132	2.44	2.32	5.96	5.36	5.65
	3	272	201	73984	40401	54672	2.43	2.30	5.93	5.30	5.61
	4	270	203	72900	41209	54810	2.43	2.31	5.91	5.32	5.61
SUMATORIA		3531	3005	1046383	769667	894524	29.61	28.72	73.06	68.81	70.89





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL) CON RESPECTO A LOS 7 DÍAS

RELACION a/c	PROBETA N°	4" x 8" T (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" T (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	23	19	529	361	437	1.36	1.28	1.85	1.64	1.74
	2	21	18	441	324	378	1.32	1.26	1.75	1.58	1.66
	3	22	19	484	361	418	1.34	1.28	1.80	1.64	1.72
0.65	1	20	16	400	256	320	1.30	1.20	1.69	1.45	1.57
	2	19	15	361	225	285	1.28	1.18	1.64	1.38	1.50
	3	19	16	361	256	304	1.28	1.20	1.64	1.45	1.54
0.70	1	15	13	225	169	195	1.18	1.11	1.38	1.24	1.31
	2	14	14	196	196	196	1.15	1.15	1.31	1.31	1.31
	3	15	13	225	169	195	1.18	1.11	1.38	1.24	1.31
SUMATORIA		168	143	3222	2317	2728	11.38	10.77	14.45	12.92	13.66





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRLAND TIPO I (SOL) CON RESPECTO A LOS 14 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" T (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" T (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	25	22	625	484	550	1.40	1.34	1.95	1.80	1.88
	2	27	21	729	441	567	1.43	1.32	2.05	1.75	1.89
	3	26	22	676	484	572	1.41	1.34	2.00	1.80	1.90
0.65	1	24	18	576	324	432	1.38	1.26	1.90	1.58	1.73
	2	23	19	529	361	437	1.36	1.28	1.85	1.64	1.74
	3	24	18	576	324	432	1.38	1.26	1.90	1.58	1.73
0.70	1	19	16	361	256	304	1.28	1.20	1.64	1.45	1.54
	2	19	15	361	225	285	1.28	1.18	1.64	1.38	1.50
	3	20	16	400	256	320	1.30	1.20	1.69	1.45	1.57
SUMATORIA		207	167	4833	3155	3899	12.22	11.38	16.63	14.42	15.49





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL) CON RESPECTO A LOS 28 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" T (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" T (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	35	30	1225	900	1050	1.54	1.48	2.38	2.18	2.28
	2	36	29	1296	841	1044	1.56	1.46	2.42	2.14	2.28
	3	35	29	1225	841	1015	1.54	1.46	2.38	2.14	2.26
0.65	1	28	23	784	529	644	1.45	1.36	2.09	1.85	1.97
	2	28	24	784	576	672	1.45	1.38	2.09	1.90	2.00
	3	29	23	841	529	667	1.46	1.36	2.14	1.85	1.99
0.70	1	22	20	484	400	440	1.34	1.30	1.80	1.69	1.75
	2	23	19	529	361	437	1.36	1.28	1.85	1.64	1.74
	3	22	19	484	361	418	1.34	1.28	1.80	1.64	1.72
SUMATORIA		258	216	7652	5338	6387	13.05	12.36	18.98	17.04	17.98





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL) CON RESPECTO A LOS 60 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" T (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" T (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	38	34	1444	1156	1292	1.58	1.53	2.50	2.35	2.42
	2	37	34	1369	1156	1258	1.57	1.53	2.46	2.35	2.40
	3	38	33	1444	1089	1254	1.58	1.52	2.50	2.31	2.40
0.65	1	31	27	961	729	837	1.49	1.43	2.22	2.05	2.13
	2	29	26	841	676	754	1.46	1.41	2.14	2.00	2.07
	3	30	27	900	729	810	1.48	1.43	2.18	2.05	2.11
0.70	1	29	23	841	529	667	1.46	1.36	2.14	1.85	1.99
	2	28	23	784	529	644	1.45	1.36	2.09	1.85	1.97
	3	29	24	841	576	696	1.46	1.38	2.14	1.90	2.02
SUMATORIA		289	251	9425	7169	8212	13.53	12.96	20.37	18.71	19.52





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)  
CON RESPECTO A LOS 7 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA Nº	4" x 8" T (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" T (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	22	18	484	324	396	1.34	1.26	1.80	1.58	1.69
	2	21	17	441	289	357	1.32	1.23	1.75	1.51	1.63
	3	20	17	400	289	340	1.30	1.23	1.69	1.51	1.60
0.65	1	16	16	256	256	256	1.20	1.20	1.45	1.45	1.45
	2	15	15	225	225	225	1.18	1.18	1.38	1.38	1.38
	3	16	16	256	256	256	1.20	1.20	1.45	1.45	1.45
0.70	1	14	14	196	196	196	1.15	1.15	1.31	1.31	1.31
	2	14	14	196	196	196	1.15	1.15	1.31	1.31	1.31
	3	13	13	169	169	169	1.11	1.11	1.24	1.24	1.24
SUMATORIA		151	140	2623	2200	2391	10.96	10.71	13.39	12.75	13.06





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A TRACCIÓN CON CEMENTO PORTLÁND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)  
CON RESPECTO A LOS 14 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" T (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" T (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	25	19	625	361	475	1.40	1.28	1.95	1.64	1.79
	2	25	18	625	324	450	1.40	1.26	1.95	1.58	1.75
	3	26	19	676	361	494	1.41	1.28	2.00	1.64	1.81
0.65	1	20	17	400	289	340	1.30	1.23	1.69	1.51	1.60
	2	20	17	400	289	340	1.30	1.23	1.69	1.51	1.60
	3	19	16	361	256	304	1.28	1.20	1.64	1.45	1.54
0.70	1	16	15	256	225	240	1.20	1.18	1.45	1.38	1.42
	2	17	16	289	256	272	1.23	1.20	1.51	1.45	1.48
	3	17	15	289	225	255	1.23	1.18	1.51	1.38	1.45
SUMATORIA		185	152	3921	2586	3170	11.76	11.03	15.41	13.54	14.44





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A TRACCIÓN CON CEMENTO PORTLÁND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)  
CON RESPECTO A LOS 28 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" T (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" T (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	29	25	841	625	725	1.46	1.40	2.14	1.95	2.04
	2	30	24	900	576	720	1.48	1.38	2.18	1.90	2.04
	3	30	25	900	625	750	1.48	1.40	2.18	1.95	2.06
0.65	1	23	20	529	400	460	1.36	1.30	1.85	1.69	1.77
	2	24	21	576	441	504	1.38	1.32	1.90	1.75	1.82
	3	23	21	529	441	483	1.36	1.32	1.85	1.75	1.80
0.70	1	21	17	441	289	357	1.32	1.23	1.75	1.51	1.63
	2	21	18	441	324	378	1.32	1.26	1.75	1.58	1.66
	3	20	18	400	324	360	1.30	1.26	1.69	1.58	1.63
SUMATORIA		221	189	5557	4045	4737	12.47	11.86	17.31	15.67	16.46





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CORRELACIÓN ENTRE PROBETAS DE 6" x 12" Y 4" x 8" A TRACCIÓN CON CEMENTO PORTLÁND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)  
CON RESPECTO A LOS 60 DÍAS

RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" T (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" T (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X * Y	LOG (X)	LOG (Y)	LOG <sup>2</sup> (X)	LOG <sup>2</sup> (Y)	LOG (X) * LOG (Y)
0.60	1	33	30	1089	900	990	1.52	1.48	2.31	2.18	2.24
	2	32	30	1024	900	960	1.51	1.48	2.27	2.18	2.22
	3	33	29	1089	841	957	1.52	1.46	2.31	2.14	2.22
0.65	1	27	24	729	576	648	1.43	1.38	2.05	1.90	1.98
	2	28	23	784	529	644	1.45	1.36	2.09	1.85	1.97
	3	27	25	729	625	675	1.43	1.40	2.05	1.95	2.00
0.70	1	25	20	625	400	500	1.40	1.30	1.95	1.69	1.82
	2	24	21	576	441	504	1.38	1.32	1.90	1.75	1.82
	3	24	20	576	400	480	1.38	1.30	1.90	1.69	1.80
SUMATORIA		253	222	7221	5612	6358	13.01	12.48	18.83	17.35	18.07



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL).**

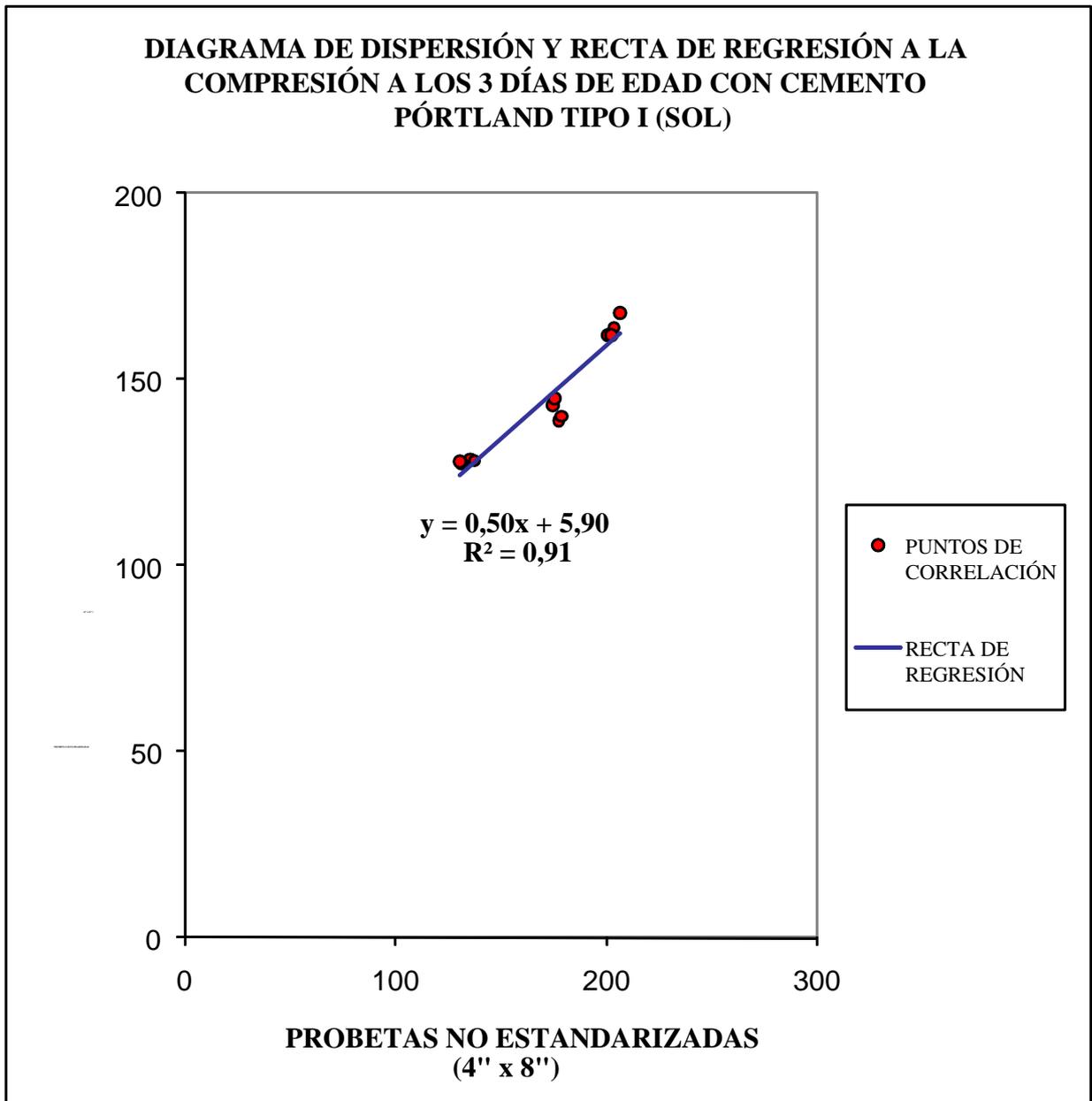
3 D Í A S	RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" Rc (X) (Kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROM X	PROM Y	F.C
	0,60	1	201	162	204	164	0,80
		2	204	164			
		3	207	168			
		4	203	162			
	0,65	1	175	143	177	142	0,80
		2	176	145			
		3	178	139			
		4	179	140			
	0,70	1	136	129	134	128	0,95
2		132	127				
3		138	128				
4		131	128				
COEF. DE CORRELACIÓN			0,95				
RECTA DE REGRESIÓN			$y = 0,50x + 58,90$				
ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 0,50f'_{(4" \times 8")} + 58,90$				



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA COMPRESIÓN A LOS 3 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**





**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE**

## **MATERIALES**

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

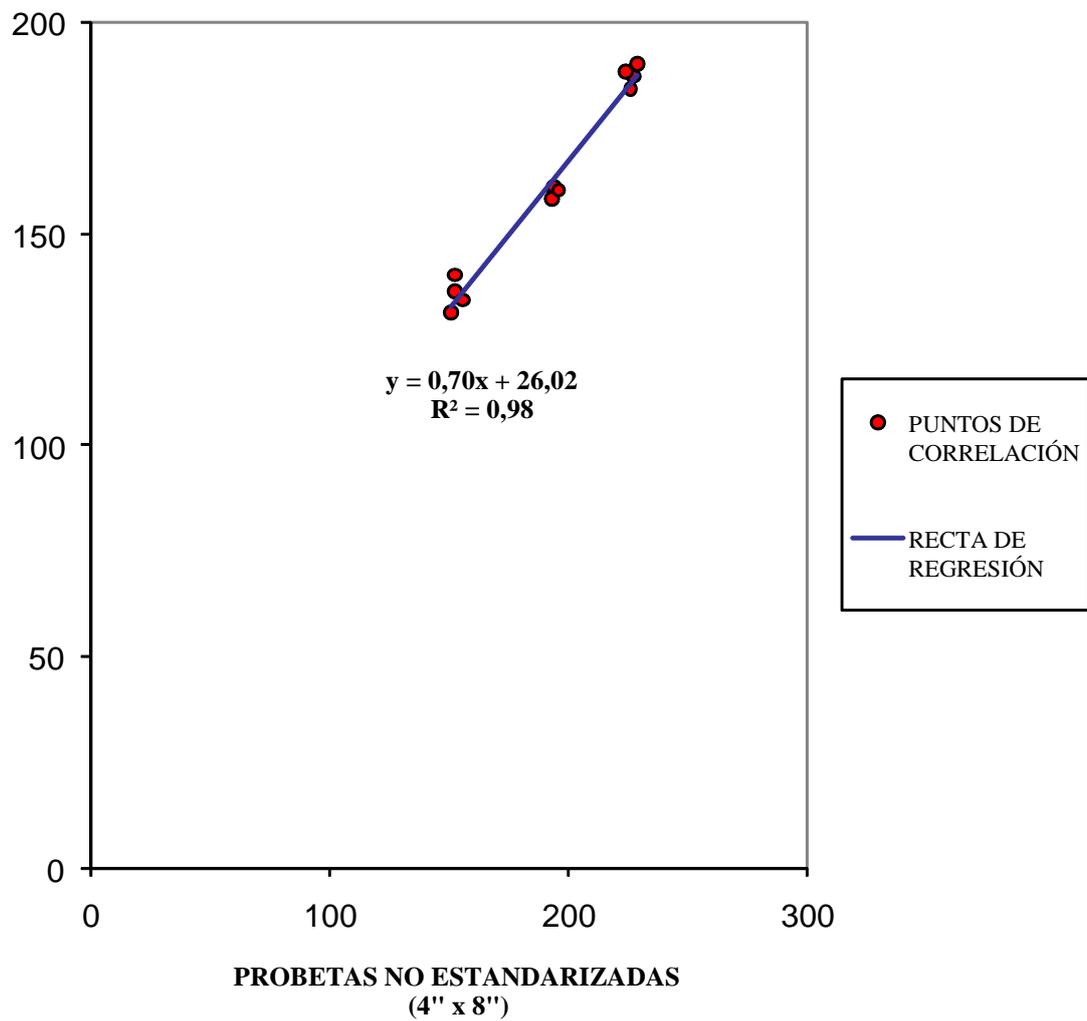
7 D Í A S	RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" Rc (X) (Kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROM X	PROM Y	F.C
	0,60	1	227	187	227	187	0,83
		2	226	184			
		3	224	188			
		4	229	190			
	0,65	1	194	160	194	160	0,82
		2	193	158			
		3	194	161			
		4	196	160			
	0,70	1	153	136	153	135	0,88
2		156	134				
3		151	131				
4		153	140				
COEF. DE CORRELACIÓN			0,94				
RECTA DE REGRESIÓN			$y = 0,78x + 7,20$				
ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 0,78f'_{(4" \times 8")} + 7,20$				



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN  
COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO  
PÓRTLAND TIPO I (SOL)**





**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **LABORATORIO DE ENSAYO DE**

## **MATERIALES**

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

1 4 D Í A S	RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" Rc (X) (Kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROM X	PROM Y	F.C
	0,60	1	261	218	264	220	0,83
		2	264	221			
		3	267	219			
		4	263	220			
	0,65	1	240	184	242	184	0,76
		2	241	185			
		3	242	184			
		4	243	184			
	0,70	1	198	162	195	162	0,83
2		196	159				
3		186	164				
4		200	161				
COEF. DE CORRELACIÓN			0,94				
RECTA DE REGRESIÓN			$y = 0,78x + 7,20$				
ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 0,78f'_{(4" \times 8")} + 7,20$				

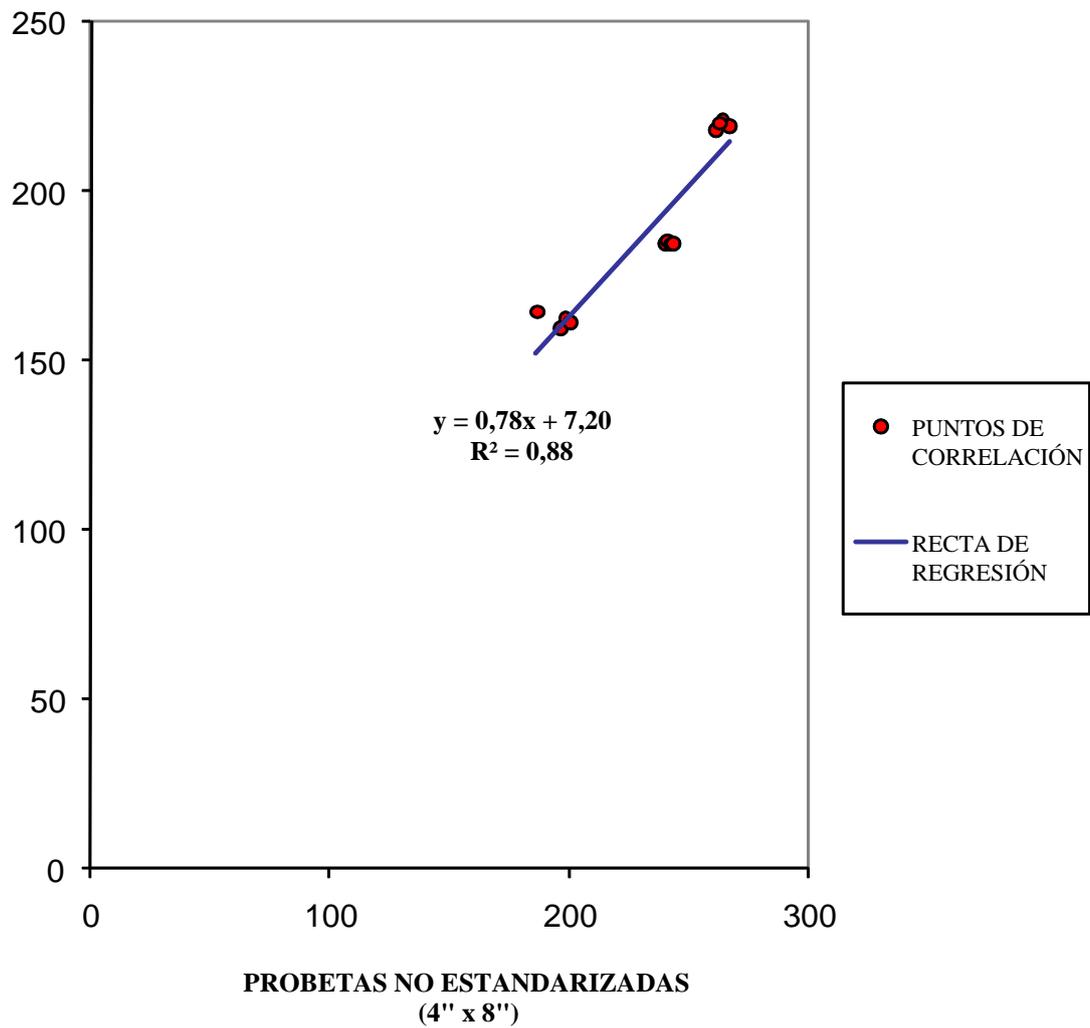


UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE

# MATERIALES

**DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

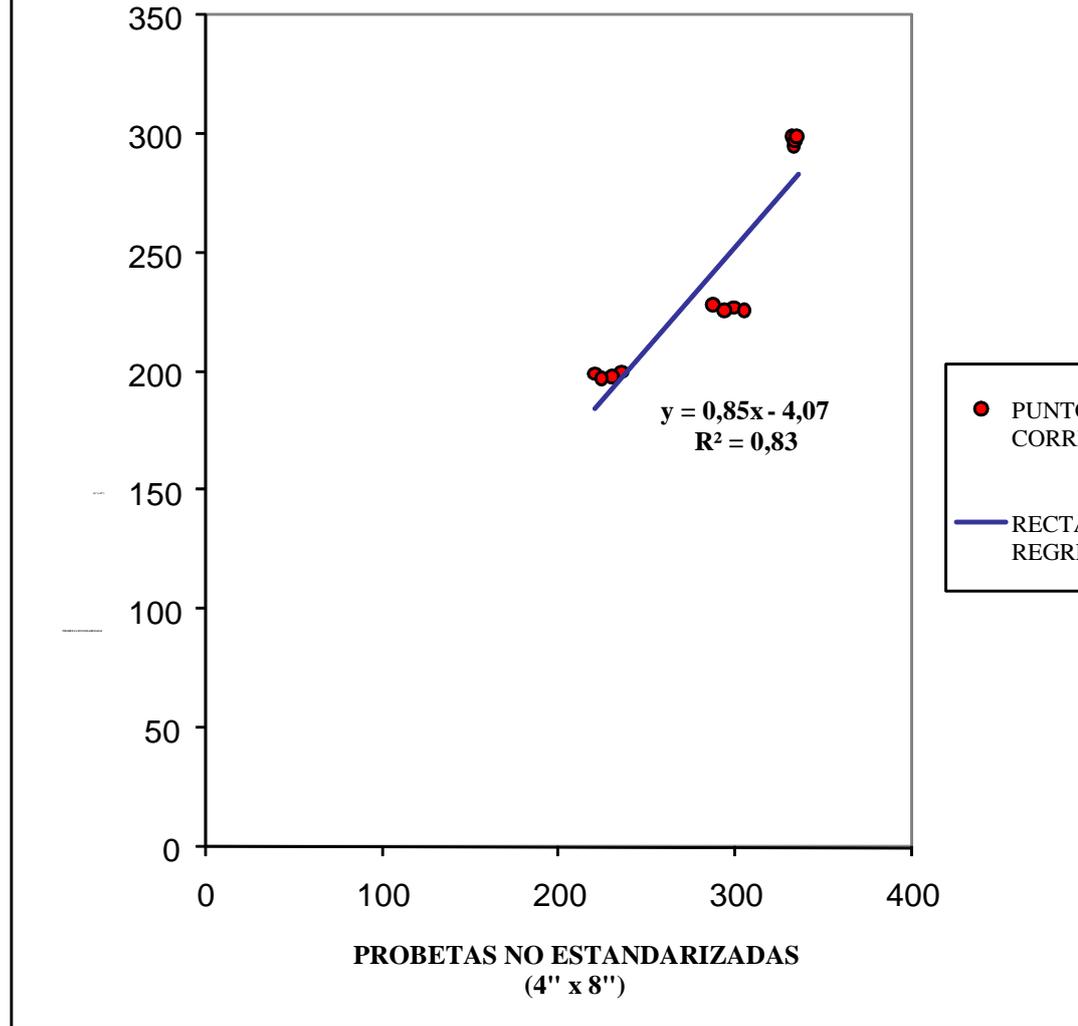
	RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8"	6" x 12"	PROM X	PROM Y	F.C
			Rc (X) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rc (Y) (Kg/cm <sup>2</sup> )			
28 DÍAS	0.60	1	333	299	335	298	0.89
		2	334	295			
		3	335	297			
		4	336	299			
	0.65	1	288	228	297	227	0.76
		2	300	227			
		3	295	226			
		4	306	226			
	0.70	1	221	199	228	199	0.87
		2	236	200			
		3	231	198			
		4	225	197			
COEF. DE CORRELACIÓN			0,91				
RECTA DE REGRESIÓN			$y = 0,85x - 4,07$				
ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 0,85 f'_{(4" \times 8")} - 4,07$				



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE**  
**MATERIALES**

**DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**

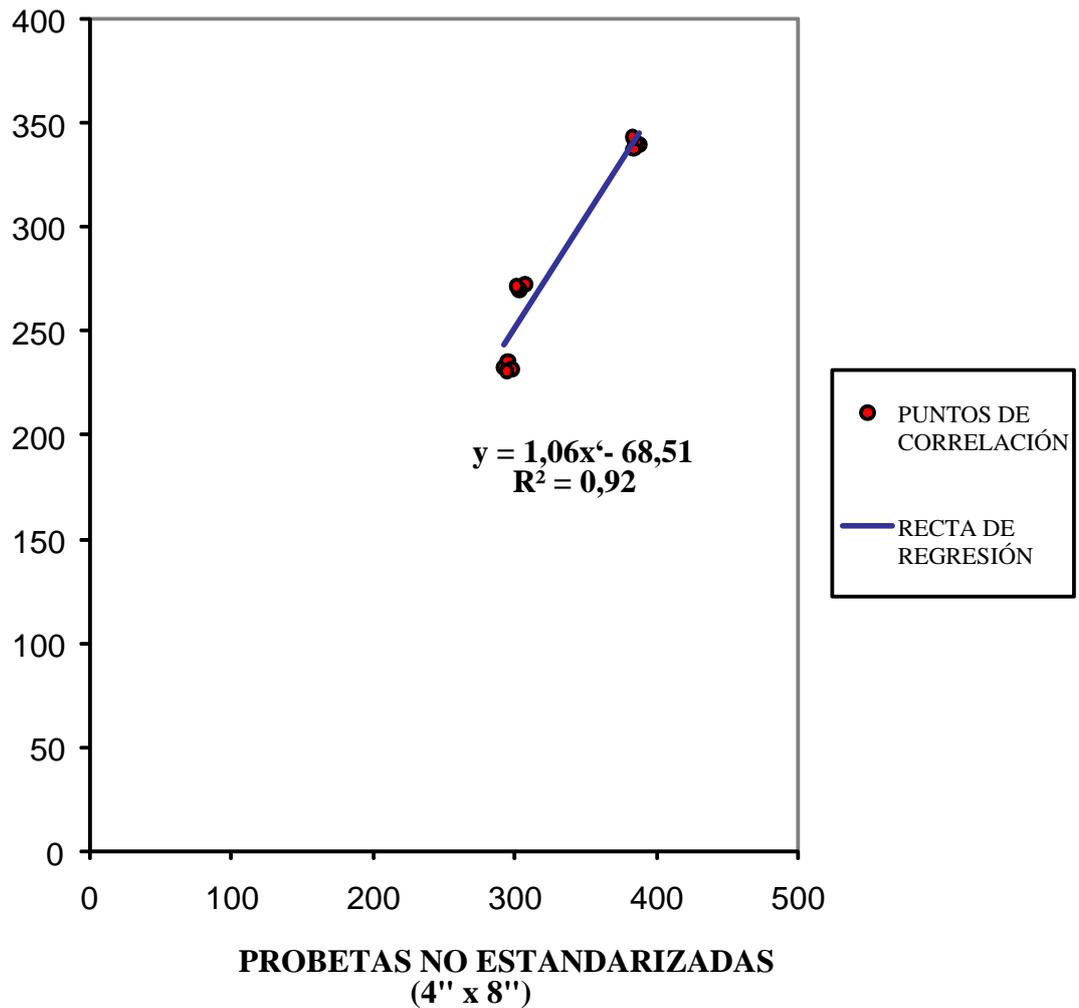


**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

# **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)

**DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA  
COMPRESIÓN A LOS 60 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO  
PÓRTLAND TIPO I (SOL)**



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

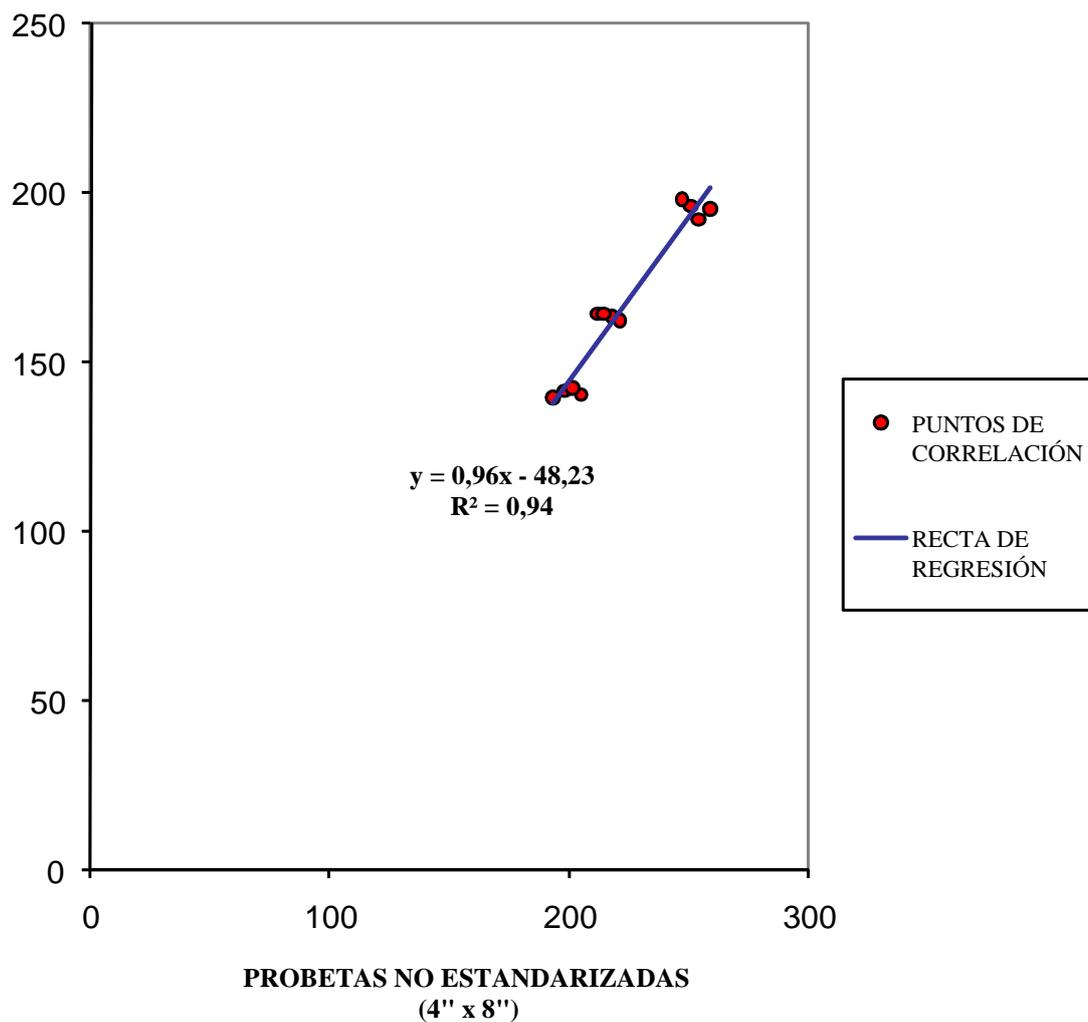
3 D Í A S	RELACIÓN a/c	PROBETA Nº	4" x 8" Rc (X) (Kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROM X	PROM Y	F.C
	0,45	1	182	151	181	152	0,84
		2	183	150			
		3	179	154			
		4	180	153			
	0,55	1	159	122	156	122	0,78
		2	158	120			
		3	155	121			
		4	152	123			
	0,65	1	132	108	139	107	0,77
2		139	106				
3		141	107				
4		145	107				
COEF. DE CORRELACIÓN			0,97				
RECTA DE REGRESIÓN			$y = 1,04 x - 38,85$				
ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 1,04 f'_{(4" \times 8")} - 38,85$				



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE  
MATERIALES**

**DIAGRÁMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA  
COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO  
PUZOLÁNICO TIPO I (ATLAS)**



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

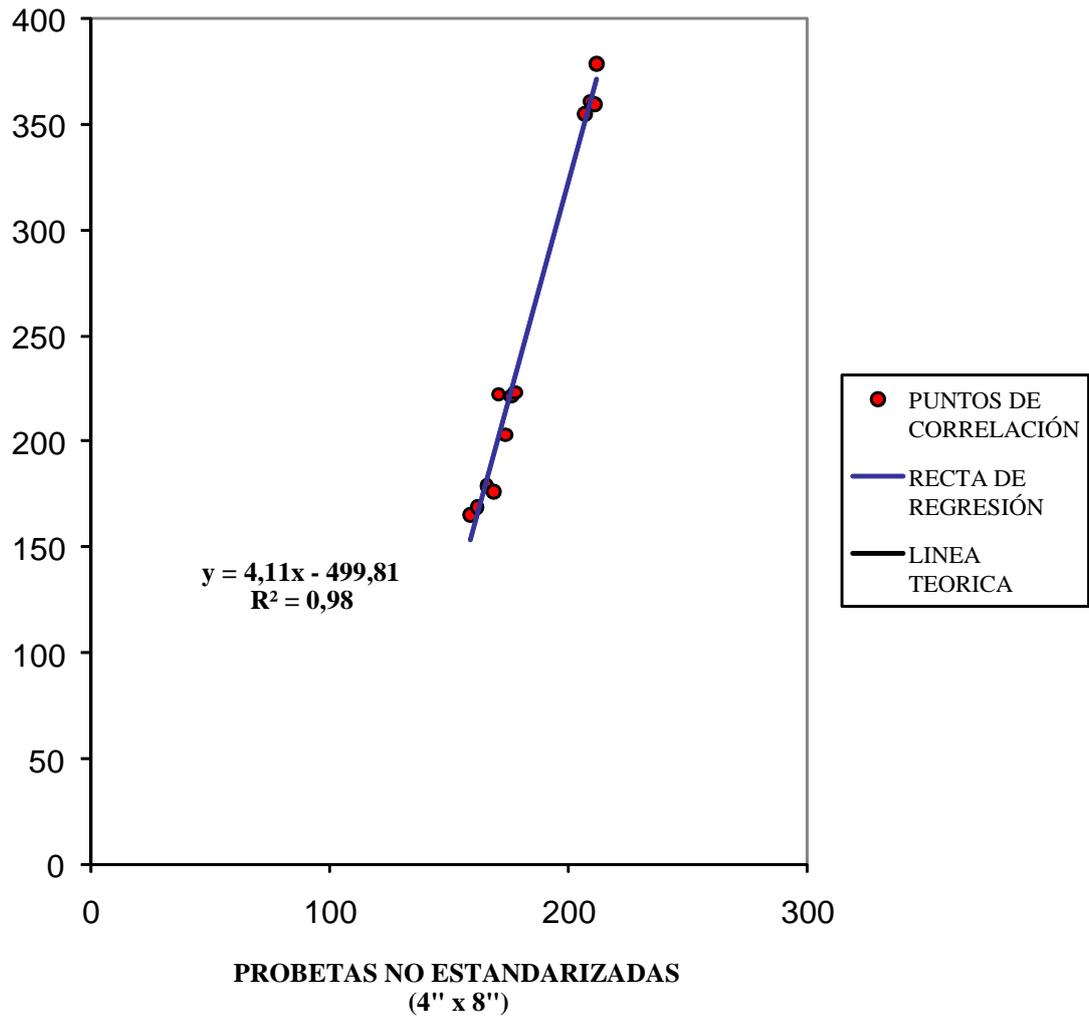
7 D Í A S	RELACIÓN a/c	PROBETA Nº	4" x 8" Rc (X) (Kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROM X	PROM Y	F.C
	0,45	1	207	354	210	363	1,73
		2	209	360			
		3	211	359			
		4	212	378			
	0,55	1	171	222	175	217	1,24
		2	174	203			
		3	176	221			
		4	178	223			
	0,65	1	159	165	164	172	1,05
2		162	169				
3		166	179				
4		169	176				
COEF. DE CORRELACIÓN			0,99				
RECTA DE REGRESIÓN			$y = 4,11x - 499,81$				
ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 4,11f'_{(4" \times 8")} + 499,81$				



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE  
MATERIALES**

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA  
COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO  
PUZOLÁNICO TIPO I (ATLAS)



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

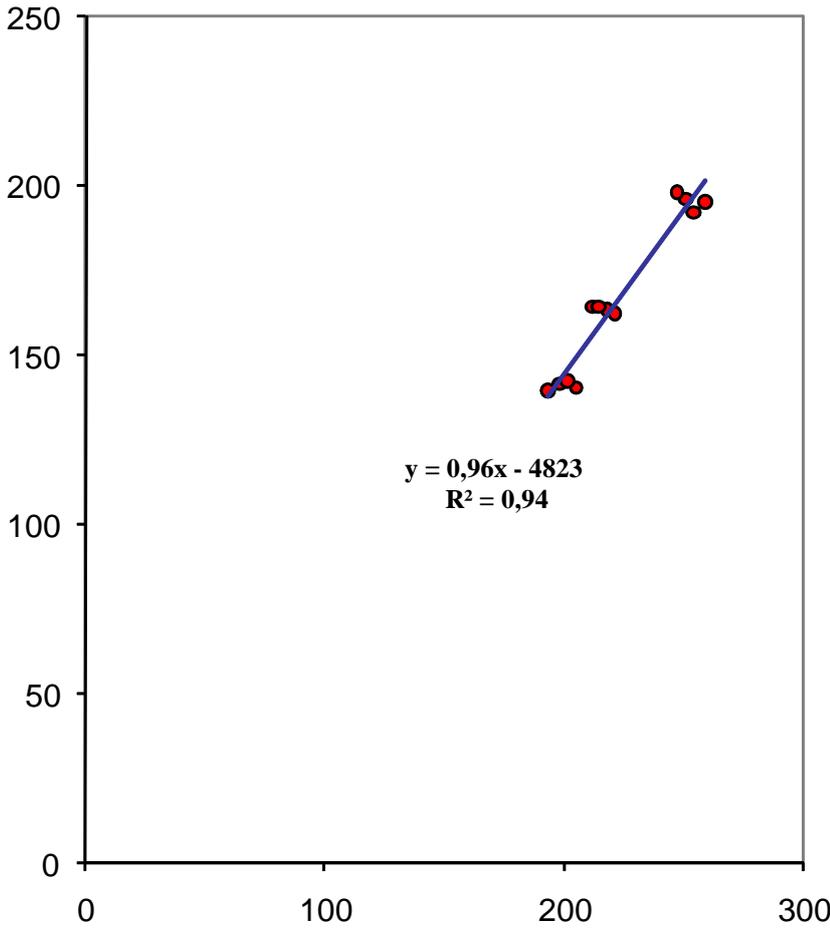
1 4 D Í A S	RELACIÓN a/c	PROBETA Nº	4" x 8" Rc (X) (Kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROM X	PROM Y	F.C
	0,45	1	251	196	253	195	0,77
		2	247	198			
		3	254	192			
		4	259	195			
	0,55	1	212	164	216	163	0,75
		2	218	163			
		3	214	164			
		4	221	162			
	0,65	1	198	141	199	141	0,71
2		193	139				
3		205	140				
4		201	142				
COEF. DE CORRELACIÓN			0,97				
RECTA DE REGRESIÓN			$y = 0,96x + 48,23$				
ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 0,96f'_{(4" \times 8")} - 48,23$				



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE  
MATERIALES**

**DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO PUZOLÁNICO TIPO I (ATLAS)**



● PUNTOS DE CORRELACIÓN

— RECTA DE REGRESIÓN

**PROBETAS NO ESTANDARIZADAS (4" x 8")**



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

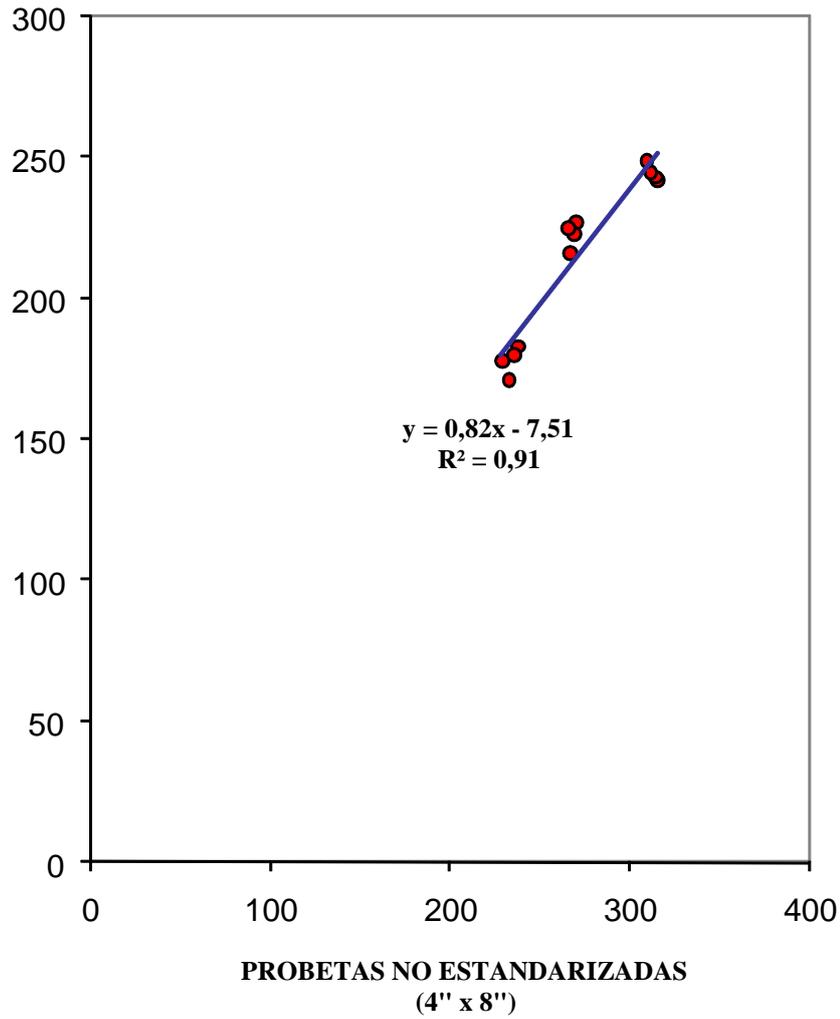
2 8 D Í A S	RELACIÓN a/c	PROBETA Nº	4" x 8" Rc (X) (Kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROM X	PROM Y	F.C
	0,45	1	316	242	313	245	0,78
		2	315	243			
		3	312	245			
		4	310	249			
	0,55	1	267	216	268	223	0,83
		2	270	227			
		3	269	223			
		4	266	225			
	0,65	1	238	183	234	178	0,76
2		229	178				
3		236	180				
4		233	171				
COEF. DE CORRELACIÓN			0,95				
RECTA DE REGRESIÓN			$y = 0,82x - 7,51$				
ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 0,39f'_{(4" \times 8")} - 160,02$				



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE  
MATERIALES**

**DIAGRÁMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA  
COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO  
PUZOLÁNICO TIPO I (ATLAS)**



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA COMPRESIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)

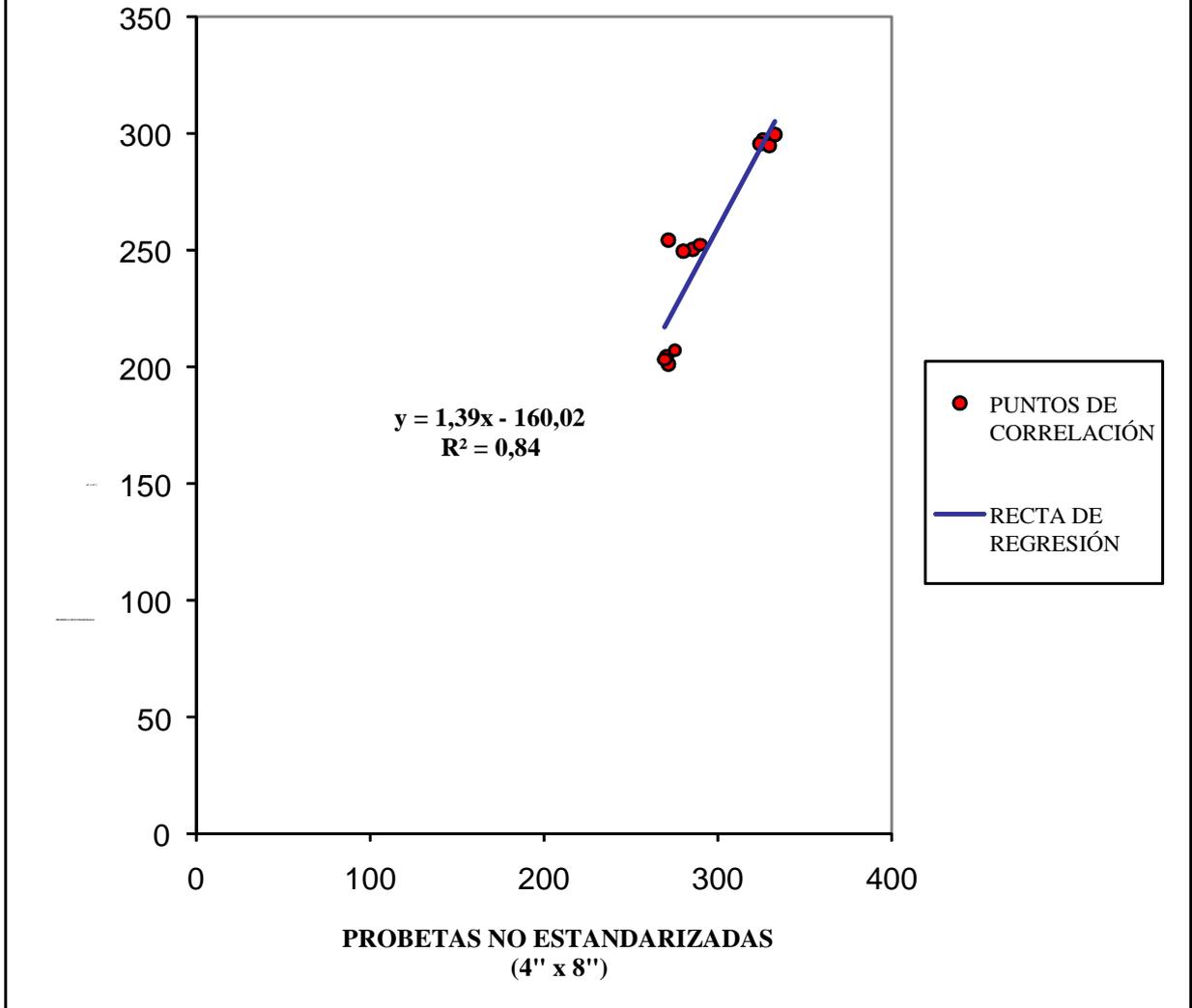
6 0  D Í A ~	RELACIÓN a/c	PROBETA Nº	4" x 8" Rc (X) (Kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROM X	PROM Y	F.C
	0,45	1	326	297	328	296	0,90
		2	324	295			
		3	330	294			
		4	333	299			
	0,55	1	286	250	282	251	0,89
		2	281	249			
		3	290	252			
		4	272	254			
	0,65	1	271	204	272	204	0,75
		2	276	207			
		3	272	201			
		4	270	203			
COEF. DE CORRELACIÓN			0,92				
RECTA DE REGRESIÓN			$y = 1,39x - 160,02$				
ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 1,39f'_{(4" \times 8")} + 160,02$				



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE  
MATERIALES**

**DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA  
COMPRESIÓN A LOS 60 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO  
PUZOLÁNICO TIPO I (ATLAS)**



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL).

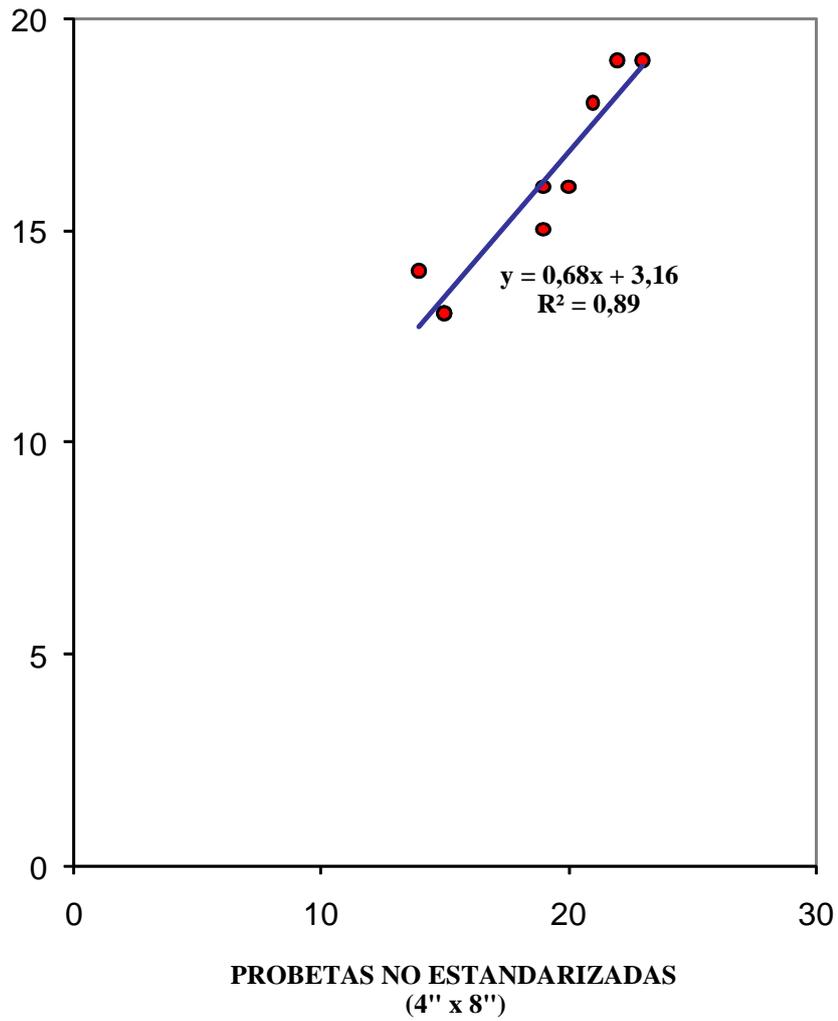
	RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" Rc (X) (Kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROM X	PROM Y	F.C	
7 D Í A S	0,60	1	23	19	22	19	0,85	
		2	21	18				
		3	22	19				
	0,65	1	20	16	19	16	0,81	
		2	19	15				
		3	19	16				
	0,70	1	15	13	15	13	0,91	
		2	14	14				
		3	15	13				
	COEF. DE CORRELACIÓN			0,93				
	RECTA DE REGRESIÓN			$y = 0,68x + 3,16$				
	ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 0,68f'_{(4" \times 8")} + 3,43$				



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE**  
**MATERIALES**

**DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA TRACCIÓN A LOS 7 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL).

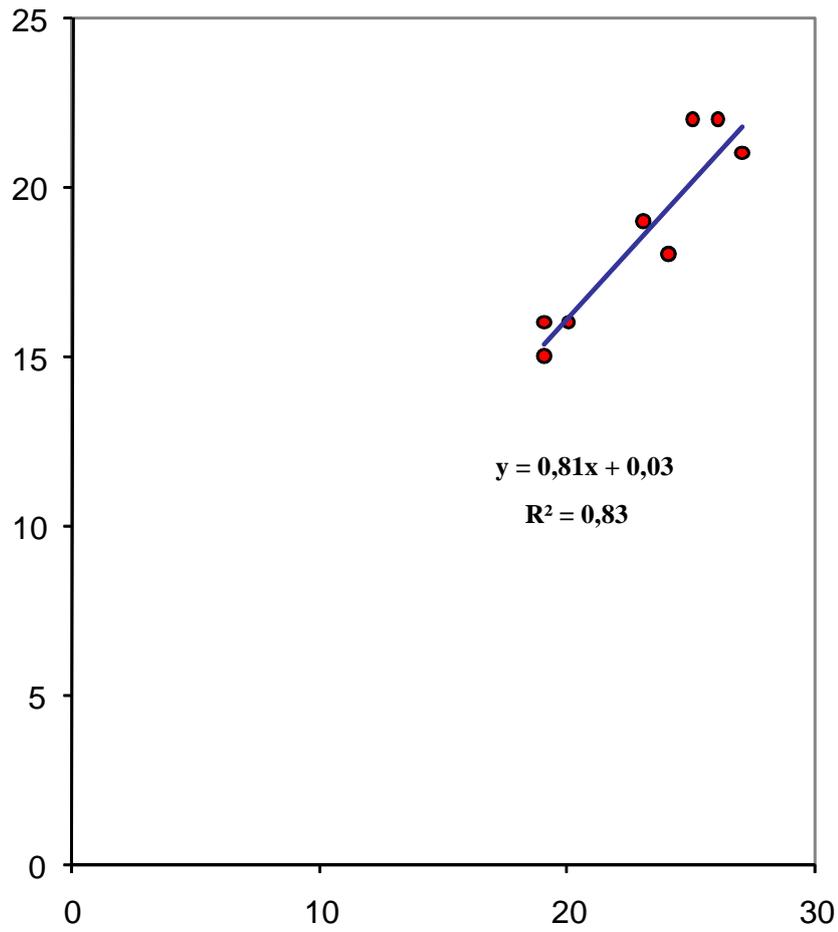
1 4 D Í A S	RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" Rc (X) (Kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROM X	PROM Y	F.C
	0,60	1	25	22	26	22	0,83
		2	27	21			
		3	26	22			
	0,65	1	24	18	24	18	0,77
		2	23	19			
		3	24	18			
	0,70	1	19	16	19	16	0,81
		2	19	15			
		3	20	16			
COEF. DE CORRELACIÓN			0,91				
RECTA DE REGRESIÓN			$y = 0,81x + 0,03$				
ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 0,81f'_{(4" \times 8")} + 0,03$				



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE  
MATERIALES**

**DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA TRACCIÓN A LOS 14 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**



**PROBETAS NO ESTANDARIZADAS  
(4" x 8")**



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL).

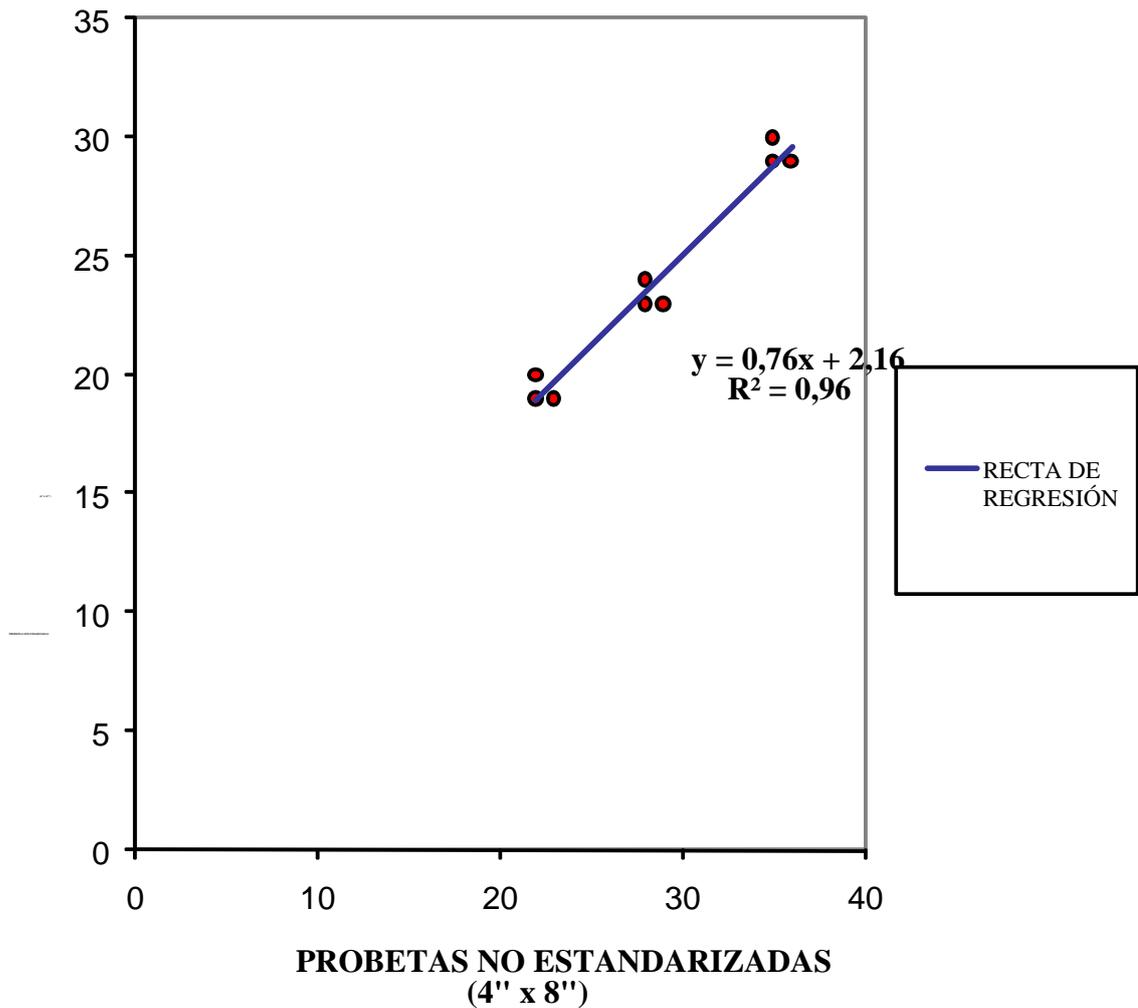
2 8 D Í A	RELACIÓN a/c	PROBETA Nº	4" x 8" Rc (X) (Kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROM X	PROM Y	F.C
	0,60	1	35	30	35	29	0,83
		2	36	29			
		3	35	29			
	0,65	1	28	23	28	23	0,82
		2	28	24			
		3	29	23			
	0,70	1	22	20	22	19	0,87
		2	23	19			
		3	22	19			
COEF. DE CORRELACIÓN			0,98				
RECTA DE REGRESIÓN			$y = 0,76x - 2,16$				
ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 0,76f'_{(4" \times 8")} - 2,16$				



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE  
MATERIALES**

**DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA TRACCIÓN A LOS 28 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL).

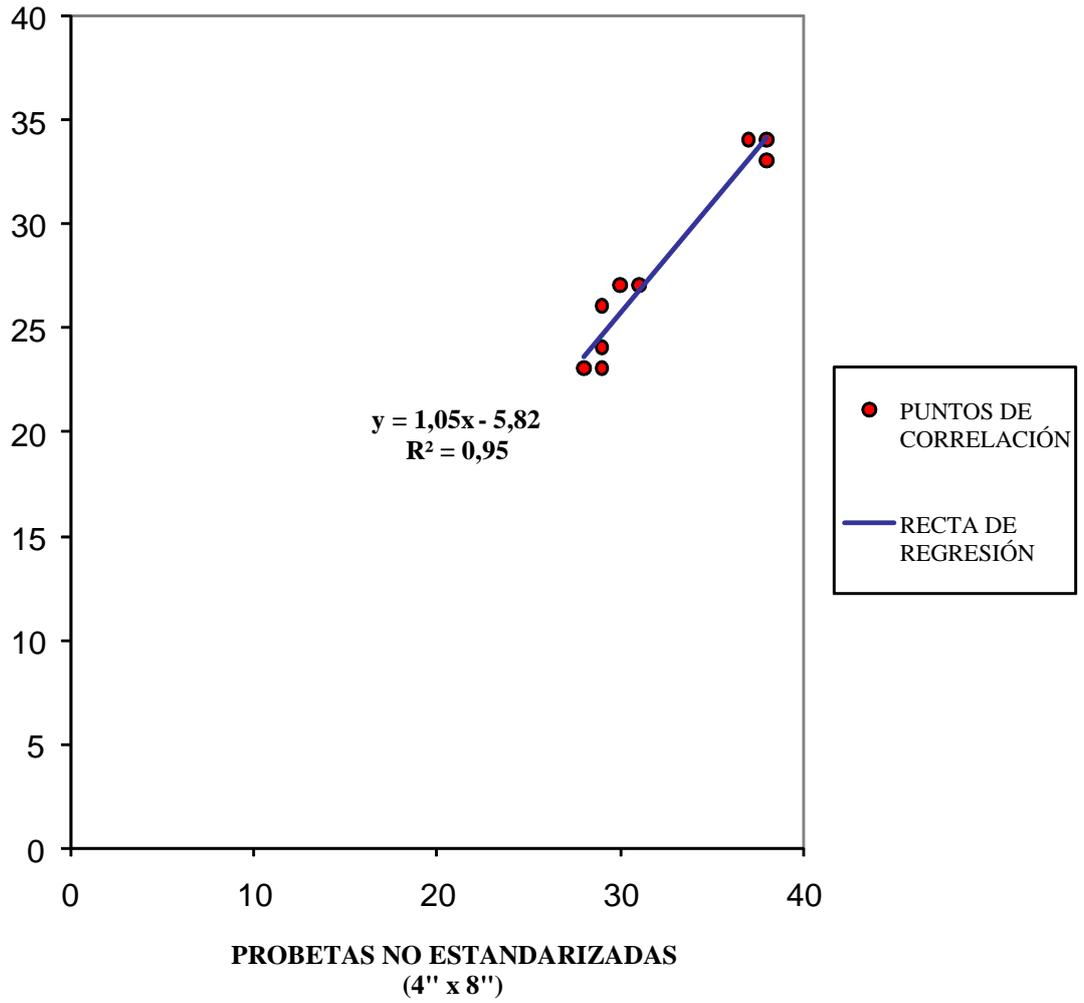
6 0 D Í A	RELACIÓN a/c	PROBETA Nº	4" x 8" Rc (X) (kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )	PROM X	PROM Y	F.C
	0,60	1	38	34	38	34	0,89
		2	37	34			
		3	38	33			
	0,65	1	31	27	30	27	0,89
		2	29	26			
		3	30	27			
	0,70	1	29	23	29	23	0,81
		2	28	23			
		3	29	24			
COEF. DE CORRELACIÓN			0,97				
RECTA DE REGRESIÓN			$y = 1,05x - 5,82$				
ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 1,05f'_{(4" \times 8")} - 5,82$				



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE  
MATERIALES**

**DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA TRACCIÓN A LOS 60 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)**





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS).

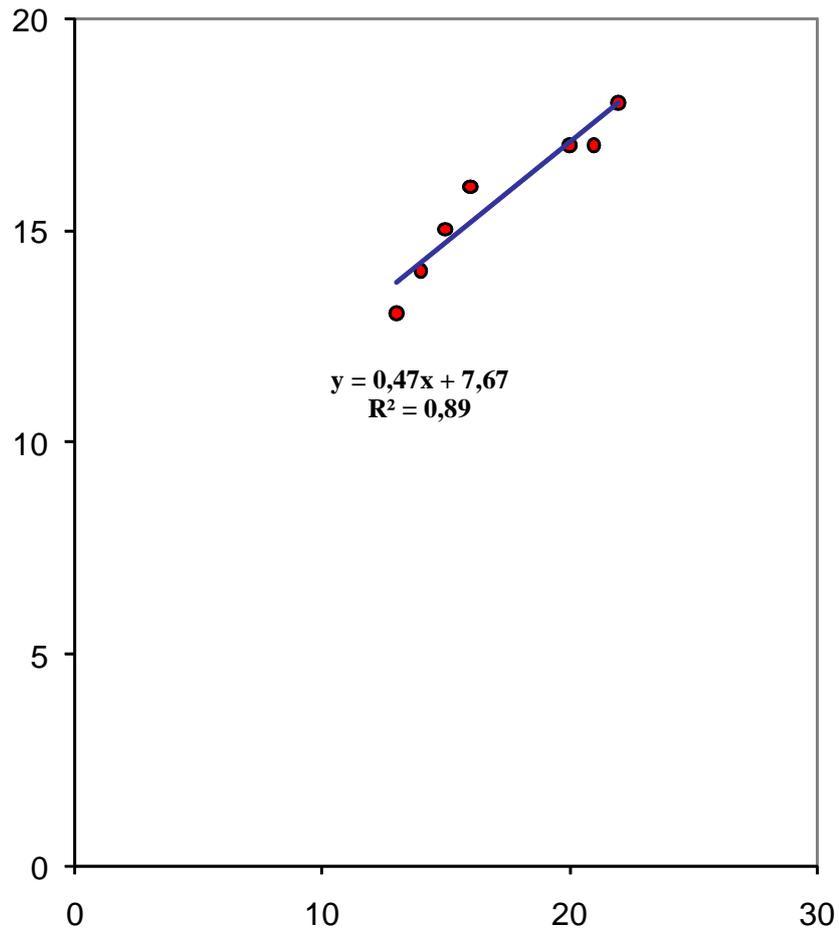
7 D Í A S	RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" Rc (X) (Kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROM X	PROM Y	F.C
	0,60	1	22	18	21	17	0,83
		2	21	17			
		3	20	17			
	0,65	1	16	16	16	16	1,00
		2	15	15			
		3	16	16			
	0,70	1	14	14	14	14	1,00
		2	14	14			
		3	13	13			
COEF. DE CORRELACIÓN			0,98				
RECTA DE REGRESIÓN			$y = 1,06x - 3,99$				
ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 1,06f'_{(4" \times 8")} - 3,99$				



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE  
MATERIALES**

**DIAGRÁMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA TRACCIÓN A LOS 7 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**



**PROBETAS NO ESTANDARIZADAS  
(4'' x 8'')**



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS).

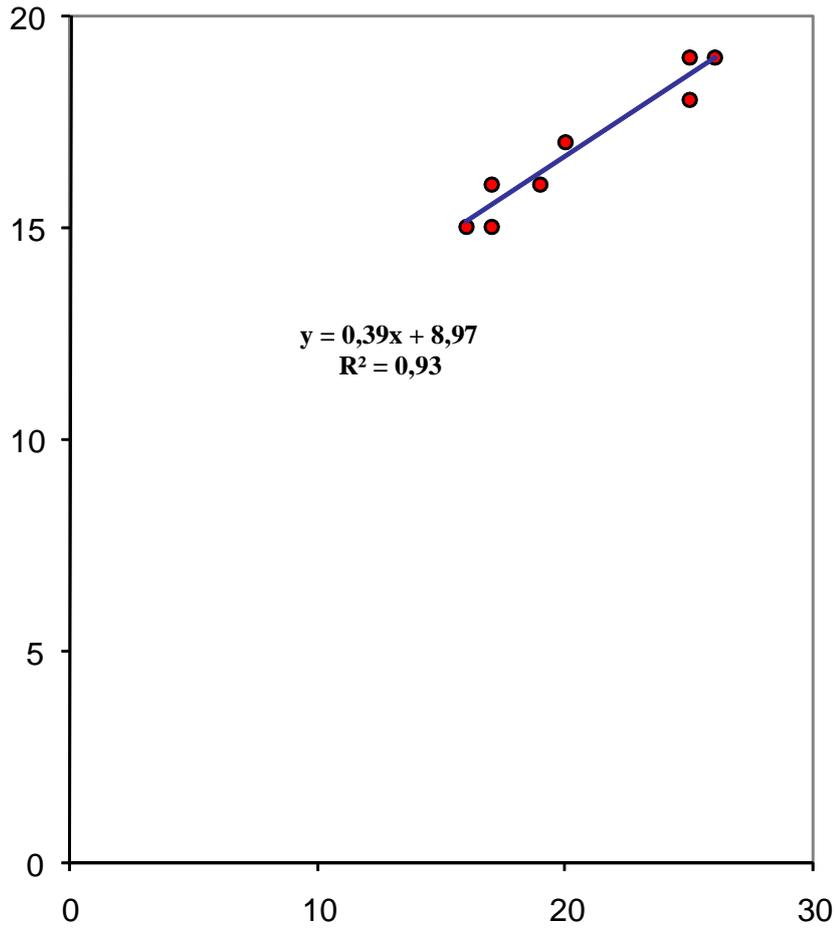
1 4 D Í A S	RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" Rc (X) (Kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROM X	PROM Y	F.C
	0,60	1	25	19	25	19	0,74
		2	25	18			
		3	26	19			
	0,65	1	20	17	20	17	0,85
		2	20	17			
		3	19	16			
	0,70	1	16	15	17	15	0,92
		2	17	16			
		3	17	15			
COEF. DE CORRELACIÓN			0,99				
RECTA DE REGRESIÓN			$y = 1,05x - 4,69$				
ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 1,05f'_{(4" \times 8")} - 4,69$				



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE  
MATERIALES**

**DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA TRACCIÓN A LOS 14 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**



**PROBETAS NO ESTANDARIZADAS  
(4" x 8")**





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A  
LA TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS).

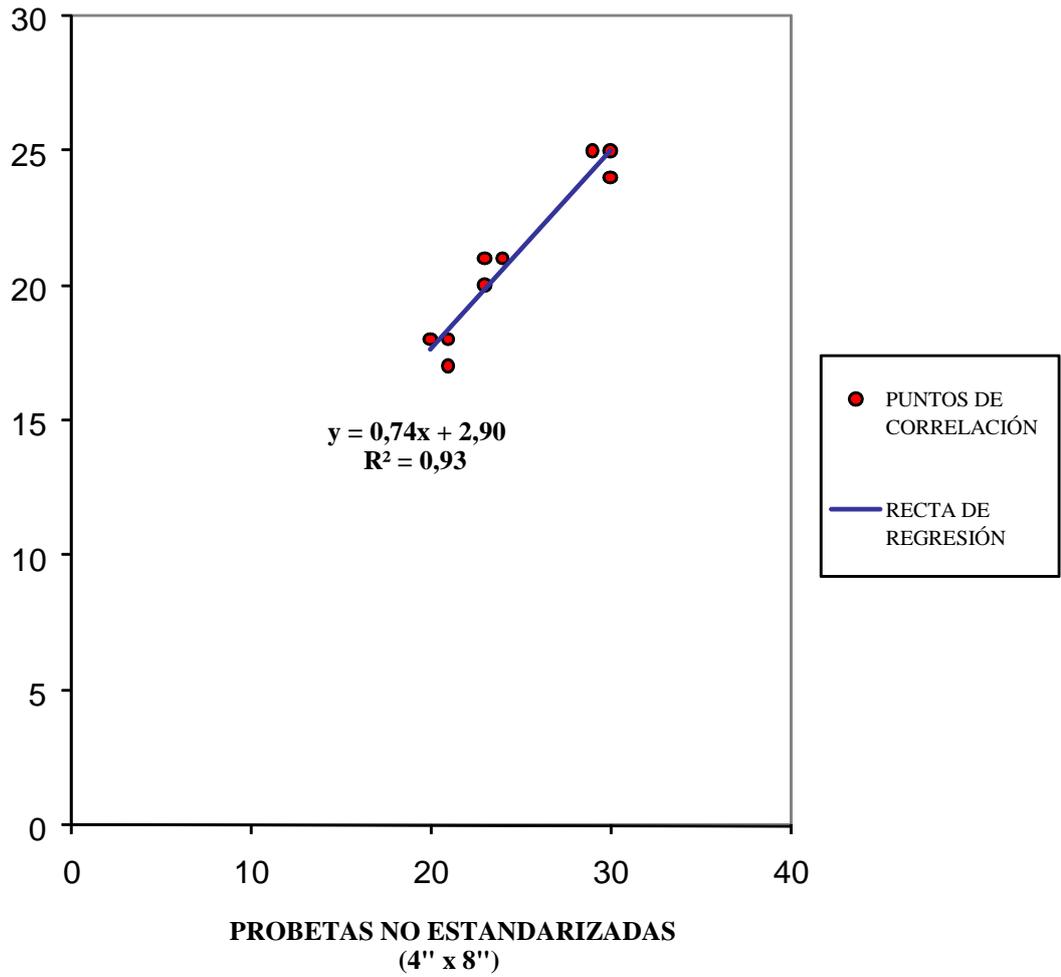
2 8 D Í A S	RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" Rc (X) (Kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROM X	PROM Y	F.C
	0,60	1	29	25	30	25	0,83
		2	30	24			
		3	30	25			
	0,65	1	23	20	23	21	0,89
		2	24	21			
		3	23	21			
	0,70	1	21	17	21	18	0,85
		2	21	18			
		3	20	18			
COEF. DE CORRELACIÓN			0,98				
RECTA DE REGRESIÓN			$y = 0,95x - 1,50$				
ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 0,95f'_{(4" \times 8")} - 1,50$				



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE  
MATERIALES**

**DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA TRACCIÓN A LOS 28 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO PORTLÁND TIPO IP (ATLAS)**



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

FACTOR DE CORRECCIÓN, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN A LA TRACCIÓN CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS).

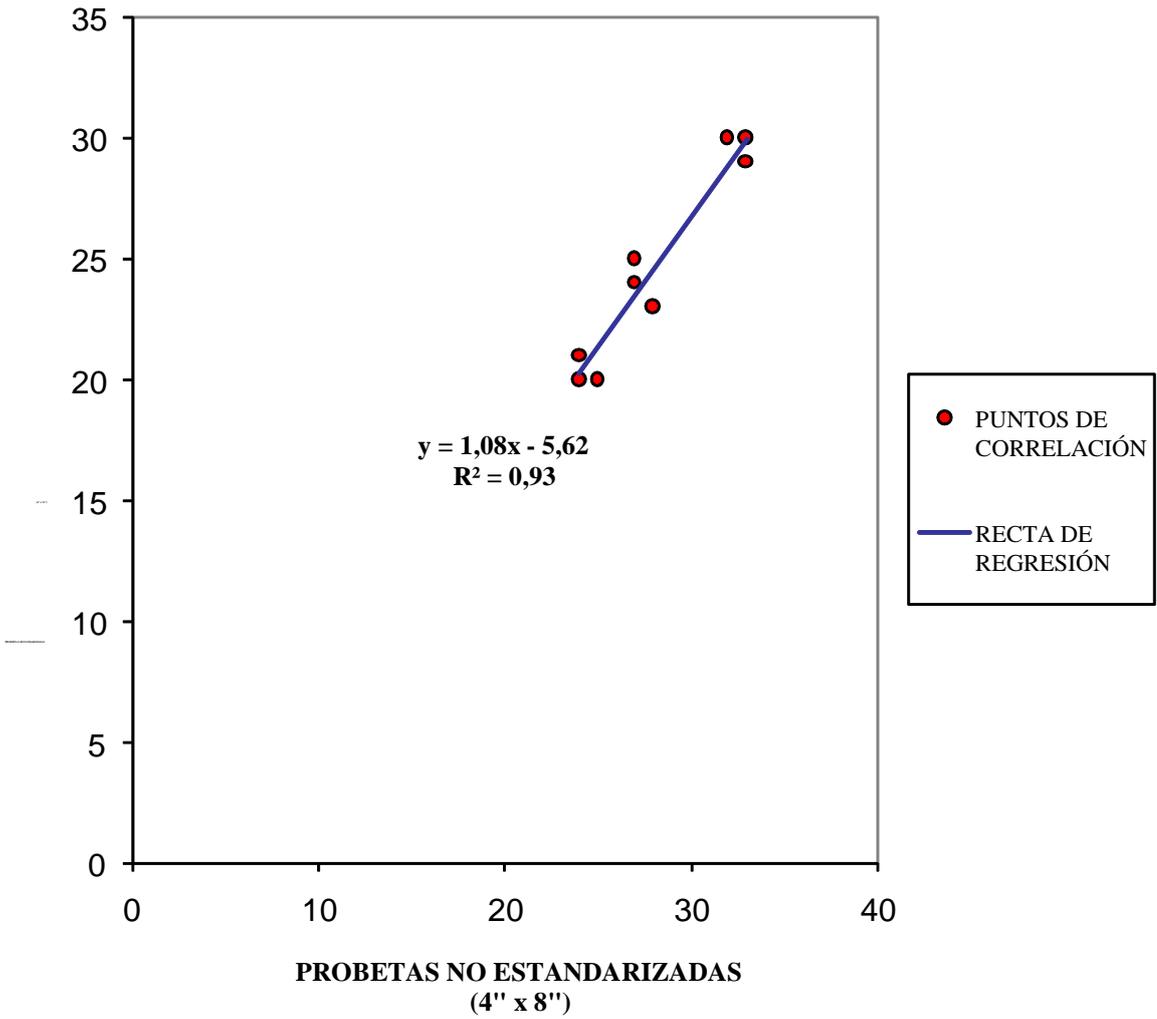
6 0 D Í A S	RELACIÓN a/c	PROBETA N°	4" x 8" Rc (X) (Kg/cm <sup>2</sup> )	6" x 12" Rc (Y) (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROM X	PROM Y	F.C
	0,60	1	33	30	33	30	0,91
		2	32	30			
		3	33	29			
	0,65	1	27	24	27	24	0,88
		2	28	23			
		3	27	25			
	0,70	1	25	20	24	20	0,84
		2	24	21			
		3	24	20			
COEF. DE CORRELACIÓN			0,94				
RECTA DE REGRESIÓN			$y = 0,92x - 0,48$				
ECUACIÓN DE CORRELACIÓN			$f'_{(6" \times 12")} = 0,92f'_{(4" \times 8")} - 0,48$				



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE  
MATERIALES**

**DIAGRÁMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN A LA TRACCIÓN A LOS 60 DÍAS DE EDAD CON CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP (ATLAS)**



## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En el presente capítulo se procederá a exponer las conclusiones y recomendaciones más importantes obtenidas de los estudios sobre correlación de resistencias de concreto.

- En los estudios de ensayos granulométricos realizados en laboratorio para el agregado fino y grueso, se puede apreciar en las gráficas que la curva granulométrica final es decir la curva promedio se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma N.T.P. 400.037, por lo tanto se puede concluir que los agregados son aptos para realizar los diseños de mezclas correspondientes para la elaboración del concreto.

- En el caso de los agregados, estos influyen en las propiedades del concreto, tales como la resistencia, durabilidad, conductividad, trabajabilidad, asentamiento y otras propiedades.
- Los estudios realizados de concreto fresco en laboratorio para los cemento Tipo I (SOL) y (ATLAS), se puede observar en los cuadros de asentamiento, que los concretos fabricados con los 2 tipos de cementos tienen un asentamiento que se encuentra dentro del rango que habíamos indicado anteriormente, este es de 3" – 4" (7,5 – 10 cm) para las 3 relaciones agua – cemento (0,60, 0,65 y 0,70), por lo tanto se puede concluir que el concreto es manejable en obra.
- En los cuadros del peso unitario del concreto para los cementos tipo I (SOL) y IP (ATLAS), se puede apreciar que el concreto elaborado se considera como un concreto de peso normal ya que sus pesos unitarios están dentro del rango de 2 200 – 2 500 kg/m<sup>3</sup> para las 3 relaciones agua – cemento (0,60 , 0,65 y 0,70).El peso unitario fabricado con cemento Pórtland Tipo I (SOL) es mayor que el

fabricado con cemento Puzolánico Tipo IP (ATLAS) para las 3 relaciones (0,60 , 0,65 y 0,70).

- Se puede notar en los cuadros de contenido aire que el concreto fabricado con cemento tipo I (SOL) el contenido de aire es igual al del concreto fabricado con cemento tipo IP (ATLAS) para las 3 relaciones agua – cemento (0,60, 0,65 y 0,70) con un máximo de 1,5 %. Se puede observar también que conforme aumenta la relación agua – cemento disminuye el contenido de aire.
- Se puede analizar en los cuadros de exudación que el concreto fabricado con cemento Tipo I (SOL) el porcentaje de exudación es superior al del concreto fabricado con cemento Puzolánico Tipo IP (ATLAS) para las 3 relaciones agua – cemento (0,60, 0,65 y 0,70) con valores de exudación inferiores a 5 %., conforme aumenta la relación agua – cemento aumenta el porcentaje de exudación.
- Se recomienda emplear cemento Tipo IP (ATLAS) para la elaboración del concreto ya que su costo es bajo y sus propiedades

de resistencia a la compresión no son tan alejadas al concreto fabricado con cemento Tipo I (SOL).

- Comparando la resistencias a la compresión de las probetas normalizadas (6" x 12") y probetas no normalizadas (4" x 8"), las probetas no normalizadas de 4" x 8" poseen mayor resistencia en las 3 relaciones agua cemento (0,60, 0,65 y 0,70) y en todas las edades (3,7,14,28 y 60 días) para el ensayo de compresión y (7,14,28 y 60 días) para el ensayo de tracción por compresión diametral.
- Comparando la resistencias en la compresión entre el cemento Pórtland Tipo I(SOL) y el cemento Puzolánico Tipo IP(ATLAS), el cemento Tipo I(SOL) es más resistente que el cemento Puzolánico Tipo IP(ATLAS).
- Comparando la resistencia a la tracción por compresión diametral de las probetas normalizadas 6" x 12" y probetas no normalizadas 4" x 8", podemos afirmar que las probetas no normalizadas 4" x 8"

en las 3 relaciones agua cemento (0,60, 0,65 y 0,70) poseen mayor resistencia.

- En el diagrama de dispersión y la recta de regresión para los ensayos con probetas no normalizadas 4" x 8" (X) y probetas normalizadas (Y), presentan una concentración a lo largo de un eje aproximadamente recto y de forma ascendente. Esto nos permite afirmar que hay una tendencia a que los valores de "Y" aumenten los de "X", cuyo coeficiente de Pearson (coeficiente de correlación) es igual a 0,91 para cemento Pórtland Tipo I Sol y 0,99 para cemento Puzolánico Tipo IP (Atlas).
- Para los ensayos de tracción por compresión diametral, en los diagramas de dispersión y recta de regresión existe una tendencia que indica que los valores de "Y" aumentan a medida que asciende los valores de "X"; cuyo coeficiente de Pearson (Coeficiente de Correlación) es igual a 0,98 para el cemento Pórtland Tipo I (SOL) Y 0,98 para el cemento Puzolánico Tipo IP (ATLAS).

- Los datos obtenidos en el laboratorio para ensayos de compresión y tracción son aceptables, ya que su coeficiente de variación es menor al 5%.

## GALERÍA DE FOTOS

### ENSAYO GRANULOMÉTRICO



### ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN



## **PREPARACIÓN DE MEZCLA**



**Se mezclan los agregados alrededor de 5 min**

## **ENSAYO DE PESO UNITARIO**



**Se enrasa el molde con una varilla para tomar el peso del concreto**

## **ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO**



**Ajuste de los seguros para evitar fuga de aire**

## **ENSAYO DE EXUDACIÓN**



**El vidrio sirve para que el agua no se evapore para la Extracción del agua exudada del concreto**

## **ENSAYO DE SLUMP**



## **PREPARACIÓN DEL ENSAYO DE SLUMP**



**Toma de Muestra del Ensayo de Slump**

## ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO



Muestras de probetas De 6"x 12" y 4"x 8"

## ENSAYO DE COMPRESIÓN



Ensayo de compresión en prensa automática (Tipo de falla cono)

## ENSAYO DE COMPRESIÓN



Probeta 4" x 8"

## ENSAYO DE TRACCIÓN



Acoplamiento de la maquina para el ensayo a tracción

# Pruebas

## Relación

### A001-LEM



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

#### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha		Código Mezcla	<b>A001-LEM</b>
Relación a/c	<b>0.60</b>	Hora Vaciado	
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	
Tanda	<b>N° 1</b>	Volumen de Prueba (m <sup>3</sup> )	<b>0.025</b>

#### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	<b>3.08</b>	Vol. Ag.	0.65	Cemento total:	<b>367</b>	kg
M.F. P 67	<b>6.50</b>	Arena	<b>50.7%</b>			
M.F. P 5	<b>7.78</b>	Piedra	<b>49.3%</b>			
M.F. Gib	4.96	P #67	<b>70.0%</b>			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		kg/m <sup>3</sup>	%	%	kg/m <sup>3</sup>	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3110			367	0.1179	366.67	9.17	kg
Agua	URP	1000			<b>220</b>	0.2200	183.82	4.60	lts
Arena	Jicamarca	2640	<b>6.18%</b>	<b>1.40%</b>	866	0.3281	919.66	22.99	kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	<b>0.39%</b>	<b>0.99%</b>	598	0.2233	600.82	15.02	kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	<b>0.09%</b>	<b>0.72%</b>	259	0.0957	259.60	6.49	kg
Aire					<b>1.5%</b>	1.5%			
Suma						1000	2330.56		

#### ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara		kg
Volumen		m <sup>3</sup>
Tara + concreto		kg

#### MODIFICACIONES

a f c u m m :

Adición (Reducción) de agua		ml
Adición (Reducción) de agua 1		ml
Adición (Reducción) de agua 2		ml

TEMP. (°C)		SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	(pulg)	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	

humedad

Edad (días)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			Edad (días)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	
	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d			Mrc (kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr
3						
3		0				
3						
7		0				
7		0	0			
7						
28		0				
28		0	0			
28						

Observaciones: Exudación Inicial = \_\_\_\_\_  
Exudación final = \_\_\_\_\_

Materiales	Procedencia	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	P. Seco Kg/m <sup>3</sup>	VOL absoluto	Correc. X	TANDA P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3,110	341.67	0.11	342	40.67	kg
Agua	URP	1,000	205.00	0.21	168	19.94	lts
Arena	Jicamarca	2,640	896.97	0.34	952	113.38	kg
Piedra 67	Jicamarca	2,680	619.79	0.23	622	74.07	kg
Piedra 5	Jicamarca	2,710	268.60	0.10	269	32.00	kg
Aire			0.015	0.015			Kg



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha		Código Mezcla	<b>A002-LEM</b>
Relación a/c	<b>0.60</b>	Hora Vaciado	
Relación AF : AG	5% - 49%	Hecho por:	<b>A.VILCHEZ</b>
Tanda	<b>N° 2</b>	Volumen de Prueba (m3)	<b>0.025</b>

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	<b>3.08</b>	Vol. Ag.	0.67	Cemento total:	<b>342</b>	kg
M.F. P 67	<b>6.50</b>	Arena	<b>50.7%</b>			
M.F. P 5	<b>7.78</b>	Piedra	<b>49.3%</b>			
M.F. Glb	4.96	P #67	<b>70.0%</b>			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		kg/m3	%	%	kg/m3	absoluto	% Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3110			342	0.1099	341.67	8.54	kg
Agua	URP	1000			<b>205</b>	0.2050	167.54	4.19	lts
Arena	Jicamarca	2640	<b>6.18%</b>	<b>1.40%</b>	897	0.3398	952.40	23.81	kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	<b>0.39%</b>	<b>0.99%</b>	620	0.2313	622.21	15.56	kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	<b>0.09%</b>	<b>0.72%</b>	269	0.0991	268.84	6.72	kg
Aire					<b>1.5%</b>	1.5%			
Suma						1.000	2352.65		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara		kg
Volumen		m <sup>3</sup>
Tara + concreto:		kg

MODIFICACIONES

a / c. agua :

Adición (Reducción) de agua		ml
Adición (Reducción) de agua 1		ml
Adición (Reducción) de agua 2		ml

TEMP. (°C)		SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	(pulg)	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			
Edad (días)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr	
3		0					
3							
3							
7		0	0				
7				0	0		
7				0	0		
28		0	0				
28				0	0		
28				0	0		

Observaciones: Exudacion Inicial = \_\_\_\_\_  
Exudacion final = \_\_\_\_\_

--	--	--	--	--	--	--	--



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha		Código Mezcla	<b>A003-LEM</b>
Relación a/c	<b>0.60</b>	Hora Vaciado	
Relación AF : AG	5% - 49%	Hecho por:	<b>A.VILCHEZ</b>
Tanda	<b>N° 3</b>	Volumen de Prueba (m <sup>3</sup> )	<b>0.025</b>

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	<b>3.08</b>	Vol. Ag.	0.69	Cemento total:	<b>317</b>	kg
M.F. P 67	<b>6.50</b>	Arena	<b>50.7%</b>			
M.F. P 5	<b>7.78</b>	Piedra	<b>49.3%</b>			
M.F. Gib	4.96	P #67	<b>70.0%</b>			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM %	ABS %	P. Seco kg/m <sup>3</sup>	VOL absoluto	Correc. x Hume.	TANDA	
								P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	310			317	0.1018	316.67	7.92	kg
Agua	URP	1000			<b>190</b>	0.1900	151.25	3.78	lts
Arena	Jicamarca	2640	<b>6.18%</b>	<b>1.40%</b>	928	0.3514	985.14	24.63	kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	<b>0.39%</b>	<b>0.99%</b>	641	0.2392	643.60	16.09	kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	<b>0.09%</b>	<b>0.72%</b>	278	0.1025	278.08	6.95	kg
Aire					<b>1.5%</b>	1.5%			
Suma						1.000	2374.74		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara		kg
Volumen		m <sup>3</sup>
Tara + concreto:		kg

MODIFICACIONES

a f o r m a :

Adición (Reducción) de agua		ml
Adición (Reducción) de agua 1		ml
Adición (Reducción) de agua 2		ml

TEMP. (°C)		SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	(pulg)	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			
Edad (días)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )		% f'c a 28 d	Edad (días)	Mrc (kg/cm <sup>2</sup> )		% Mr
3		0					
3							
3							
7		0	0				
7							
7							
28		0	0				
28							
28							

Observaciones:

Exudación Inicial =

Exudación final =

--	--	--	--	--	--	--	--

## 2. A004-LEM



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha		Código Mezcla	<b>A004-LEM</b>
Relación a/c	<b>0.65</b>	Hora Vaciado	
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	<b>A. YILCHEZ</b>
Tanda	<b>N° 1</b>	Volumen de Prueba (m <sup>3</sup> )	<b>0.025</b>

#### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	<b>3.08</b>	Vol. Ag.	0.70	Cemento total:	<b>292</b>	kg
M.F. P 67	<b>6.50</b>	Arena	<b>50.7%</b>			
M.F. P 5	<b>7.78</b>	Piedra	<b>49.3%</b>			
M.F. Glb	4.96	P #67	<b>70.0%</b>			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		kg/m <sup>3</sup>	%	%	kg/m <sup>3</sup>	absoluto	± Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3110			292	0.0940	292.31	7.31	kg
Agua	URP	1000			<b>190</b>	0.1900	155.36	3.88	lts
Arena	Jicamarca	2640	<b>5.78%</b>	<b>1.40%</b>	938	0.3554	992.52	24.81	kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	<b>0.22%</b>	<b>0.99%</b>	648	0.2419	649.77	16.24	kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	<b>0.20%</b>	<b>0.72%</b>	281	0.1037	281.53	7.04	kg
Aire					<b>1.5%</b>	15%			
		Suma				1000	2371.49		

#### ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara	:		kg
Volumen	:		m <sup>3</sup>
Tara + concreto:	:		kg

#### MODIFICACIONES

a/c agua :

Adición (Reducción) de agua	:		ml
Adición (Reducción) de agua 1	:		ml
Adición (Reducción) de agua 2	:		ml

TEMP. (°C)		SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	(pulg)	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Edad (días)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr
3	0		0			
3						
3						
7	0	0	0			
7		0				
7		0				
28	0	0	0			
28		0				
28		0				

Observaciones:

Exudación Inicial =	
Exudación final =	



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha		Código Mezcla	<b>A005-LEM</b>
Relación a/c	<b>0.65</b>	Hora Vaciado	
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	<b>A. YILCHEZ</b>
Tanda	<b>N° 2</b>	Volumen de Prueba (m3)	<b>0.025</b>

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	<b>3.08</b>	Vol. Ag.	0.68	Cemento total :	<b>315</b>	kg
M.F. P 67	<b>6.50</b>	Arena	<b>50.7%</b>			
M.F. P 5	<b>7.78</b>	Piedra	<b>49.3%</b>			
M.F. Glb	4.96	P #67	<b>70.0%</b>			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		kg/m3	%	%	kg/m3	absoluto	% Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3110			315	0.1014	315.38	7.88	kg
Agua	URP	1000			<b>205</b>	0.2050	171.46	4.29	lts
Arena	Jicamarca	2640	<b>5.78%</b>	<b>1.40%</b>	908	0.3440	960.78	24.02	kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	<b>0.22%</b>	<b>0.99%</b>	628	0.2342	628.99	15.72	kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	<b>0.20%</b>	<b>0.72%</b>	272	0.1004	272.53	6.81	kg
Aire					<b>1.5%</b>	1.5%			
Suma						1.000	2349.14		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara :		kg
Volumen :		m <sup>3</sup>
Tara + concreto :		kg

MODIFICACIONES

a/c agua :

Adición (Reducción) de agua		ml
Adición (Reducción) de agua 1		ml
Adición (Reducción) de agua 2		ml

TEMP. (°C)		SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	(pulg)	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Edad (días)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr	
3	0						
3							
3							
7	0	0	0				
7							
7							
28	0	0	0				
28							
28							

Observaciones:

Exudación Inicial =

Exudación final =



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha		Código Mezcla	<b>A006-LEM</b>
Relación a/c	<b>0.65</b>	Hora Vaciado	
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	<b>A.VILCHEZ</b>
Tanda	<b>N° 3</b>	Volumen de Prueba (m3)	<b>0.025</b>

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	<b>3.08</b>	Vol. Ag.	0.66	Cemento total :	<b>338</b>	kg
M.F. P 67	<b>6.50</b>	Arena	<b>50.7%</b>			
M.F. P 5	<b>7.78</b>	Piedra	<b>49.3%</b>			
M.F. Glb	4.96	P #67	<b>70.0%</b>			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		kg/m3	%	%	kg/m3	absoluto	x Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3110			338	0.1088	338.46	8.46	kg
Agua	URP	1000			<b>220</b>	0.2200	187.57	4.69	lts
Arena	Jicamarca	2640	<b>5.78%</b>	<b>1.40%</b>	878	0.3327	929.03	23.23	kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	<b>0.22%</b>	<b>0.99%</b>	607	0.2264	608.21	15.21	kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	<b>0.20%</b>	<b>0.72%</b>	263	0.0970	263.52	6.59	kg
Aire					<b>1.5%</b>	1.5%			
Suma					1000		2326.80		

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara :		kg
Volumen :		m <sup>3</sup>
Tara + concreto :		kg

MODIFICACIONES

a/c agua :

Adición (Reducción) de agua		ml
Adición (Reducción) de agua 1		ml
Adición (Reducción) de agua 2		ml

TEMP. (°C)		SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	(pulg)	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			
Edad (días)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr	
3		0					
3							
3							
7		0	0				
7			0	0			
7			0	0			
28		0	0				
28			0	0			
28			0	0			

Observaciones:

Exudación Inicial =

Exudación final =

Materiales	Procedencia	P. ESP	P. Seco	VOL	Correc. X	TANDA	UND	
		kg/m3	Kg/m3	absoluto	Humedad	P. mezcla		
Cemento	C. Lima	3,110	315.38	0.10	315.38	37.55	kg	8.4
Agua	URP	1,000	205.00	0.21	171.46	20.41	lts	8.4
Arena	Jicamarca	2,640	908.28	0.34	960.78	114.38	kg	8.4
Piedra 67	Jicamarca	2,680	627.61	0.23	628.99	74.88	kg	8.4
Piedra 5	Jicamarca	2,710	271.99	0.10	272.53	32.44	kg	8.4
Aire			1.5	1.5			Kg	8.4

A006-LEM



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha		Código Mezcla	<b>A006-LEM</b>
Relación a/c	<b>0.65</b>	Hora Vaciado	
Relación AF : AG	51% - 49%	Hecho por:	<b>A. YILCHEZ</b>
Tanda	<b>N° 3</b>	Volumen de Prueba (m3)	<b>0.025</b>

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	<b>3.08</b>	Vol. Ag.	0.66	Cemento total:	<b>338</b>	kg
M.F. P 67	<b>6.50</b>	Arena	<b>50.7%</b>			
M.F. P 5	<b>7.78</b>	Piedra	<b>49.3%</b>			
M.F. Gib	4.96	P #67	<b>70.0%</b>			
		P #5	30.0%			

Materiales	procedencia	P. ESP	HUM	ABS	P. Seco	VOL	Correc.	TANDA	
		kg/m3	%	%	kg/m3	absoluto	% Hume.	P. mezcla	UND
Cemento	C. Lima	3110			338	0.1088	338.46	8.46	kg
Agua	URP	1000			<b>220</b>	0.2200	187.57	4.69	lts
Arena	Jicamarca	2640	<b>5.78%</b>	<b>1.40%</b>	878	0.3327	929.03	23.23	kg
Piedra 67	Jicamarca	2680	<b>0.22%</b>	<b>0.99%</b>	607	0.2264	608.21	15.21	kg
Piedra 5	Jicamarca	2710	<b>0.20%</b>	<b>0.72%</b>	263	0.0970	263.52	6.59	kg
Aire					<b>1.5%</b>	1.5%			
		Suma	1.000	2326.80					

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara	:		kg
Volumen	:		m <sup>3</sup>
Tara + concreto:	:		kg

MODIFICACIONES

a/c agua :

Adición (Reducción) de agua	:		ml
Adición (Reducción) de agua 1	:		ml
Adición (Reducción) de agua 2	:		ml

TEMP. (°C)		SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.	(pulg)	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	

humedad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Edad (días)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c a 28 d		Edad (días)	Mrc (kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr
3		0				
3						
3						
7		0	0			
7		0				
7		0				
28		0	0			
28		0				
28		0				

Observaciones: Exudacion Inicial = \_\_\_\_\_  
Exudacion final = \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- [1] ASOCEM, Boletín Informativo.
- [2] CEMENTO LIMA, Folleto Informativo.
- [3] NEVILLE ADAMS, Tecnología del Concreto, Editorial Trillas 1998.
- [4] PASQUEL CARVAJAL, Enrique; Tecnología del Concreto; Control de Calidad del Concreto. Capítulo Peruano ACI. Perú 2000.
- [5] RIVVA LOPEZ, Enrique; Tecnología del Concreto; Diseño de Mezclas; De. Hozlo, Perú 1992.
- [6] RIVVA LOPEZ, Enrique; Tecnología del Concreto; La Naturaleza del Concreto y Materiales. Capítulo Peruano ACI. Perú 2000.
- [7] HARMAN INFANTES, Juan; Tecnología del Concreto; Diseño de Mezclas de Agregado, Diseño de Mezclas de Concreto. Capítulo Peruano ACI. Perú 2000.
- [8] INDECOPI; Normas Técnicas Peruanas.