

**TABLA N° 53**  
**TOMA DE DATOS: EVALUACIÓN DE COSTOS DE VIGUETAS CON**  
**1 1/2" DE PIEDRA LAJA EMBEBIDA**

EVALUACIÓN DE COSTOS PARA VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 1 1/2"					
* Para 18 viguetas de concreto elaboradas para la investigación					TOTAL S/.
* Para 01 vigueta de concreto con piedra laja de 1 1/2", elaborada para la investigación					TOTAL S/.
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD/ APORTE	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. CONCRETO</b>					
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	Bls	2.890	24.50		
AGREGADO GRUESO DE VICHO 3/8"	m3	0.275	80.00		
AGREGADO FINO DE LAMAY	m3	0.276	100.00		
AGUA	m3	0.264	0.50		
COSTO CONCRETO					
<b>II. CURADO DE CONCRETO</b>					
TANQUE DE CURADO F°G° (1.30 x 2.40 x 2.40m)	Und	1.000	400.00		
AGUA	m3	4.608	0.50		
COSTO DE CURADO					
<b>III. ENCOFRADO</b>					
ENCOFRADO METÁLICO (e = 4.8 mm)	Und	8.000	180.00		
PETRÓLEO DIESEL B-5	Gln	0.700	10.20		
COSTO DE ENCOFRADO					
<b>IV. PIEDRA LAJA</b>					
PIEDRA LAJA (0.18 x 0.20 ; e = 1 1/2")	m2	1.940	110.00		
COSTO DE PIEDRA LAJA					
<b>V. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 4.5 P3 HIMPAC	Día	1.000	50.00		
AMOLADORA DE 8 HP	Día	1.000	10.00		
DISCO DE CORTE (d = 7")	Und	1.000	20.00		
HERRAMIENTAS MANUALES (Pala, Buguí, Cono de Abrams)	Glb	1.000	60.00		
COSTO DE HERRAMIENTAS					
FUENTE: PROPIA					

**TABLA N° 54**  
**TOMA DE DATOS: EVALUACIÓN DE COSTOS DE VIGUETAS CON 2" DE PIEDRA LAJA EMBEBIDA**

<b>EVALUACIÓN DE COSTOS PARA VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 2"</b>					
* Para 18 viguetas de concreto elaboradas para la investigación					TOTAL S/.
* Para 01 vigueta de concreto con piedra laja de 2", elaborada para la investigación					<b>TOTAL S/.</b>
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD/ APORTE	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. CONCRETO</b>					
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	Bls	2.630	24.50		
AGREGADO GRUESO DE VICHO 3/8"	m3	0.251	80.00		
AGREGADO FINO DE LAMAY	m3	0.251	100.00		
AGUA	m3	0.241	0.50		
COSTO CONCRETO					
<b>II. CURADO DE CONCRETO</b>					
TANQUE DE CURADO F°G° (1.30 x 2.40 x 2.40m)	Und	1.000	400.00		
AGUA	m3	4.608	0.50		
COSTO DE CURADO					
<b>III. ENCOFRADO</b>					
ENCOFRADO METÁLICO (e = 4.8 mm)	Und	8.000	180.00		
PETRÓLEO DIESEL B-5	Gln	0.700	10.20		
COSTO DE ENCOFRADO					
<b>IV. PIEDRA LAJA</b>					
PIEDRA LAJA (0.18 x 0.20 ; e = 2")	m2	1.940	130.00		
COSTO DE PIEDRA LAJA					
<b>V. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 4.5 P3 HIMPAC	Día	1.000	50.00		
AMOLADORA DE 8 HP	Día	1.000	10.00		
DISCO DE CORTE (d = 7")	Und	1.000	20.00		
HERRAMIENTAS MANUALES (Pala, Bugui, Cono de Abrams)	Glb	1.000	60.00		
COSTO DE HERRAMIENTAS					
<i>FUENTE: PROPIA</i>					

### 3.6 PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

#### 3.6.1 TÍTULO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS

##### PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

- Teniendo como dato los pesos retenidos en cada tamiz establecido, se procede a calcular el porcentaje que representa cada uno del total de muestra sometida al ensayo.

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido (gr.)}}{\text{Total muestra (gr.)}} * 100$$

- Se calcula el porcentaje retenido acumulado.

$$\% \text{ Retenido Acumulado (1}^\circ) = \% \text{ Retenido 1}$$

- Se calcula el porcentaje retenido acumulado para los siguientes tamices, siguiendo la secuencia:

$$\% \text{ Retenido Acumulado (2}^\circ) = \% \text{ Retenido acumulado(1}^\circ) + \% \text{ Retenido (2}^\circ)$$

- Se calcula el porcentaje que pasa mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Que pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

- Se calcula el módulo de finura del agregado fino, del cociente de la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados hasta la malla #100, entre 100:

$$MF = \frac{\Sigma \% \text{ Retenido Acumulado}}{100}$$

**Ejemplo:****Cálculos para Tamiz # 8**

Peso (gr.) → 68.02

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido (gr.)}}{\text{Total muestra (gr.)}} * 100$$

% Retenido → 68.02 gr. / 1000 gr.

% Retenido → 6.80

$$\% \text{ Retenido Acumulado (2}^\circ) = \% \text{ Retenido acumulado(1}^\circ) + \% \text{ Retenido (2}^\circ)$$

% Retenido Acumulado → 6.80 + 4.75

% Retenido Acumulado → 11.55

$$\% \text{ Que pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

% Que pasa → 100.00 – 11.55

% Que pasa → 88.45

Cumple los límites → 80 a 100



$$MF = \frac{\Sigma \% \text{ Retenido Acumulado}}{100}$$

**Cálculos para módulo de finura**

Módulo de finura → 254.91 / 100

% Que pasa → 2.55

**DIAGRAMAS, TABLAS**

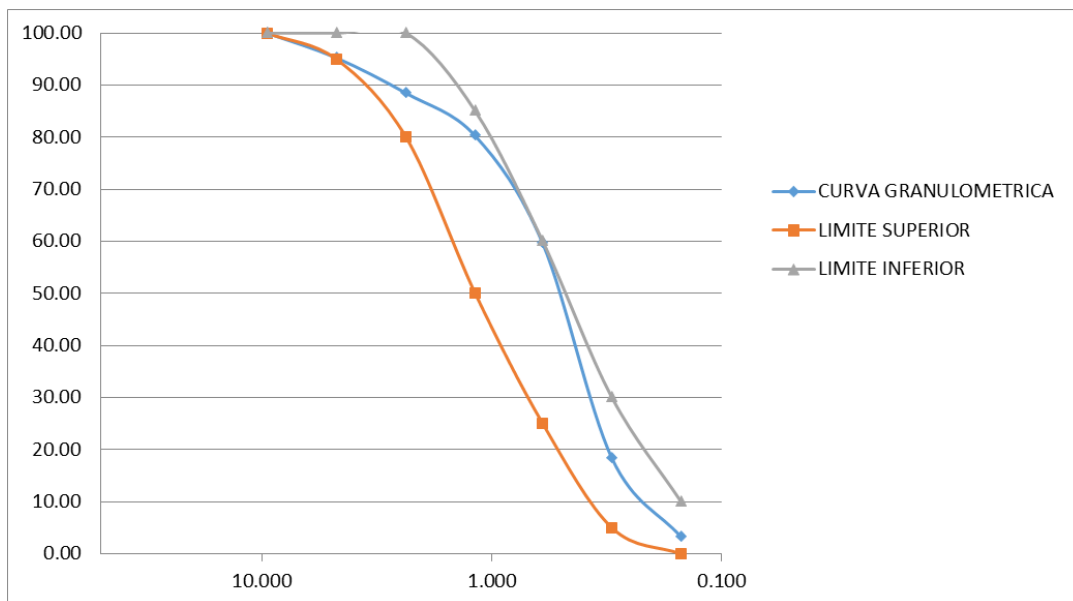
- Se compara los valores del porcentaje de agregado que pasa con los límites estandarizados y se grafica la curva granulométrica correspondiente:

**TABLA N° 55**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO**

GRANULOMETRIA AGREGADO FINO							
Mallas Estándar		PESO (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LIMITES DE LA NTP 400.037	
Pulg.	mm						
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.750	47.50	4.75	4.75	95.25	95.00	100.00
# 8	2.360	68.02	6.80	11.55	88.45	80.00	100.00
# 16	1.180	81.99	8.20	19.75	80.25	50.00	85.00
# 30	0.600	206.86	20.69	40.44	59.56	25.00	60.00
# 50	0.300	412.31	41.23	81.67	18.33	5.00	30.00
# 100	0.150	150.87	15.09	96.76	3.25	0.00	10.00
# 200	0.074	32.45	3.25	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		1000.00	100.00	254.91	<b>MF =</b>	2.55	

FUENTE: PROPIA

**FIGURA N° 85**  
**CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO**



FUENTE: PROPIA

### ANÁLISIS DE LA PRUEBA

- Después de haber verificado un correcto proceso, según la curva granulométrica del agregado fino analizado, se puede apreciar que éste cumple con los límites establecidos por la (NTP 400.037.- Especificaciones para agregados, 2014), tendrá una distribución volumétrica adecuada y por ende tendrá un buen comportamiento en el concreto, otorgándole una estructura densa y eficiente así como una trabajabilidad óptima.
- Asimismo, tiene un módulo de finura M.F. = 2.55, por lo cual podemos concluir que se encuentra entre los valores establecidos en la (ASTM C33.- Standard Specification for Concrete Aggregates, 2013) y proporcionará al concreto, buena trabajabilidad y reducida segregación.

### 3.6.2 TÍTULO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS

#### PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

- Teniendo como dato los pesos retenidos en cada tamiz establecido, se procede a calcular el porcentaje que representa cada uno del total de muestra sometida al ensayo.

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido (gr.)}}{\text{Total muestra (gr.)}} * 100$$

- Se calcula el porcentaje retenido acumulado.

$$\% \text{ Retenido Acumulado (1}^\circ) = \% \text{ Retenido 1}$$

- Se calcula el porcentaje retenido acumulado para los siguientes tamices, siguiendo la secuencia:

$$\% \text{ Retenido Acumulado (2}^\circ) = \% \text{ Retenido acumulado(1}^\circ) + \% \text{ Retenido (2}^\circ)$$

- Se calcula el porcentaje que pasa mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Que pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

**Ejemplo:****Cálculos para Tamiz 3/4"**

Peso (gr.) → 297.70

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido (gr.)}}{\text{Total muestra (gr.)}} * 100$$

% Retenido → 297.70 gr. / 3000 gr.

% Retenido → 9.92

$$\% \text{ Retenido Acumulado (1}^\circ) = \% \text{ Retenido 1}$$

% Retenido Acumulado → 9.92 + 0.00

% Retenido Acumulado → 9.92

$$\% \text{ Que pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

% Que pasa → 100.00 – 9.92

% Que pasa → 90.08

Cumple los límites → 90 a 100

**DIAGRAMAS, TABLAS**

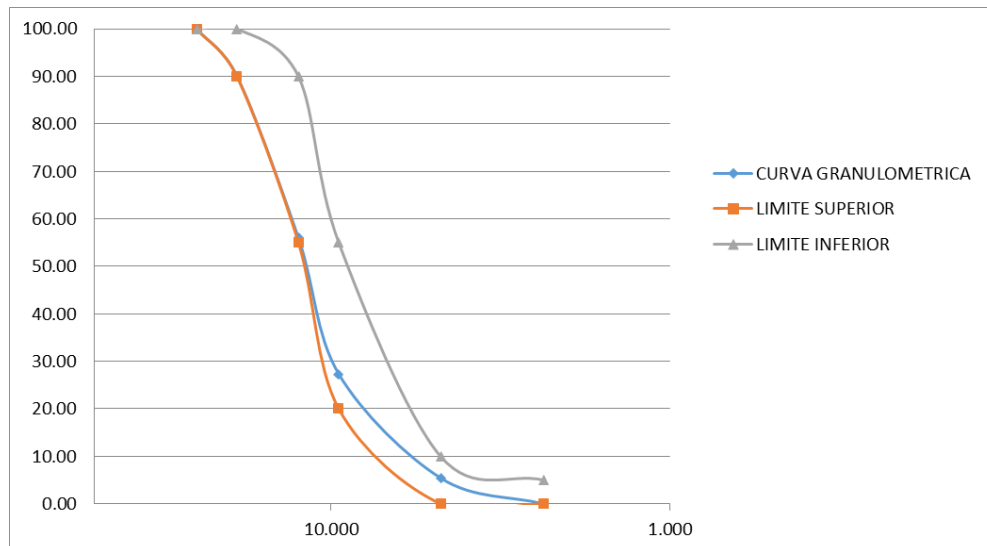
Se compara los valores del porcentaje de agregado que pasa con los límites estandarizados y se grafica la curva granulométrica correspondiente:

**TABLA N° 56**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO**

GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO							
Mallas Estándar		PESO (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LIMITES DE LA NTP 400.037	
Pulg.	mm						
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.000	297.70	9.92	9.92	90.08	90.00	100.00
1/2"	12.500	1023.02	34.10	44.02	55.98	55.00	90.00
3/8"	9.500	859.22	28.64	72.66	27.34	20.00	55.00
# 4	4.750	656.84	21.89	94.56	5.44	0.00	10.00
# 8	2.360	163.22	5.44	100.00	0.00	0.00	5.00
<b>TOTALES</b>		3000.00	100.00	221.17			

FUENTE: PROPIA

**FIGURA N° 86**  
**CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO**



FUENTE: PROPIA

**ANÁLISIS DE LA PRUEBA**

- Después de haber verificado un correcto proceso, según la curva granulométrica del agregado grueso analizado, se puede apreciar que éste cumple con los límites establecidos por la (NTP 400.037.- Especificaciones para agregados, 2014), tendrá una distribución volumétrica adecuada y por ende tendrá un buen comportamiento en el concreto, otorgándole una estructura densa y eficiente así como una trabajabilidad óptima.



### 3.6.3 TÍTULO: PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO FINO

#### PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

- Se calcula el Peso específico de la masa.

$$P_{em} = \frac{A}{B + S - C}$$

Dónde:

$P_{em}$  = Peso específico de la masa

A = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gr.

B = Peso del picnómetro lleno con agua, gr.

C = Peso del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca de calibración, gr.

S = Peso de la muestra saturada y superficialmente seca, gr.

- Se calcula el peso específico de la masa saturada con superficie seca.

$$P_{eSSS} = \frac{S}{B + S - C}$$

- Se calcula el peso específico aparente.

$$P_{ea} = \frac{A}{B + A - C}$$

- Se calcula el porcentaje de absorción.

$$Ab = \frac{S - A}{A} * 100$$

#### Ejemplo:

Peso muestra inicial (gr.) → 1000 gr

$$Pem = \frac{A}{B + S - C}$$

Pem → 493.60 gr. / (703.10 + 500.00 – 1016.50) gr.

Pem → 2.65

$$PeSSS = \frac{S}{B + S - C}$$

PeSSS → 500.00 gr. / (703.10 + 500.00 – 1016.50) gr.

PeSSS → 2.68

$$Pea = \frac{A}{B + A - C}$$

Pea → 493.60 gr. / (703.10 + 493.60 – 1016.50) gr.

Pea → 2.74

$$Ab = \frac{S - A}{A} * 100$$

Ab → ((500.00 – 493.60))\*100 gr. / 493.60 gr.

Pea → 1.30

**DIAGRAMAS, TABLAS**

**TABLA N° 57**  
**PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO FINO**

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Pem	Peso específico de la masa = A/(B+S-C)		2.65
A	Peso de la muestra secada en el horno, en el aire	gr.	493.60
B	Peso del picnómetro lleno con agua	gr.	703.10
C	Peso del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca de calibración	gr.	1016.50
S	Peso de la muestra saturada y superficialmente seca	gr.	500.00
PeSSS	Peso específico de la masa saturada con superficie seca = S/(B+S-C)		2.68
Pea	Peso específico aparente = A/(B+A-C)		2.74
Ab %	Absorción = (S-A)*100/A	%	1.30

FUENTE: PROPIA

## ANÁLISIS DE LA PRUEBA

- Después de haber verificado un correcto proceso, se tiene que estos valores adimensionales serán multiplicados por la densidad del agua y se puede apreciar que se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la (ASTM C127.- Density and absorption of coarse aggregate, 2009), para agregados normales, valor que oscila entre 2500 y 2750 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.6.4 TÍTULO: PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO GRUESO

#### PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

- Se calcula el Peso específico de la masa.

$$P_{em} = \frac{A}{B - C}$$

Dónde:

$P_{em}$  = Peso específico de la masa

A = Peso en el aire de la muestra seca, gr.

B = Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca, gr.

C = Peso en el agua de la muestra saturada, gr.

- Se calcula el peso específico de la masa saturada con superficie seca.

$$P_{eSSS} = \frac{S}{B - C}$$

- Se calcula el peso específico aparente.

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



- Se calcula el porcentaje de absorción.

$$Ab = \frac{B - A}{A} * 100$$

**Ejemplo:**

Peso muestra inicial (gr.) → 3000 gr

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

Pem → 2971.00 gr. / (3029.90 – 1904.40) gr.

Pem → 2.64

$$PeSSS = \frac{B}{B - C}$$

PeSSS → 3029.90 gr. / (3029.90 – 1904.40) gr.

PeSSS → 2.69

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

Pea → 2971.00 gr. / (2971.00 – 1904.40) gr.

Pea → 2.79

$$Ab = \frac{B - A}{A} * 100$$

Ab → ((3029.90 – 2971.00) gr. / 2971.00 gr.)\*100

Pea → 1.98

## DIAGRAMAS, TABLAS

TABLA N° 58  
PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO GRUESO

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Pem	Peso específico de la masa = $A/(B-C)$		2.64
A	Peso de la muestra seca en el aire	gr.	2971.00
B	Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	gr.	3029.90
C	Peso de la muestra saturada en el agua	gr.	1904.40
PeSSS	Peso específico de la masa saturada con superficie seca = $B/(B-C)$		2.69
Pea	Peso específico aparente = $A/(A-C)$		2.79
Ab %	Absorción = $(B-A)*100/A$	%	1.98

FUENTE: PROPIA

## ANÁLISIS DE LA PRUEBA

- Después de haber verificado un correcto proceso, se tiene que estos valores adimensionales serán multiplicados por la densidad del agua y se puede apreciar que se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la (ASTM C127.- Density and absorption of coarse aggregate, 2009), para agregados normales, valor que oscila entre 2500 y 2750 kg/m<sup>3</sup>.

## 3.6.5 TÍTULO: PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO

## PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

## PESO UNITARIO SUELTO

- Se calcula el volumen del molde

$$Vm = \text{Volumen molde (m}^3\text{)} = \frac{\text{Vol 1} + \text{Vol 2} + \text{Vol 3}}{3}$$

$$\text{Vol (1,2,3)(m}^3\text{)} = \frac{\pi * \text{diam (1,2,3)}^2}{4} * \text{long (1,2,3,4)}$$

- Se calcula el peso del agregado

$$P_a (kg) = P (m + m)(kg) - P_m(kg)$$

Dónde:

P (a) = Peso del agregado, kg.

P (m+m) = Peso del molde más material, kg.

P (m) = Peso del molde, kg.

- Se calcula el Peso Unitario suelto.

$$PUs (kg/m^3) = \frac{P_a}{V_m}$$

- Se calcula el porcentaje de vacíos.

$$\% Vacíos = \frac{((S * W) - PUs)}{(S * W)} * 100$$

Dónde:

Pus = Peso Unitario suelto, kg/m<sup>3</sup>.

S = Peso específico de la masa.

W = Densidad del agua, kg/m<sup>3</sup>.

### PESO UNITARIO COMPACTADO

- Se calcula el volumen del molde

$$VM = Volumen molde (m^3) = \frac{Vol 1 + Vol 2 + Vol 3}{3}$$

$$Vol (1,2,3)(m^3) = \frac{\pi * diam (1,2,3)^2}{4} * long (1,2,3,4)$$



- Se calcula el peso del agregado

$$Pa (kg) = P (m + m)(kg) - Pm(kg)$$

Dónde:

P (a) = Peso del agregado, kg.

P (m+m) = Peso del molde más material, kg.

P (m) = Peso del molde, kg.

- Se calcula el Peso Unitario compactado.

$$PUC (kg/m^3) = \frac{Pa}{Vm}$$

- Se calcula el porcentaje de vacíos.

$$\% Vacíos = \frac{((S * W) - PUS)}{(S * W)} * 100$$

Dónde:

Puc = Peso Unitario compactado, kg/m<sup>3</sup>.

S = Peso específico de la masa.

W = Densidad del agua, kg/m<sup>3</sup>.

**Ejemplo:****Cálculo para Peso Unitario Suelto**

$$Vm = \text{Volumen molde (m3)} = \frac{\text{Vol 1} + \text{Vol 2} + \text{Vol 3}}{3}$$

$$\text{Vol (1,2,3)}(\text{m3}) = \frac{\pi * \text{diam (1,2,3)}^2}{4} * \text{long (1,2,3,4)}$$

$$\text{Vol (1)} \rightarrow (\pi * 0.16^2 * 0.3) / 4$$

$$\text{Vol (1)} \rightarrow 0.0060 \text{ m3}$$

$$Vm \rightarrow (0.0060 \text{ m3} + 0.0057 \text{ m3} + 0.0057 \text{ m3}) / 3$$

$$Vm \rightarrow 0.0058 \text{ m3}$$

$$Pa (\text{kg}) = P (m + m)(\text{kg}) - Pm(\text{kg})$$

$$Pa \rightarrow 11.88 \text{ kg} - 4.13 \text{ kg}$$

$$Pa \rightarrow 7.75 \text{ kg.}$$

$$PUs (\text{kg/m3}) = \frac{Pa}{Vm}$$

$$PUs \rightarrow 7.75 \text{ kg} / 0.0058 \text{ m3}$$

$$PUs \rightarrow 1339.80 \text{ kg/m3}$$

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{((S * W) - PUs)}{(S * W)} * 100$$

$$\% \text{ Vacíos} \rightarrow (((2.64 * 1000) - 1339.80) * 100) / (2.64 * 1000)$$

$$\% \text{ Vacíos} \rightarrow 49.24 \%$$



DIAGRAMAS, TABLAS

**TABLA N° 59**  
**PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
			1	2	3	
<b>PU<sub>s</sub></b>	<b>Peso unitario suelto (<math>P_a / V_m</math>)</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1339.80</b>	<b>1351.90</b>	<b>1360.54</b>	<b>1350.75</b>
<b>P<sub>m</sub></b>	<b>Peso del molde</b>	<b>kg.</b>	4.13	4.13	4.13	
<b>V<sub>m</sub></b>	<b>Volumen del molde</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>0.0060</b>	<b>0.0057</b>	<b>0.0057</b>	<b>0.0058</b>
	diámetro	m	0.16	0.155	0.155	
	longitud	m	0.3	0.3	0.3	
<b>P<sub>m+m</sub></b>	<b>Peso del molde + material</b>	<b>kg.</b>	11.88	11.95	12	
<b>P<sub>a</sub></b>	<b>Peso del agregado (<math>P_{m+m} - P_m</math>)</b>	<b>kg.</b>	<b>7.75</b>	<b>7.82</b>	<b>7.87</b>	
<b>S</b>	<b>Peso específico de la masa</b>		2.64	2.64	2.64	
<b>W</b>	<b>Densidad del agua</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	1000	1000	1000	
<b>V %</b>	<b>Vacíos = <math>100 \cdot ((S \cdot W) - P_{U_s}) / (S \cdot W)</math></b>	<b>%</b>	<b>49.24</b>	<b>48.79</b>	<b>48.46</b>	
<b>PU<sub>c</sub></b>	<b>Peso unitario compactado (<math>P_a / V_m</math>)</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1419.32</b>	<b>1398.58</b>	<b>1459.08</b>	<b>1425.66</b>
<b>P<sub>m</sub></b>	<b>Peso del molde</b>	<b>kg.</b>	4.13	4.13	4.13	
<b>V<sub>m</sub></b>	<b>Volumen del molde</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>0.0060</b>	<b>0.0057</b>	<b>0.0057</b>	<b>0.0058</b>
	diámetro	m	0.16	0.155	0.155	
	longitud	m	0.3	0.3	0.3	
<b>P<sub>m+m</sub></b>	<b>Peso del molde + material</b>	<b>kg.</b>	12.34	12.22	12.57	
<b>P<sub>a</sub></b>	<b>Peso del agregado (<math>P_{m+m} / V_m</math>)</b>	<b>kg.</b>	<b>8.21</b>	<b>8.09</b>	<b>8.44</b>	
<b>S</b>	<b>Peso específico de la masa</b>		2.64	2.64	2.64	
<b>W</b>	<b>Densidad del agua</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	1000	1000	1000	
<b>V %</b>	<b>Vacíos = <math>100 \cdot ((S \cdot W) - P_{U_c}) / (S \cdot W)</math></b>	<b>%</b>	<b>46.23</b>	<b>47.02</b>	<b>44.73</b>	

FUENTE: PROPIA

**ANÁLISIS DE LA PRUEBA**

- Después de haber verificado un correcto proceso, se puede apreciar que los valores del peso unitario compactado se encuentran en el límite de los parámetros establecidos por la (ASTM C29.- Standard Test Method for Unit Weight and Voids in Aggregate, 1987), para agregados normales, valor que oscila entre 1500 y 1700 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.6.6 TÍTULO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO

#### PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

- Se calcula el Peso del agua

$$W_w = W_1 - W_2$$

Dónde:

$W_w$  = Peso del agua, gr.

$W_1$  = Peso tara más suelo húmedo, gr.

$W_2$  = Peso tara más suelo secado en el horno, gr.

- Se calcula el Peso seco del material

$$W_s = W_2 - W_t$$

Dónde:

$W_s$  = Peso seco del material, gr.

$W_2$  = Peso tara más suelo secado en el horno, gr.

$W_t$  = Peso tara , gr.

- Se calcula el contenido de humedad.

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Dónde:

$W(\%)$  = Contenido de humedad, %.

**Ejemplo:**

Peso muestra inicial (gr.) → 100 gr

$$W_w = W_1 - W_2$$

W<sub>w</sub> → 211.90 gr – 205.6 grW<sub>w</sub> → 6.30 gr.

$$W_s = W_2 - W_t$$

W<sub>s</sub> → 205.60 gr – 111.90 grW<sub>s</sub> → 93.70 gr.

$$W (\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

W (%) → 6.30 \* 100 / 93.70

W (%) → 6.72 %

**DIAGRAMAS, TABLAS**

TABLA N° 60

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 1
W <sub>w</sub>	Peso del agua	gr.	6.30
W <sub>s</sub>	Peso seco del material	gr.	93.70
W <sub>1</sub>	Peso tara + suelo húmedo	gr.	211.90
W <sub>2</sub>	Peso tara + suelo secado en el horno	gr.	205.60
W <sub>t</sub>	Peso tara	gr.	111.90
W	Contenido de humedad	(%)	6.72

FUENTE: PROPIA

## ANÁLISIS DE LA PRUEBA

- Después de haber verificado un correcto proceso, se observan valores frecuentes en diseño de mezclas, contribuirá a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la cual se tomará en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de mezclas.

### 3.6.7 TÍTULO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO

#### PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

- Se calcula el Peso del agua

$$W_w = W_1 - W_2$$

Dónde:

$W_w$  = Peso del agua, gr.

$W_1$  = Peso tara más suelo húmedo, gr.

$W_2$  = Peso tara más suelo secado en el horno, gr.

- Se calcula el Peso seco del material

$$W_s = W_2 - W_t$$

Dónde:

$W_s$  = Peso seco del material, gr.

$W_2$  = Peso tara más suelo secado en el horno, gr.

$W_t$  = Peso tara , gr.

- Se calcula el contenido de humedad.

$$W (\% ) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Dónde:

$W(\%) =$  Contenido de humedad, %.

**Ejemplo:**

Peso muestra inicial (gr.) → 550 gr

$$W_w = W_1 - W_2$$

$W_w$  → 632.60 gr – 629.90 gr

$W_w$  → 2.70 gr.

$$W_s = W_2 - W_t$$

$W_s$  → 629.90 gr – 82.60 gr

$W_s$  → 547.30 gr.

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

$W(\%)$  →  $2.70 * 100 / 547.30$

$W(\%)$  → 0.49 %

**DIAGRAMAS, TABLAS****TABLA N° 61****CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 1
$W_w$	Peso del agua	gr.	2.70
$W_s$	Peso seco del material	gr.	547.30
$W_1$	Peso tara + suelo húmedo	gr.	632.60
$W_2$	Peso tara + suelo secado en el horno	gr.	629.90
$W_t$	Peso tara	gr.	82.60
$W$	Contenido de humedad	(%)	0.49

FUENTE: PROPIA



## ANÁLISIS DE LA PRUEBA

- Después de haber verificado un correcto proceso, se observan valores frecuentes en diseño de mezclas, contribuirá a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la cual se tomará en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de mezclas.

### 3.6.8 TÍTULO: DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA DE LA PIEDRA LAJA

#### PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

##### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA P - 1

- MUESTRA: P - 1
  - LUGAR: Puquio - Ayacucho
  - FECHA: 11 – 01 – 2016
- 1) **TEXTURA:** Porfídica. Fenocristales de plagioclasas y biotita en una matriz de grano fino. Con estructura de flujo (Planos paralelos alternados en colores grises y rosáceos) que definen la propiedad de explotarse como lajas.
    - a) COLOR: Gris Verdoso a pardo rosáceo.
    - b) TAMAÑO DE LOS FENOCRISTALES: De 0.5 a 3.0 mm
  - 2) **COMPOSICIÓN MINERALÓGICA**
    - a) PRINCIPAL: Plagioclasas Na - Ca
    - b) ACCESORIA: Biotita y Hornblenda
  - 3) **TIPO Y NOMBRE DE LA ROCA:**
    - a) TIPO: Ígnea – Volcánica
    - b) NOMBRE: Andesita Porfírica de Biotita.

**4) OTROS**

- a) Grado de Fracturamiento: Moderado. La estructura de flujo determinan los planos de debilidad.
- b) Dureza: 6 en la Escala de Mohs
- c) Alteración: Ferro magnesianos (Biotita – Hornblenda) débilmente alterados a Clorita y Óxidos de Fe.
- d) Reacción al HCl (Hidrocloruro): Ninguna

**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA S - 1**

- MUESTRA: S - 1
- LUGAR: Santa Bárbara - Arequipa
- FECHA: 11 – 01 – 2016

**1) TEXTURA:** Porfídica. Fenocristales de plagioclasas y ferro magnesianos en una matriz de grano fino

- a) COLOR: Gris Verdoso a gris parduzco
- b) TAMAÑO DE LOS FENOCRISTALES: De 0.5 a 2.0 mm

**2) COMPOSICIÓN MINERALÓGICA**

- a) PRINCIPAL: Plagioclasas Na - Ca
- b) ACCESORIA: Hornblenda y Biotita

**3) TIPO Y NOMBRE DE LA ROCA:**

- a) TIPO: Ígnea – Volcánica
- b) NOMBRE: Andesita Porfírica de hornblenda

**4) OTROS**

- a) Grado de Fracturamiento: Moderado
- b) Dureza: 6 en la Escala de Mohs
- c) Alteración: Ferro magnesianos alterados de débil a moderada a clorita y óxidos de Fe (Hematita – Limonita) y plagioclasas moderadamente a epidota.



d) Reacción al HCl (Hidrocloruro): Ninguna

### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA H - 1

- MUESTRA: H - 1
- LUGAR: Huacoto - Cusco
- FECHA: 11 – 01 – 2016

**1.- TEXTURA:** Porfídica. Fenocristales de Biotita en una matriz de grano fino. Con evidente estructura de flujo (Planos paralelos de 3 a 10 mm de espesor).

- a) COLOR: Gris claro a Gris parduzco.
- b) TAMAÑO DE LOS FENOCRISTALES: De 0.4 a 1.5 mm

### 2.- COMPOSICION MINERALÓGICA

- c) PRINCIPAL: Plagioclasas Na - Ca
- d) ACCESORIA: Cuarzo y Biotita

### 3.- TIPO Y NOMBRE DE LA ROCA:

- a) TIPO: Ígnea – Volcánica
- b) NOMBRE: Andesita Porfírica de Biotita.

### 4.- OTROS

- a) Grado de Fracturamiento: Moderado. La estructura de flujo determinan los planos de debilidad.
- b) Dureza: 5.5 – 6.0 en la Escala de Mohs
- c) Alteración: Biotita de moderada a fuertemente alterada con clorita y Hematita.
- d) Reacción al HCl (Hidrocloruro): Ninguna

### ANÁLISIS DE LA PRUEBA

Después de haber realizado la descripción del tipo de piedra de cada cantera, se determinó que las canteras de Puquio – Ayacucho, Santa Bárbara –



Arequipa y Huacoto – Cusco; todas son piedras del tipo andesitas, y todas cumplen con ser una piedra con dureza de media a alta con fracturamiento moderado, siendo que la piedra que tiene una mejor distribución de cristales y accesorias es de la cantera Santa Bárbara – Arequipa, por ende esta cantera es la que más aceptación tiene, cabe mencionar que la descripción fue abalada por el laboratorio especialista en geología: “THORN”.

### 3.6.9 TÍTULO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA PIEDRA LAJA

#### PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

- Teniendo como datos las dimensiones de las muestras talladas y la carga dada en libras que soporta las piedras, se procede a calcular el área y las resistencias en Kg/cm<sup>2</sup> ya si poder escoger la cantera adecuada.
- Muestras:
  - Puquio -- Ayacucho ----- P - 1
  - Santa Bárbara – Arequipa ----- S - 1
  - Huacoto – Cusco ----- H - 1
- Las muestras han sido talladas de la dimensión, siendo el área igual en todas :
  - Ancho: 5.00 cm
  - Largo: 5.00 cm
  - Altura: 10.00 cm
- Área de cada muestra:

$$\text{Área (cm}^2\text{)} = \text{Largo (cm)} \times \text{Ancho (cm)}$$

- P – 1 = 5.00 \* 5.00 = 25.00 cm<sup>2</sup>
- S – 1 = 5.00 \* 5.00 = 25.00 cm<sup>2</sup>
- H – 1 = 5.00 \* 5.00 = 25.00 cm<sup>2</sup>

- Se convierte la carga dada libras a kilogramos, de cada muestra tallada:
  - P – 1 = 45000 Lb
  - S – 1 = 87500 Lb
  - H – 1 = 42500 Lb

$$1 \text{ libra} = 0.453592 \text{ Kilogramos}$$

- P – 1 = 45000 Lb \* 0.453592 = 20411.64 Kg
  - S – 1 = 87500 Lb \* 0.453592 = 39689.30 Kg
  - H – 1 = 42500 Lb \* 0.453592 = 19277.66 Kg
- Se procede a calcular la resistencia a la compresión expresada en Kg/cm<sup>2</sup> de cada muestra tallada:

$$\text{Resistencia la compresión (F'c)} = \frac{\text{Carga (Kg)}}{\text{Area (Cm}^2\text{)}}$$

- P – 1 = 20411.64 (Kg) / 25.00 (cm<sup>2</sup>) = 816.48 Kg/cm<sup>2</sup>
- S – 1 = 39689.30 (Kg) / 25.00 (cm<sup>2</sup>) = 1587.56 Kg/cm<sup>2</sup>
- H – 1 = 19277.66 (Kg) / 25.00 (cm<sup>2</sup>) = 771.12 Kg/cm<sup>2</sup>

## DIAGRAMAS, TABLAS

- Se compara los valores de carga y resistencia, así como una breve descripción del tipo de piedra:

**TABLA N° 62**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA PIEDRA LAJA**

CÓDIGO DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CANTERA	CARGA (Lb)	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )
P - 1	Andesita Porfítica de Biotita	Puquio - Ayacucho	45000	20411.64	5.00	5.00	25.00	816.48
S - 1	Andesita Porfítica de Hornblenda	Sta. Barbara - Moquegua	87500	39689.30	5.00	5.00	25.00	1587.56
H - 1	Andesita Porfítica de Biotita	Huacoto - Cusco	42500	19277.66	5.00	5.00	25.00	771.12

FUENTE: PROPIA

- **ANÁLISIS DE LA PRUEBA**

Después de haber realizado la resistencia a la compresión de la piedra laja, se determinó que las canteras de Puquio – Ayacucho, Santa Bárbara – Arequipa y Huacoto – Cusco; cumplen con el estándar dado por la resistencia de la mezcla, mayor a 245 Kg/cm<sup>2</sup>, todas son piedras de calidad buena, sin embargo la piedra de mayor resistencia, la cantera Santa Bárbara – Arequipa = 1587.56 Kg/cm<sup>2</sup>, por ende esta cantera es la que más aceptación tiene para esta investigación, cabe indicar que los ensayos se basaron en la Norma D 2938-95 - Método de prueba estándar para Resistencia a compresión simple de la roca intacta.

### 3.6.10 TÍTULO: RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LA PIEDRA LAJA

#### PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

- De acuerdo a los pesos retenidos en los tamices, se eligió el método “A”.

**TABLA N° 63**  
**PESOS RETENIDOS Y ELECCIÓN DEL MÉTODO**  
**PARA EL ENSAYO DE ABRASIÓN**

TAMIZ	PESO RETENIDO (g.)	MÉTODO		A	B	C	D
		DIÁMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A UTILIZAR (gr.)			
		QUE PASA	RETENIDO				
1 1/2"	0.00	1 1/2"	1"	1250			
1"	962.38	1"	3/4"	1250	2500		
3/4"	1180.20	1/2"	3/8"	1250	2500		
1/2"	1123.85	3/8"	1/4"			2500	
3/8"	1154.73	1/4"	N° 4			2500	
1/4"	548.84	N° 4	N° 8				5000
N° 4	30.00	PESO TOTAL		5000	5000	5000	5000
		N° DE ESFERAS		12	11	8	6
		N° DE REVOLUCIONES		500	500	500	500
<b>PESO TOTAL</b>	<b>5000.00</b>	TIEMPO DE ROTACIÓN		15	15	15	15

FUENTE: PROPIA

- De acuerdo al método “A”, se sometió la muestra a la Máquina de Los Ángeles, utilizando 12 esferas metálicas, con 500 rpm, durante un tiempo de rotación de 15 minutos; obteniendo un peso final de 4175.00 gr.

- Se calcula el Desgaste de la muestra sometida al ensayo:

$$D (\%) = \frac{(P_1 - P_2) * 100}{P_1}$$

Dónde:

D = Desgaste, %.

P1 = Peso inicial total, gr.

P2 = Peso final seco retenido en el Tamiz N° 12, gr.

### Ejemplo:

Peso inicial total (gr.) → 5000.00 gr

Peso final seco retenido en el Tamiz N° 12 (gr.) → 4175.00 gr

$$D (\%) = \frac{(P_1 - P_2) * 100}{P_1}$$

D (%) → (5000.00 gr – 4175.00 gr) \* 100 / 5000.00 gr

D (%) → 16.50 %

### DIAGRAMAS, TABLAS

**TABLA N° 64**  
**RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LA PIEDRA LAJA**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 1
P <sub>1</sub>	Peso inicial total	gr.	5000
#E	Cantidad de Esferas	und.	12
#R	Cantidad de Revoluciones	und.	500
#T	Tiempo de rotación	min.	15
P <sub>2</sub>	Peso final seco retenido en el Tamiz N° 12	gr.	4175.00
D	Desgaste	(%)	16.50

FUENTE: PROPIA



- **ANÁLISIS DE LA PRUEBA**

Después de haber realizado el ensayo, se evidencia que el desgaste de la piedra laja es 16.50%, lo cual se encuentra dentro de los parámetros establecidos para una resistencia mecánica óptima del agregado a emplearse en el trabajo de investigación.

### 3.6.11 TÍTULO: DISEÑO DE MEZCLAS

- Para el diseño de mezclas se usó el método del American Concrete Institute (ACI).

#### PASO 1.- MATERIALES:

##### Cemento:

- Portland ASTM = Tipo IP
- Peso Específico = 2.85
- Resistencia a la Compresión:  $F'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$

##### Agua:

- Potable, de la red de servicio pública del Cusco
- Peso Específico = 1000 Kg/m<sup>3</sup>

##### Agregado Fino:

- Peso Específico aparente = 2.74
- Absorción = 1.30%
- Contenido de Humedad = 6.72%
- Módulo de Finura = 2.55

##### Agregado Grueso:

- Tamaño Máximo Nominal = 3/4"
- Peso seco Compactado = 1425.66 Kg/m<sup>3</sup>
- Peso Específico aparente = 2.79
- Absorción = 1.98%
- Contenido de Humedad = 0.49%

**PASO 2.- SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO****Método 3**

Cuando no se cuente con un registro de resultados de ensayos que posibilite el cálculo de desviación estándar de acuerdo a lo indicado, la resistencia promedio requerida deberá ser determinada empleando los valores de la tabla.

**TABLA N° 65**  
**CÁLCULO DE LA RESISTENCIA REQUERIDA**

$f'_c$	$f'_{cr}$
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 85$
Sobre 350	$f'_c + 98$

FUENTE: DISEÑO DE MEZCLAS (ACI)

- Resistencia a la compresión =  $F'_c = 245 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia a la compresión promedio =  $F'_{cr} = 330 \text{ kg/cm}^2$

**PASO 3.- SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

**TABLA N° 66**  
**ASENTAMIENTO POR TIPO DE ESTRUCTURAS**

TIPO DE ESTRUCTURA	ASENTAMIENTOS EN PULGADAS	
	Máximo *	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzada.	3	1
Cimentaciones simples, cajas y subestructuras de muro.	3	1
Vigas y muros armados.	4	1
Columnas de edificios.	4	1
Losas y pavimentos.	3	1
Concreto ciclópeo.	2	1

FUENTE: DISEÑO DE MEZCLAS (ACI)

- El asentamiento puede incrementarse más de 1" si se emplea un método de consolidación diferente a la vibración.
- El Asentamiento será de: 1" - 3"
- Elegido: 3"

PASO 4.- SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA

**TABLA N° 67**  
**VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA**

<i>Volumen Unitario de Agua</i>								
Asentamiento	Agua, en l/m3, para los tamaños max. Nominales de agregados grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

FUENTE: DISEÑO DE MEZCLAS (ACI)

- Volumen Unitario de Agua elegido: 184 Lt/m3

PASO 5.- SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

**TABLA N° 68**  
**CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO**

<i>Contenido de Aire Atrapado</i>	
Tamaño Maximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

FUENTE: DISEÑO DE MEZCLAS (ACI)

- Contenido de Aire Atrapado elegido: 2.00%

**PASO 6.- SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA**

En la Pág. 82 de la presente investigación, se cita dos criterios (por resistencia y por durabilidad) para la elección de la relación agua / cemento, eligiéndose el criterio por resistencia debido a que se tiene una resistencia a la compresión promedio requerida de 330 kg/cm<sup>2</sup> y no se tiene cuantificadas las condiciones especiales de exposición.

**TABLA N° 69  
RELACIÓN AGUA / CEMENTO**

RELACION DE AGUA/CEMENTO vs F'cr		
F'cr a los 28 Días	Relacion agua/cemento en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.39
300	0.55	0.45
250	0.62	0.52
200	0.70	0.60
150	0.8	0.70

FUENTE: DISEÑO DE MEZCLAS (ACI)

- Relación Agua/Cemento para F'c Intermedio:
  - F'cr = 330 Kg/cm<sup>2</sup>
- Se interpola los valores correspondientes de Resistencia a la compresión promedio (F'cr), con el fin de determinar la relación agua/cemento.

F'cr ≡	A/C	
350	0.39	
330	X =	0.41
300	0.45	

- Relación Agua/Cemento elegida: 0.41

**PASO 7.- FACTOR CEMENTO**

- El factor cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación Agua/Cemento.
  - Volumen Unitario de Agua: 184.00 Lt/m<sup>3</sup>
  - Relación Agua/Cemento: 0.41



- Factor Cemento = 444.44 Kg/m<sup>3</sup>
- Peso de bolsa de cemento = 42.50 Kg
- Numero de Bolsas = 10.5 Bolsas/m<sup>3</sup>

**PASO 8.- SELECCIÓN DEL AGREGADO**

- La selección de las proporciones de los agregados fino y grueso en la unidad cúbica de concreto tiene por finalidad obtener una mezcla en la que, con un mínimo contenido de pasta (cemento + agua), se puedan obtener las propiedades deseadas en el concreto.

**TABLA N° 70**  
**PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO**

<i>Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto</i>				
TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADO	VOLUM. DE AGREGADO GRUESO COMPACT. EN SECO PARA DIVERSOS MODULOS DE FINEZA			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.80	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

FUENTE: DISEÑO DE MEZCLAS (ACI)

- Se interpola los valores correspondientes al Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto, con el fin de determinar la relación agua/cemento.
- Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto
  - Tamaño Máximo Nominal = 3/4"
  - Módulo de Fineza. 2.55

MF =	A/C	
2.60	0.64	
2.55	X =	0.65
2.40	0.66	

- Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto = 0.65

**PASO 9.- CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO**

- Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto = 0.65
  - Peso seco Compactado = 1425.66 Kg/m<sup>3</sup>
  - Peso del Agregado Grueso = 919.5507 Kg/m<sup>3</sup>

**PASO 10.- CÁLCULOS DE VOLÚMENES ABSOLUTOS**

- Conocidos los pesos del cemento, agua y agregado grueso, así como el volumen de aire, se procede a calcular la suma de los volúmenes absolutos de estos ingredientes.

- Volumen absoluto de:

**Cemento**

- Factor Cemento = 444.44 Kg/m<sup>3</sup>
- Peso Específico = 2.85
- Vol. Abs. Cemento = 0.156 m<sup>3</sup>

**Agua**

- Volumen Unitario de Agua: 184 Lt/m<sup>3</sup>
- Peso Específico = 1000 Kg/m<sup>3</sup>
- Vol. Abs. Agua = 0.184 m<sup>3</sup>

**Aire**

- Contenido de Aire Atrapado: 2.00%
- Vol. Abs. Aire = 0.020 m<sup>3</sup>

**Agregado Grueso**

- Peso del Agregado Grueso = 919.55 Kg/m<sup>3</sup>
- Peso Específico = 2.79
- Vol. Abs. Agregado Grueso = 0.330 m<sup>3</sup>

- Suma de volúmenes conocidos = 0.690 m<sup>3</sup>

**PASO 11.- CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

- El volumen absoluto de agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos conocidos. El peso del agregado fino será igual a su volumen absoluto multiplicado por su peso específico.

- Volumen absoluto de agregado fino = 0.310 m<sup>3</sup>
- Peso Específico de masa = 2.74
- Peso del agregado fino seco = 850.678 Kg/m<sup>3</sup>

### PASO 12.- VALORES DE DISEÑO

- Las cantidades de materiales a ser empleadas como valores de diseño serán:
  - Cemento = 444.44 Kg/m<sup>3</sup>
  - Agua de diseño = 184.00 Lt/m<sup>3</sup>
  - Agregado fino seco = 850.678 Kg/m<sup>3</sup>
  - Agregado grueso seco = 919.55 Kg/m<sup>3</sup>

### PASO 13.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD

- A) La capacidad de absorción de un agregado está dada por la cantidad de agua que él necesita para pasar del estado seco al estado saturado superficialmente seco. Normalmente se expresa en porcentaje.

$$\% \text{ Absorción} = \frac{100(SSS - S)}{S}$$

- SSS = Peso del agregado al estado saturado superficialmente seco
- S = Peso del agregado al estado seco

- B) El contenido de humedad de un agregado es la cantidad total de agua que él tiene y se determina por la diferencia entre su peso y su peso seco.

$$\text{Contenido de humedad (\% Humedad)} = \frac{100(H - S)}{S}$$

- H = Peso del agregado

- Peso húmedo de los agregados

Los pesos húmedos de los agregados fino y grueso serán igual al respectivo peso seco multiplicado por la unidad más el contenido de humedad expresado en forma decimal.

**Agregado Fino**

* Agregado fino seco =	850.678	Kg/m <sup>3</sup>
* Contenido de Humedad =	0.0672	
* Humedad Total =	1.067	
* Peso Húmedo de Agreg. Fino =	907.844	Kg/m <sup>3</sup>

**Agregado Grueso**

* Agregado Grueso seco =	919.551	Kg/m <sup>3</sup>
* Contenido de Humedad =	0.0049	
* Humedad Total =	1.005	
* Peso Húmedo de Agreg. Fino =	924.056	Kg/m <sup>3</sup>

**Humedad Superficial de los agregados****Agregado Fino**

* Contenido de Humedad =	6.72%
* Absorción =	1.30%
* Humedad Superficial Ag. Fino =	5.42%

**Agregado Grueso**

* Contenido de Humedad =	0.49%
* Absorción =	1.98%
* Humedad Superficial Ag. Grueso =	-1.49%

- Total de aporte de humedad de los agregados = 32Lt/m<sup>3</sup>

- Como el agregado aporta una cierta cantidad de agua a la mezcla, dicha cantidad deberá ser disminuida del agua de diseño para determinar el agua efectiva, o sea aquella que debe ser incorporada a la mezcladora para no modificar la relación agua/cemento.

**Agua Efectiva**

- Volumen Unitario de Agua: 184 Lt/m<sup>3</sup>
- Total de aporte de humedad de los agregados = 32 Lt/m<sup>3</sup>
- Agua Efectiva = 152 Lt/m<sup>3</sup>

- Y los pesos de los materiales, ya corregidos por humedad del agregado, a ser empleados en las mezclas de prueba, serán:

- Cemento = 444.44 Kg/m<sup>3</sup>
- Agua Efectiva = 151.59 Lt/m<sup>3</sup>
- Agregado fino húmedo = 907.84 Kg/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso húmedo = 924.06 Kg/m<sup>3</sup>

#### PASO 14.- PROPORCIÓN EN PESO

- La proporción en peso de los materiales sin corregir, y ya corregida por humedad del agregado serán:

##### **En peso Seco:**

\* En peso Seco:

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso
445	851	920
445	445	445

1                      1.91                      2.07

Lt

46

**Es decir = 1 : 1.91 : 2.07 /46 lt/bolsa (en peso seco)**

##### **En peso Húmedo:**

\* En peso Húmedo:

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso
445	908	925
445	445	445

1                      2.04                      2.08

Lt

37

**Es decir = 1 : 2.04 : 2.08 /37 lt/bolsa (en peso seco)**

##### **Relación agua/cemento de diseño**

- Agua de diseño = 184.00 Lt/m<sup>3</sup>
- Cemento = 445.00 Kg/m<sup>3</sup>
- Relación agua/cemento de diseño = 0.41

##### **Relación agua/cemento Efectiva**

- Agua de diseño = 151.59Lt/m<sup>3</sup>
- Cemento = 445.00 Kg/m<sup>3</sup>
- Relación agua/cemento Efectiva = 0.34

**PASO 15.- PESO POR TANDA EN BOLSA**

- Para conocer la cantidad de materiales que se necesitan en una tanda de una bolsa, es necesario multiplicar la proporción en peso, ya corregida por humedad del agregado, por la de una bolsa de cemento.

**Peso de Bolsa de cemento = 42.5 Kg**

- Cemento = 42.5 Kg/Bolsa
- Agua Efectiva = 36.8 Lt/Bolsa
- Agregado fino húmedo = 86.7 Kg/Bolsa
- Agregado grueso húmedo = 88.3 Kg/Bolsa

**3.6.12 TÍTULO: DETERMINACIÓN DEL SLUMP**

**PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA**

- Se calcula un valor promedio del slump medido.

$$Slump\ promedio = \frac{Med\ 1 + Med\ 2 + Med\ 3}{3}$$

**DIAGRAMAS, TABLAS**

**TABLA Nº 71**

**CÁLCULO DE SLUMP PROMEDIO POR DÍA DE VACIADO**

**FECHA VACIADO: 18 ENE 16**

CONCRETO PARA	SERIE DE VACIADO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	PROMEDIO
		PULGADAS			
P-1 - P-6 V-1 - V-6	SERIE 1	1.81	1.82	1.81	1.81
	SERIE 2	2.00	2.10	2.00	2.03
	SERIE 3	3.00	2.90	2.80	2.90
	SERIE 4	2.50	2.60	2.40	2.50
					2.31

**FECHA VACIADO: 21 ENE 16**

CONCRETO PARA	SERIE DE VACIADO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	PROMEDIO
		PULGADAS			
L <sub>(1")-1</sub> - L <sub>(1")-6</sub>	SERIE 1	2.00	1.82	1.90	1.91
	SERIE 2	2.10	2.15	2.00	2.08
					2.00

**FECHA VACIADO: 23 ENE 16**

CONCRETO PARA	SERIE DE VACIADO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	PROMEDIO
		PULGADAS			
L <sub>(1 1/2")-1</sub> - L <sub>(1 1/2")-6</sub>	SERIE 1	2.00	1.82	1.90	1.91
	SERIE 2	2.10	2.15	2.00	2.08
					2.00

**FECHA VACIADO: 26 ENE 16**

CONCRETO PARA	SERIE DE VACIADO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	PROMEDIO
		PULGADAS			
P-7 - P-17 P-21 - P-24 V-7 - V-9 L <sub>(1")-16</sub> L <sub>(1 1/2")-7</sub> - L <sub>(1 1/2")-16</sub> L <sub>(2")-7</sub> - L <sub>(2")-8</sub>	SERIE 1	1.60	1.70	1.75	1.68
	SERIE 2	2.20	2.15	2.10	2.15
	SERIE 3	2.50	2.70	2.60	2.60
	SERIE 4	2.20	2.15	2.10	2.15
	SERIE 5	2.50	2.70	2.60	2.60
	SERIE 6	2.20	2.15	2.10	2.15
	SERIE 7	2.50	2.70	2.60	2.60
	SERIE 8	2.90	2.80	2.70	2.80
					2.34

**FECHA VACIADO: 27 ENE 16**

CONCRETO PARA	SERIE DE VACIADO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	PROMEDIO
		PULGADAS			
P-18 - P-20 P-25 - P-28 V-10 - V-16 L <sub>(1")-7</sub> - L <sub>(1")-15</sub>	SERIE 1	1.60	1.70	1.75	1.68
	SERIE 2	2.20	2.15	2.10	2.15
	SERIE 3	2.50	2.70	2.60	2.60
	SERIE 4	2.20	2.15	2.10	2.15
	SERIE 5	2.50	2.70	2.60	2.60
	SERIE 6	2.20	2.15	2.10	2.15
	SERIE 7	2.50	2.70	2.60	2.60
	SERIE 8	2.90	2.80	2.70	2.80
					2.34

**FECHA VACIADO: 31 ENE 16**

CONCRETO PARA	SERIE DE VACIADO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	PROMEDIO
		PULGADAS			
L <sub>(2")-1</sub> - L <sub>(2")-6</sub>	SERIE 1	2.50	2.54	2.48	2.51
	SERIE 2	1.90	1.95	2.00	1.95
					2.23

**FECHA VACIADO: 15 MAR 16**

CONCRETO PARA	SERIE DE VACIADO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	PROMEDIO
		PULGADAS			
P-29 - P-36 V-17 - V-18 L <sub>(1")-17</sub> - L <sub>(1")-18</sub> L <sub>(1 1/2")-17</sub> - L <sub>(1 1/2")-18</sub> L <sub>(2")-9</sub> - L <sub>(2")-18</sub>	SERIE 1	1.60	1.70	1.75	1.68
	SERIE 2	2.20	2.15	2.10	2.15
	SERIE 3	2.50	2.70	2.60	2.60
	SERIE 4	2.20	2.15	2.10	2.15
	SERIE 5	2.50	2.70	2.60	2.60
	SERIE 6	2.20	2.15	2.10	2.15
	SERIE 7	2.50	2.70	2.60	2.60
	SERIE 8	2.90	2.80	2.70	2.80
FUENTE: PROPIA					2.34

### ANÁLISIS DE LA PRUEBA

- Después de haber verificado un correcto proceso, se puede apreciar que los valores se encuentran entre los límites mínimos y máximos de slump establecidos en la (ASTM C143.- Slump of Portland Cement Concrete, 2012) para pavimentos (1" – 3").

### 3.6.13 TÍTULO: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

#### PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

- Se calcula un valor promedio del diámetro y altura de las probetas medidas.

$$\text{Diámetro (sup/ inf)} = \frac{(\text{Diam 1} + \text{Diam 2})}{2}$$

$$\text{Diámetro promedio} = \frac{(\text{Diam sup} + \text{Diam inf})}{2}$$

- Se calcula la relación altura / diámetro para cada espécimen. Si el valor es menor a 1.8, se aplicará un factor de corrección, de lo contrario y como es el caso de todas las probetas evaluadas en la presente investigación, no se aplica corrección alguna.
- Con el valor de carga de rotura obtenido, se procede a calcular el valor de la resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup> con la siguiente fórmula:

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

Donde:

R<sub>c</sub> = Resistencia a la Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)

G = Carga máxima de Rotura (kg)

d = Diámetro de la probeta cilíndrica



DIAGRAMAS, TABLAS

TABLA Nº 72

CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO A LOS 7 DÍAS DE CURADO

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (TIEMPO CURADO: 7 DÍAS)</b>	
<b>RESPONSABLES</b>	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID
<b>CLIMA</b>	Templado
<b>FECHA</b>	Indicadas respectivamente
<b>PRUEBA</b>	1
<b>LUGAR DE PRUEBA</b>	Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC

TIPO DE FALLA				
Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, menos 1 en (25 mm) de agrietarse a través de los casquillos.	Tipo 2 Cono bien formado en un extremo, grietas verticales que funcionan a través de los casquillos, ningún cono bien definido en el otro extremo.	Tipo 3 Grietas de acolumnado vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.	Tipo 4 Fractura diagonal sin agrietarse a través de extremos, golpear ligeramente con el martillo para distinguir del tipo 1	Tipo 5 Fracturas laterales en la parte superior o fondo

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		FECHA		DIÁMETRO 1 (cm)	DIÁMETRO 2 (cm)	DIÁMETRO 1 (cm)	DIÁMETRO 2 (cm)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA 1 (cm)	ALTURA 2 (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	L/D (*)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FRACTURA
			OBTENCIÓN	ROTURA												
1	P	1	18-ene-16	25-ene-16	14.90	15.00	14.90	14.90	14.93	30.10	30.00	30.05	2.01	29970.0	171.3	TIPO 2
2	P	2	18-ene-16	25-ene-16	14.90	14.90	15.00	15.10	14.98	30.10	30.10	30.10	2.01	28130.0	159.7	TIPO 5
3	P	3	18-ene-16	25-ene-16	14.90	15.10	15.00	14.90	14.98	30.00	30.00	30.00	2.00	31240.0	177.4	TIPO 5
4	P	4	18-ene-16	25-ene-16	15.00	15.00	14.90	15.20	15.03	30.00	30.10	30.05	2.00	27090.0	152.8	TIPO 2
5	P	5	18-ene-16	25-ene-16	14.90	15.20	15.00	15.00	15.03	29.90	30.00	29.95	1.99	29970.0	169.0	TIPO 2
6	P	6	18-ene-16	25-ene-16	14.80	15.00	15.00	14.90	14.93	30.10	30.00	30.05	2.01	28930.0	165.4	TIPO 5
* NO AMERITA CORRECCIÓN															165.9	

**FUENTE:** ELABORACIÓN PROPIA  
**REFERENCIAS:** ASTM C-39, NTP 339.034

TABLA Nº 73

**CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO A LOS 28 DÍAS DE CURADO**

246

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																
<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (TIEMPO CURADO: 28 DÍAS)</b>																
RESPONSABLES			JANET MORMONTOY PRADO		TIPO DE FALLA											
CLIMA			ANTHONY ARENAS CUTID													
FECHA			Templado		<p>Tipo 1: Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, menos 1 en (25 mm) de agrietarse a través de los casquillos.</p> <p>Tipo 2: Cono bien formado en un extremo, grietas verticales que funcionan a través de los casquillos, ningún cono bien definido en el otro extremo.</p> <p>Tipo 3: Grietas de acomodamiento vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.</p> <p>Tipo 4: Fractura diagonal sin agrietarse a través de extremos, golpearse ligeramente con el martillo para distinguir del tipo 1.</p> <p>Tipo 5: Fracturas laterales en la parte superior o fondo.</p> <p>Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el extremo del cilindro es acortado.</p>											
PRUEBA			Indicadas respectivamente													
LUGAR DE PRUEBA			Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC													
%			F'c = 245 kg/cm2	A los 28 días: >= 100%	245	kg/cm2										
Nº	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		DIÁMETRO 1 (cm)	DIÁMETRO 2 (cm)	DIÁMETRO 1 (cm)	DIÁMETRO 2 (cm)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA 1 (cm)	ALTURA 2 (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	L/D (°)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm2)	TIPO DE FRACTURA	
		OBTENCIÓN	ROTURA													SUPERIOR
1	P 7	26-ene-16	23-feb-16	14.90	15.00	14.90	14.90	14.93	30.10	30.00	30.05	2.01	42230.0	241.4	TIPO 1	
2	P 8	26-ene-16	23-feb-16	14.90	14.90	15.00	15.10	14.98	30.10	30.10	30.10	2.01	41520.0	235.7	TIPO 2	
3	P 9	26-ene-16	23-feb-16	14.90	15.10	15.00	14.90	14.98	30.10	30.00	30.05	2.01	39370.0	223.5	TIPO 3	
4	P 10	26-ene-16	23-feb-16	14.90	15.00	14.90	15.20	15.00	30.10	30.10	30.10	2.01	37540.0	212.4	TIPO 1	
5	P 11	26-ene-16	23-feb-16	14.90	14.90	15.00	15.00	14.95	30.00	30.00	30.00	2.01	41650.0	237.3	TIPO 2	
6	P 12	26-ene-16	23-feb-16	14.90	15.10	15.00	14.90	14.98	30.00	30.10	30.05	2.01	40830.0	231.8	TIPO 1	
7	P 13	26-ene-16	23-feb-16	15.00	15.00	14.90	14.90	14.95	30.10	30.00	30.05	2.01	40310.0	229.6	TIPO 2	
8	P 14	26-ene-16	23-feb-16	14.90	15.20	15.00	15.10	15.05	30.10	30.10	30.10	2.00	42230.0	237.4	TIPO 1	
9	P 15	26-ene-16	23-feb-16	14.80	15.00	15.00	14.90	14.93	30.00	30.00	30.00	2.01	38560.0	220.4	TIPO 1	
10	P 16	26-ene-16	23-feb-16	15.00	15.00	14.90	14.90	14.95	30.00	30.10	30.05	2.01	39300.0	223.9	TIPO 2	
11	P 17	26-ene-16	23-feb-16	14.90	15.20	15.00	15.10	15.05	29.90	30.00	29.95	1.99	41520.0	233.4	TIPO 3	
12	P 18	27-ene-16	24-feb-16	14.90	15.10	15.00	14.90	14.98	30.10	30.00	30.05	2.01	45080.0	256.0	TIPO 2	
13	P 19	27-ene-16	24-feb-16	15.00	15.00	14.90	14.90	14.95	30.10	30.00	30.05	2.01	46000.0	262.1	TIPO 1	
14	P 20	27-ene-16	24-feb-16	14.90	15.20	15.00	15.10	15.05	30.10	30.10	30.10	2.00	40520.0	227.8	TIPO 2	
15	P 21	26-ene-16	23-feb-16	14.80	15.00	15.00	14.90	14.93	30.00	30.00	30.00	2.01	50950.0	291.2	TIPO 1	
16	P 22	26-ene-16	23-feb-16	15.00	15.00	14.90	15.20	15.03	30.00	30.10	30.05	2.00	52010.0	293.3	TIPO 1	
17	P 23	26-ene-16	23-feb-16	14.90	15.20	15.00	15.00	15.03	29.90	30.00	29.95	1.99	43450.0	245.1	TIPO 2	
18	P 24	26-ene-16	23-feb-16	14.80	15.00	14.90	14.90	14.90	30.10	30.00	30.05	2.02	43450.0	249.2	TIPO 1	
19	P 25	27-ene-16	24-feb-16	14.90	15.00	15.00	15.10	15.00	30.10	30.00	30.05	2.00	47850.0	270.8	TIPO 2	
20	P 26	27-ene-16	24-feb-16	14.90	14.90	15.00	15.10	14.98	30.10	30.10	30.10	2.01	45730.0	259.6	TIPO 2	
21	P 27	27-ene-16	24-feb-16	14.90	15.10	15.00	14.90	14.98	30.00	30.00	30.00	2.00	40240.0	228.5	TIPO 5	
22	P 28	27-ene-16	24-feb-16	15.00	15.00	14.90	15.20	15.03	30.00	30.10	30.05	2.00	50940.0	287.3	TIPO 1	
23	P 29	15-mar-16	12-abr-16	14.90	15.20	15.00	15.00	15.03	29.90	30.00	29.95	1.99	55840.0	314.9	TIPO 2	
24	P 30	15-mar-16	12-abr-16	14.80	15.00	14.90	14.90	14.90	30.10	30.00	30.05	2.02	51010.0	292.5	TIPO 1	
25	P 31	15-mar-16	12-abr-16	14.90	15.10	15.00	15.10	15.03	30.10	30.00	30.05	2.00	52960.0	298.7	TIPO 2	
26	P 32	15-mar-16	12-abr-16	15.00	15.00	15.00	15.10	15.03	30.10	30.10	30.10	2.00	52010.0	293.3	TIPO 1	
27	P 33	15-mar-16	12-abr-16	14.90	15.20	15.00	14.90	15.00	30.00	30.10	30.05	2.00	53310.0	301.7	TIPO 2	
28	P 34	15-mar-16	12-abr-16	14.80	15.00	14.90	15.20	14.98	29.90	30.00	29.95	2.00	50950.0	289.3	TIPO 2	
29	P 35	15-mar-16	12-abr-16	14.90	15.20	15.00	15.00	15.03	29.90	30.00	29.95	1.99	51820.0	292.3	TIPO 3	
30	P 36	15-mar-16	12-abr-16	14.80	15.00	15.00	14.90	14.93	30.10	30.00	30.05	2.01	54890.0	313.7	TIPO 2	
* NINGUNA AMERITA CORRECCIÓN														257.9		
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA																
REFERENCIAS: ASTM C-39, NTP 339.034																

### ANÁLISIS DE LA PRUEBA

- Después de haber verificado un correcto proceso, se puede apreciar que los valores se encuentran entre los límites mínimos y máximos de resistencia a los 7 y 28 días de curado.

### 3.6.14 TÍTULO: ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO

#### PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

- Se calcula un valor promedio del ancho y peralte de los prismas medidos.

$$\text{Ancho promedio (sup/ inf)} = \frac{(A1 + A2)}{2}$$

$$\text{Peralte promedio (sup/inf)} = \frac{(P1 + P2)}{2}$$

- Con el valor de carga de rotura obtenido, se procede a calcular el valor de la resistencia a la flexión (módulo de rotura) en kg/cm<sup>2</sup> con la siguiente fórmula:

$$MR = \frac{3 * Cr * L(\text{entre apoyos})}{2 * Aprom * Pprom^2}$$

Donde:

MR = Módulo de Rotura (kg/cm<sup>2</sup>)

Cr = Carga máxima de Rotura (kgf)

L = Longitud entre apoyos (luz libre entre apoyos, cm)

Aprom = Ancho promedio (cm)

Pprom= Peralte promedio (cm)



DIAGRAMAS, TABLAS

TABLA Nº 74

CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO  
VIGUETAS PATRÓN A LOS 7 DÍAS DE CURADO

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																						
<b>ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO</b> <b>(VIGUETAS PATRÓN .- TIEMPO CURADO: 7 DÍAS)</b>																						
RESPONSABLES		JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID																				
CLIMA		Templado																				
FECHA		Indicadas respectivamente																				
PRUEBA		1																				
LUGAR DE PRUEBA		Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC																				
N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		FECHA		LONGITUD				L apoyos (cm)	ANCHO				APROM (cm)	PERALTE				CARGA DE ROTURA (kg)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	OBS.	
			OBTENCIÓN	ROTURA	SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR	INFERIOR		SUPERIOR		INFERIOR		PPROM (cm)					
					L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)			A1 (cm)	A2 (cm)			A3 (cm)	A4 (cm)		P1 (cm)				P2 (cm)
1	V	1	18-ene-16	25-ene-16	60.20	60.10	60.20	60.10	54.00	18.10	18.10	18.00	18.00	18.05	18.10	18.00	18.00	17.95	18.01	2200	30.43	
2	V	2	18-ene-16	25-ene-16	60.00	60.10	60.00	59.90	54.00	18.10	18.10	18.15	18.00	18.09	18.10	18.20	18.20	18.00	18.13	2240	30.54	
3	V	3	18-ene-16	25-ene-16	60.20	60.10	60.00	59.90	54.00	18.10	18.10	18.00	18.05	18.06	18.00	18.10	18.20	18.15	18.11	2300	31.44	
4	V	4	18-ene-16	25-ene-16	60.20	60.20	60.00	59.90	54.00	18.00	18.10	18.10	18.00	18.05	18.10	18.10	18.10	18.15	18.11	2430	33.24	
5	V	5	18-ene-16	25-ene-16	60.10	60.00	59.90	59.90	54.00	18.10	18.10	18.00	18.05	18.06	18.15	18.15	18.15	18.10	18.14	2410	32.85	
6	V	6	18-ene-16	25-ene-16	60.20	60.20	59.90	59.90	54.00	18.20	18.00	18.10	18.00	18.08	18.15	18.10	18.10	18.15	18.13	2440	33.28	
																					31.96	
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA																						
REFERENCIAS: ASTM C-293																						



TABLA Nº 75

**CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO  
VIGUETAS CON 1" DE PIEDRA LAJA A LOS 7 DÍAS DE CURADO**

																							
<b>ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO</b> <b>(VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 1".- TIEMPO CURADO: 7 DÍAS)</b>																							
RESPONSABLES		JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID																					
CLIMA		Templado																					
FECHA		Indicadas respectivamente																					
PRUEBA		1																					
LUGAR DE PRUEBA		Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC																					
N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		FECHA		LONGITUD					ANCHO					PERALTE				CARGA DE ROTURA (kg)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	OBS.		
			OBTENCIÓN	ROTURA	SUPERIOR		INFERIOR		L apoyos (cm)	SUPERIOR		INFERIOR		APROM (cm)	SUPERIOR		INFERIOR					PPROM (cm)	
					L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)		A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)		P1 (cm)	P2 (cm)	P3 (cm)	P4 (cm)					
1	L (1")	1	21-ene-16	28-ene-16	60.00	60.00	60.00	60.00	54.00	17.90	17.90	18.00	18.00	17.95	18.20	18.00	18.20	18.10	18.13	2550	35.03		
2	L (1")	2	21-ene-16	28-ene-16	60.00	60.00	60.10	60.10	54.00	18.00	18.20	17.90	18.10	18.05	18.00	18.10	18.20	18.20	18.13	2460	33.60		
3	L (1")	3	21-ene-16	28-ene-16	59.90	60.00	59.90	60.00	54.00	18.00	17.95	18.00	18.00	17.99	18.10	18.10	18.20	18.20	18.15	2540	34.72		
4	L (1")	4	21-ene-16	28-ene-16	60.10	60.00	60.00	60.00	54.00	18.00	17.90	18.00	18.00	17.98	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	2430	33.42		
5	L (1")	5	21-ene-16	28-ene-16	60.00	60.00	59.90	60.00	54.00	17.90	18.00	18.00	18.00	17.98	18.20	18.10	18.20	18.10	18.15	2140	29.27		
6	L (1")	6	21-ene-16	28-ene-16	60.00	60.00	60.00	60.00	54.00	18.00	17.90	18.10	18.00	18.00	18.00	18.10	18.10	18.10	18.08	2400	33.06		
																						33.18	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA  
REFERENCIAS: ASTM C-293



TABLA N° 76

**CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO VIGUETAS CON 1 1/2" DE PIEDRA LAJA A LOS 7 DÍAS DE CURADO**



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO**  
**(VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 1 1/2" - TIEMPO CURADO: 7 DÍAS)**

RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID
CLIMA	Templado
FECHA	Indicadas respectivamente
PRUEBA	1
LUGAR DE PRUEBA	Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		FECHA		LONGITUD					ANCHO				PERALTE				CARGA DE ROTURA (kg)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	OBS.		
			OBTENCIÓN	ROTURA	SUPERIOR		INFERIOR		L apoyos (cm)	SUPERIOR		INFERIOR		APROM (cm)	SUPERIOR		INFERIOR				PPROM (cm)	
					L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)		A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)		P1 (cm)	P2 (cm)	P3 (cm)					P4 (cm)
1	L (1 1/2")	1	23-ene-16	30-ene-16	60.00	60.20	59.90	60.00	54.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.03	18.00	18.00	18.10	18.20	18.08	2790	38.38	
2	L (1 1/2")	2	23-ene-16	30-ene-16	60.00	60.10	60.10	60.00	54.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.20	18.08	2590	35.67	
3	L (1 1/2")	3	23-ene-16	30-ene-16	60.00	59.90	60.00	59.90	54.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.10	18.05	2610	36.05	
4	L (1 1/2")	4	23-ene-16	30-ene-16	59.90	60.00	59.90	60.00	54.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.03	18.00	18.10	18.00	18.20	18.08	2440	33.56	
5	L (1 1/2")	5	23-ene-16	30-ene-16	59.90	60.00	60.00	59.90	54.00	18.00	17.90	18.10	18.00	18.00	18.10	18.00	18.00	18.10	18.05	2510	34.67	
6	L (1 1/2")	6	23-ene-16	30-ene-16	59.90	60.00	60.00	60.00	54.00	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.20	18.10	18.20	18.15	2590	35.18	
																					35.59	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

REFERENCIAS: ASTM C-293



TABLA Nº 77

**CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO  
VIGUETAS CON 2" DE PIEDRA LAJA A LOS 7 DÍAS DE CURADO**



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO**  
**(VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 2".- TIEMPO CURADO: 7 DÍAS)**

RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID
CLIMA	Templado
FECHA	Indicadas respectivamente
PRUEBA	1
LUGAR DE PRUEBA	Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		FECHA		LONGITUD					ANCHO				PERALTE				CARGA DE ROTURA (kg)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	OBS.		
			OBTENCIÓN	ROTURA	SUPERIOR		INFERIOR		L apoyos (cm)	SUPERIOR		INFERIOR		APROM (cm)	SUPERIOR		INFERIOR				PPROM (cm)	
					L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)		A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)		P1 (cm)	P2 (cm)	P3 (cm)					P4 (cm)
1	L (2")	1	31-ene-16	07-feb-16	60.00	60.10	59.90	60.00	54.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.03	18.00	18.00	18.10	18.20	18.08	2920	40.16	
2	L (2")	2	31-ene-16	07-feb-16	60.00	60.10	60.10	60.00	54.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.03	18.10	18.10	18.00	18.20	18.10	2920	40.05	
3	L (2")	3	31-ene-16	07-feb-16	59.90	59.90	60.00	60.00	54.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.10	18.05	3010	41.57	
4	L (2")	4	31-ene-16	07-feb-16	59.90	60.00	59.90	60.00	54.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.03	18.00	18.10	18.00	18.20	18.08	3220	44.29	
5	L (2")	5	31-ene-16	07-feb-16	59.90	60.10	60.00	59.90	54.00	18.00	17.90	18.10	18.00	18.00	18.10	18.00	18.00	18.10	18.05	2800	38.67	
6	L (2")	6	31-ene-16	07-feb-16	59.90	60.00	60.00	60.00	54.00	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.20	18.10	18.20	18.15	3090	41.98	
																					41.12	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA  
REFERENCIAS: ASTM C-293



TABLA Nº 78

**CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO  
VIGUETAS PATRÓN A LOS 28 DÍAS DE CURADO**

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																							
<b><u>ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO</u></b> <b><u>(VIGUETAS PATRÓN .- TIEMPO CURADO: 28 DÍAS)</u></b>																							
RESPONSABLES		JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID																					
CLIMA		Templado																					
FECHA		Indicadas respectivamente																					
PRUEBA		1																					
LUGAR DE PRUEBA		Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC																					
N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		FECHA		LONGITUD					ANCHO					PERALTE				CARGA DE ROTURA (kg)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	OBS.		
			OBTENCIÓN	ROTURA	SUPERIOR		INFERIOR		L apoyos (cm)	SUPERIOR		INFERIOR		APROM (cm)	SUPERIOR		INFERIOR					PPROM (cm)	
					L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)		A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)		P1 (cm)	P2 (cm)	P3 (cm)	P4 (cm)					
1	V	7	26-ene-16	23-feb-16	60.20	60.10	60.20	60.10	54.00	18.10	18.10	18.00	18.00	18.05	18.00	18.10	18.00	17.95	18.01	2760	38.17		
2	V	8	26-ene-16	23-feb-16	60.00	60.10	60.00	59.90	54.00	18.10	18.00	18.10	18.00	18.05	18.15	18.15	18.20	18.00	18.13	3050	41.66		
3	V	9	26-ene-16	23-feb-16	60.20	60.10	60.00	59.90	54.00	18.10	18.10	18.10	18.05	18.09	18.00	18.10	18.20	18.15	18.11	2700	36.86		
4	V	10	27-ene-16	24-feb-16	60.20	60.20	60.00	59.90	54.00	18.00	18.10	18.10	18.00	18.05	18.10	18.10	18.10	18.15	18.11	2790	38.16		
5	V	11	27-ene-16	24-feb-16	60.20	60.10	59.90	59.90	54.00	18.10	18.10	18.00	18.05	18.06	18.15	18.15	18.15	18.10	18.14	2890	39.40		
6	V	12	27-ene-16	24-feb-16	60.00	60.10	59.90	59.90	54.00	18.20	18.00	18.10	18.00	18.08	18.15	18.10	18.10	18.15	18.13	2630	35.88		
7	V	13	27-ene-16	24-feb-16	60.20	60.10	60.20	60.10	54.00	18.00	18.10	18.00	18.00	18.03	18.10	18.10	18.10	17.95	18.06	2820	38.84		
8	V	14	27-ene-16	24-feb-16	60.00	60.10	60.00	60.10	54.00	18.10	18.10	18.00	18.10	18.08	18.10	18.15	18.15	18.00	18.10	2840	38.85		
9	V	15	27-ene-16	24-feb-16	60.00	59.90	60.00	59.90	54.00	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.20	18.15	18.14	2720	37.00		
10	V	16	27-ene-16	24-feb-16	59.90	60.00	60.00	59.90	54.00	18.00	18.05	18.10	18.00	18.04	18.15	18.15	18.10	18.10	18.13	2970	40.60		
11	V	17	15-mar-16	12-abr-16	60.10	60.00	59.90	59.90	54.00	18.10	18.00	18.10	18.05	18.06	18.15	18.15	18.15	18.00	18.11	3540	48.39		
12	V	18	15-mar-16	12-abr-16	60.20	60.20	59.90	59.90	54.00	18.20	18.10	18.10	18.00	18.10	18.15	18.10	18.10	18.15	18.13	3490	47.54		
																						40.11	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA  
REFERENCIAS: ASTM C-293





TABLA Nº 79

**CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO  
VIGUETAS CON 1" DE PIEDRA LAJA A LOS 28 DÍAS DE CURADO**



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO**  
**(VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 1".- TIEMPO CURADO: 28 DÍAS)**

RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID
CLIMA	Templado
FECHA	Indicadas respectivamente
PRUEBA	1
LUGAR DE PRUEBA	Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		FECHA		LONGITUD					ANCHO				PERALTE				CARGA DE ROTURA (kg)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	OBS.			
			OBTENCIÓN	ROTURA	SUPERIOR		INFERIOR		L apoyos (cm)	SUPERIOR		INFERIOR		APROM (cm)	SUPERIOR		INFERIOR				PPROM (cm)		
					L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)		A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)		P1 (cm)	P2 (cm)	P3 (cm)					P4 (cm)	
1	L (1")	7	27-ene-16	24-feb-16	60.00	60.00	60.00	60.00	54.00	17.90	17.90	18.00	18.00	17.95	18.20	18.10	18.10	18.10	18.13	3190	43.82		
2	L (1")	8	27-ene-16	24-feb-16	60.00	60.00	59.90	60.00	54.00	18.00	17.90	17.90	18.10	17.98	18.00	18.20	18.10	18.20	18.13	3130	42.93		
3	L (1")	9	27-ene-16	24-feb-16	59.90	60.00	59.90	60.00	54.00	18.10	18.00	18.20	18.00	18.08	18.10	18.10	18.20	18.20	18.15	3120	42.44		
4	L (1")	10	27-ene-16	24-feb-16	60.10	60.00	60.00	60.00	54.00	18.00	17.90	18.00	18.00	17.98	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	3400	46.77	
5	L (1")	11	27-ene-16	24-feb-16	60.00	60.00	59.90	60.00	54.00	17.90	18.00	18.00	18.00	17.98	18.20	18.10	18.20	18.10	18.15	2930	40.08		
6	L (1")	12	27-ene-16	24-feb-16	60.00	60.00	60.00	60.00	54.00	18.00	17.90	18.10	18.00	18.00	18.00	18.10	18.10	18.20	18.10	18.10	3230	44.37	
7	L (1")	13	27-ene-16	24-feb-16	60.00	59.90	60.00	60.00	54.00	18.10	17.90	18.00	18.00	18.00	18.20	18.00	18.20	18.20	18.15	2930	40.02		
8	L (1")	14	27-ene-16	24-feb-16	60.00	60.00	60.10	60.10	54.00	18.00	18.00	17.90	18.00	17.98	18.00	18.10	18.10	18.10	18.08	2980	41.10		
9	L (1")	15	27-ene-16	24-feb-16	59.90	60.00	60.00	60.00	54.00	18.00	17.95	17.90	18.00	17.96	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	2960	40.74	
10	L (1")	16	26-ene-16	24-feb-16	60.00	60.00	59.90	60.00	54.00	18.00	17.90	18.00	18.00	17.98	18.10	18.20	18.10	18.10	18.13	2950	40.47		
11	L (1")	17	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.00	59.90	60.00	54.00	17.90	18.10	18.00	18.00	18.00	18.10	18.10	18.20	18.10	18.13	3570	48.90		
12	L (1")	18	15-mar-16	12-abr-16	60.00	60.00	60.00	60.00	54.00	18.00	17.90	18.10	18.00	18.00	18.20	18.10	18.10	18.10	18.13	3650	50.00		
																						42.88	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA  
REFERENCIAS: ASTM C293



TABLA Nº 80

**CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO VIGUETAS CON 1 1/2" DE PIEDRA LAJA A LOS 28 DÍAS DE CURADO**



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO (VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 1 1/2".- TIEMPO CURADO: 28 DÍAS)**

RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID
CLIMA	Templado
FECHA	Indicadas respectivamente
PRUEBA	1
LUGAR DE PRUEBA	Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		FECHA		LONGITUD					ANCHO				PERALTE				CARGA DE ROTURA (kg)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	OBS.																				
			OBTENCIÓN	ROTURA	SUPERIOR		INFERIOR		L apoyos (cm)	SUPERIOR		INFERIOR		APROM (cm)	SUPERIOR		INFERIOR				PPROM (cm)																			
					L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)		A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)		P1 (cm)	P2 (cm)	P3 (cm)					P4 (cm)																		
1	L (1 1/2")	7	26-ene-16	24-feb-16	60.00	60.20	59.90	60.00	54.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.03	18.00	18.00	18.10	18.20	18.08	3150	43.33																			
2	L (1 1/2")	8	26-ene-16	24-feb-16	60.00	60.00	59.90	60.00	54.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.08	2970	40.91																		
3	L (1 1/2")	9	26-ene-16	24-feb-16	60.00	59.90	60.00	59.90	54.00	18.00	18.00	17.90	18.10	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	3010	41.81																		
4	L (1 1/2")	10	26-ene-16	24-feb-16	59.90	60.00	59.90	60.00	54.00	18.10	18.00	18.10	18.10	18.08	18.00	18.00	18.00	18.10	18.03	3130	43.17																			
5	L (1 1/2")	11	26-ene-16	24-feb-16	59.90	60.00	60.00	59.90	54.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.03	3440	47.65																			
6	L (1 1/2")	12	26-ene-16	24-feb-16	59.90	60.00	60.00	60.00	54.00	18.10	18.00	18.00	18.10	18.05	18.10	18.20	18.00	18.10	18.10	18.10	3140	43.01																		
7	L (1 1/2")	13	26-ene-16	24-feb-16	60.00	59.90	60.00	60.00	54.00	17.90	18.10	18.10	18.00	18.03	18.00	18.00	18.00	18.20	18.05	3310	45.65																			
8	L (1 1/2")	14	26-ene-16	24-feb-16	60.00	59.90	60.00	60.00	54.00	18.10	17.90	18.10	18.00	18.03	18.00	18.00	18.10	18.20	18.08	3000	41.26																			
9	L (1 1/2")	15	26-ene-16	24-feb-16	60.00	59.90	60.00	59.90	54.00	18.00	18.10	18.10	18.00	18.05	18.00	18.00	18.10	18.10	18.05	3190	43.94																			
10	L (1 1/2")	16	26-ene-16	24-feb-16	59.90	59.90	60.00	60.00	54.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.03	18.00	18.00	18.00	18.20	18.05	2710	37.38																			
11	L (1 1/2")	17	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.00	60.00	59.90	54.00	18.00	17.90	17.90	18.10	17.98	18.00	18.10	18.00	18.10	18.05	4180	57.81																			
12	L (1 1/2")	18	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.00	60.00	60.00	54.00	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.20	18.10	18.20	18.15	3070	41.71																			
																																								44.17

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA  
REFERENCIAS: ASTM C-293



TABLA Nº 81

**CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO  
VIGUETAS CON 2" DE PIEDRA LAJA A LOS 28 DÍAS DE CURADO**



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO**  
**(VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 2".- TIEMPO CURADO: 28 DÍAS)**

RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID
CLIMA	Templado
FECHA	Indicadas respectivamente
PRUEBA	1
LUGAR DE PRUEBA	Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		FECHA		LONGITUD				L apoyos (cm)	ANCHO				APROM (cm)	PERALTE				CARGA DE ROTURA (kg)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	OBS.		
			OBTENCIÓN	ROTURA	SUPERIOR		INFERIOR			A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)		SUPERIOR		INFERIOR					PPROM (cm)	
					L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)							P1 (cm)	P2 (cm)	P3 (cm)	P4 (cm)					
1	L (2")	7	26-ene-16	24-feb-16	59.90	60.10	59.90	60.00	54.00	18.10	18.00	18.10	18.00	18.05	18.10	18.10	18.10	18.20	18.13	3320	45.35		
2	L (2")	8	26-ene-16	24-feb-16	59.90	59.90	60.10	60.00	54.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.03	18.00	18.10	18.00	18.20	18.08	3080	42.36		
3	L (2")	9	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.00	60.00	60.00	54.00	18.00	18.10	18.00	18.00	18.03	18.00	18.00	18.10	18.10	18.05	3660	50.48		
4	L (2")	10	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.00	59.90	60.00	54.00	17.90	18.10	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.20	18.08	3480	47.93		
5	L (2")	11	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.10	60.00	59.90	54.00	18.10	18.10	18.10	18.00	18.08	18.10	18.00	18.10	18.10	18.08	3850	52.81		
6	L (2")	12	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.00	60.00	60.00	54.00	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.20	18.10	18.20	18.15	3120	42.38		
7	L (2")	13	15-mar-16	12-abr-16	60.00	59.90	59.90	60.00	54.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.03	18.00	18.00	18.10	18.20	18.08	3130	43.05		
8	L (2")	14	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.00	60.00	59.90	54.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.03	18.10	18.10	18.00	18.20	18.10	3580	49.11		
9	L (2")	15	15-mar-16	12-abr-16	59.90	59.90	59.90	60.10	54.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.10	18.10	18.08	3590	49.45		
10	L (2")	16	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.10	59.90	60.00	54.00	18.10	18.10	18.00	18.00	18.05	18.00	18.00	18.10	18.20	18.08	2770	38.05		
11	L (2")	17	15-mar-16	12-abr-16	59.90	59.90	60.00	59.90	54.00	18.00	17.90	18.10	18.00	18.00	18.10	18.10	18.00	18.10	18.08	3570	49.17		
12	L (2")	18	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.00	60.00	60.00	54.00	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.00	18.10	18.20	18.10	3660	50.00		
																						46.38	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA  
REFERENCIAS: ASTM C-293

### ANÁLISIS DE LA PRUEBA

- Después de haber verificado un correcto proceso, se puede apreciar que los valores tienen un crecimiento ascendente conforme se incrementa el espesor de la piedra laja.
- Asimismo se puede corroborar el concepto definido en la Pág. 107 de la presente investigación, que indica que el módulo de rotura debe ser del 10 al 20% de la resistencia a la compresión del concreto; al respecto se alcanzó los siguientes módulos de rotura promedio a los 28 días de curado:
  - Vigüeta Patrón.- 40.11 kg/cm<sup>2</sup>, representa el 15.55% del valor de la resistencia a la compresión del concreto alcanzada (257.90 kg/cm<sup>2</sup>).
  - Vigüeta Laja 1".- 42.88 kg/cm<sup>2</sup>, representa el 16.63% del valor de la resistencia a la compresión del concreto alcanzada (257.90 kg/cm<sup>2</sup>).
  - Vigüeta Laja 1 ½".- 44.17 kg/cm<sup>2</sup>, representa el 17.12% del valor de la resistencia a la compresión del concreto alcanzada (257.90 kg/cm<sup>2</sup>).
  - Vigüeta Laja 2".- 46.38 kg/cm<sup>2</sup>, representa el 17.98% del valor de la resistencia a la compresión del concreto alcanzada (257.90 kg/cm<sup>2</sup>).
- Del mismo modo, se puede corroborar lo referenciado en la Pág. 103 de la presente investigación, sobre los requisitos mínimos según tipo de pavimento urbanos rígidos, indicando que el módulo de rotura mínimo, tendrá una resistencia mínima de 34 kg/cm<sup>2</sup>, al respecto se alcanzaron valores máximos de 46.38 kg/cm<sup>2</sup> para vigüetas con piedra laja de 2".

### 3.6.15 TÍTULO: EVALUACIÓN DE COSTOS PARA DIFERENTES ESPESORES DE PIEDRA LAJA CON JUNTA SECA EMBEBIDA EN VIGÜETAS DE CONCRETO CON REFERENCIA A UNA VIGÜETA DE CONCRETO TRADICIONAL

#### PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

- Se calcula los precios parciales y totales.

$$\text{Precio Parcial} = \text{Precio Unitario} * \text{Aporte}$$

$$\text{Precio Total} = \Sigma \text{Precios Parciales}$$



DIAGRAMAS, TABLAS

**TABLA Nº 82  
ANÁLISIS DE COSTOS  
VIGUETAS PATRÓN**

EVALUACIÓN DE COSTOS PARA VIGUETAS PATRÓN						
* Para 18 viguetas de concreto elaboradas para la investigación					TOTAL S/.	2116.78
* Para 01 vigueta de concreto patrón elaborada para la investigación					<b>TOTAL S/.</b>	<b>117.60</b>
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD/ APORTE	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)	
<b>I. CONCRETO</b>						
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	Bls	3.770	24.50	92.37		
AGREGADO GRUESO DE VICHO 3/8"	m3	0.360	80.00	28.80		
AGREGADO FINO DE LAMAY	m3	0.360	100.00	36.00		
AGUA	m3	0.350	0.50	0.18		
COSTO CONCRETO					<b>157.34</b>	
<b>II. CURADO DE CONCRETO</b>						
TANQUE DE CURADO F°G° (1.30 x 2.40 x 2.40m)	Und	1.000	400.00	400.00		
AGUA	m3	4.608	0.50	2.30		
COSTO DE CURADO					<b>402.30</b>	
<b>III. ENCOFRADO</b>						
ENCOFRADO METÁLICO (e = 4.8 mm)	Und	8.000	180.00	1440.00		
PETRÓLEO DIESEL B-5	Gln	0.700	10.20	7.14		
COSTO DE ENCOFRADO					<b>1447.14</b>	
<b>IV. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 4.5 P3 HIMPAC	Día	1.000	50.00	50.00		
HERRAMIENTAS MANUALES (Pala, Bugui, Cono de Abrams)	Glb	1.000	60.00	60.00		
COSTO DE HERRAMIENTAS					<b>110.00</b>	
FUENTE: PROPIA						

**TABLA Nº 83  
ANÁLISIS DE COSTOS  
VIGUETAS CON 1" DE PIEDRA LAJA**

EVALUACIÓN DE COSTOS PARA VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 1"						
* Para 18 viguetas de concreto elaboradas para la investigación					TOTAL S/.	2297.11
* Para 01 vigueta de concreto con piedra laja de 1", elaborada para la investigación					<b>TOTAL S/.</b>	<b>127.62</b>
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD/ APORTE	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)	
<b>I. CONCRETO</b>						
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	Bls	3.192	24.50	78.20		
AGREGADO GRUESO DE VICHO 3/8"	m3	0.304	80.00	24.32		
AGREGADO FINO DE LAMAY	m3	0.304	100.00	30.40		
AGUA	m3	0.292	0.50	0.15		
COSTO CONCRETO					<b>133.07</b>	
<b>II. CURADO DE CONCRETO</b>						
TANQUE DE CURADO F°G° (1.30 x 2.40 x 2.40m)	Und	1.000	400.00	400.00		
AGUA	m3	4.608	0.50	2.30		
COSTO DE CURADO					<b>402.30</b>	
<b>III. ENCOFRADO</b>						
ENCOFRADO METÁLICO (e = 4.8 mm)	Und	8.000	180.00	1440.00		
PETRÓLEO DIESEL B-5	Gln	0.700	10.20	7.14		
COSTO DE ENCOFRADO					<b>1447.14</b>	
<b>IV. PIEDRA LAJA</b>						
PIEDRA LAJA (0.18 x 0.20 ; e = 1")	m2	1.940	90.00	174.60		
COSTO DE PIEDRA LAJA					<b>174.60</b>	
<b>V. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 4.5 P3 HIMPAC	Día	1.000	50.00	50.00		
AMOLADORA DE 8 HP	Día	1.000	10.00	10.00		
DISCO DE CORTE (d = 7")	Und	1.000	20.00	20.00		
HERRAMIENTAS MANUALES (Pala, Bugui, Cono de Abrams)	Glb	1.000	60.00	60.00		
COSTO DE HERRAMIENTAS					<b>140.00</b>	
FUENTE: PROPIA						



258

**TABLA Nº 84**  
**ANÁLISIS DE COSTOS**  
**VIGUETAS CON 1 1/2" DE PIEDRA LAJA**

EVALUACIÓN DE COSTOS PARA VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 1 1/2"					
* Para 18 viguetas de concreto elaboradas para la investigación				TOTAL S/.	2323.38
* Para 01 vigueta de concreto con piedra laja de 1 1/2", elaborada para la investigación				<b>TOTAL S/.</b>	<b>129.08</b>
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD/ APORTE	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. CONCRETO</b>					
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	Bls	2.890	24.50	70.81	
AGREGADO GRUESO DE VICHO 3/8"	m3	0.275	80.00	22.00	
AGREGADO FINO DE LAMAY	m3	0.276	100.00	27.60	
AGUA	m3	0.264	0.50	0.13	
COSTO CONCRETO					<b>120.54</b>
<b>II. CURADO DE CONCRETO</b>					
TANQUE DE CURADO F°G° (1.30 x 2.40 x 2.40m)	Und	1.000	400.00	400.00	
AGUA	m3	4.608	0.50	2.30	
COSTO DE CURADO					<b>402.30</b>
<b>III. ENCOFRADO</b>					
ENCOFRADO METÁLICO (e = 4.8 mm)	Und	8.000	180.00	1440.00	
PETRÓLEO DIESEL B-5	Gln	0.700	10.20	7.14	
COSTO DE ENCOFRADO					<b>1447.14</b>
<b>IV. PIEDRA LAJA</b>					
PIEDRA LAJA (0.18 x 0.20 ; e = 1 1/2")	m2	1.940	110.00	213.40	
COSTO DE PIEDRA LAJA					<b>213.40</b>
<b>V. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 4.5 P3 HIMPAC	Día	1.000	50.00	50.00	
AMOLADORA DE 8 HP	Día	1.000	10.00	10.00	
DISCO DE CORTE (d = 7")	Und	1.000	20.00	20.00	
HERRAMIENTAS MANUALES (Pala, Bugui, Cono de Abrams)	Glb	1.000	60.00	60.00	
COSTO DE HERRAMIENTAS					<b>140.00</b>
FUENTE: PROPIA					

**TABLA Nº 85**  
**ANÁLISIS DE COSTOS**  
**VIGUETAS CON 2" DE PIEDRA LAJA**

EVALUACIÓN DE COSTOS PARA VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 2"					
* Para 18 viguetas de concreto elaboradas para la investigación				TOTAL S/.	2351.38
* Para 01 vigueta de concreto con piedra laja de 2", elaborada para la investigación				<b>TOTAL S/.</b>	<b>130.63</b>
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD/ APORTE	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. CONCRETO</b>					
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	Bls	2.630	24.50	64.44	
AGREGADO GRUESO DE VICHO 3/8"	m3	0.251	80.00	20.08	
AGREGADO FINO DE LAMAY	m3	0.251	100.00	25.10	
AGUA	m3	0.241	0.50	0.12	
COSTO CONCRETO					<b>109.74</b>
<b>II. CURADO DE CONCRETO</b>					
TANQUE DE CURADO F°G° (1.30 x 2.40 x 2.40m)	Und	1.000	400.00	400.00	
AGUA	m3	4.608	0.50	2.30	
COSTO DE CURADO					<b>402.30</b>
<b>III. ENCOFRADO</b>					
ENCOFRADO METÁLICO (e = 4.8 mm)	Und	8.000	180.00	1440.00	
PETRÓLEO DIESEL B-5	Gln	0.700	10.20	7.14	
COSTO DE ENCOFRADO					<b>1447.14</b>
<b>IV. PIEDRA LAJA</b>					
PIEDRA LAJA (0.18 x 0.20 ; e = 2")	m2	1.940	130.00	252.20	
COSTO DE PIEDRA LAJA					<b>252.20</b>
<b>V. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 4.5 P3 HIMPAC	Día	1.000	50.00	50.00	
AMOLADORA DE 8 HP	Día	1.000	10.00	10.00	
DISCO DE CORTE (d = 7")	Und	1.000	20.00	20.00	
HERRAMIENTAS MANUALES (Pala, Bugui, Cono de Abrams)	Glb	1.000	60.00	60.00	
COSTO DE HERRAMIENTAS					<b>140.00</b>
FUENTE: PROPIA					

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1 TÍTULO: GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS FINOS

Módulo de fineza del agregado fino = 2.55

### 4.2 TÍTULO: GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS GRUESOS

Tamaño máximo nominal del agregado grueso =  $\frac{3}{4}$ "

### 4.3 TÍTULO: PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO FINO

Peso específico de masa = 2.65

Peso específico aparente = 2.74

Porcentaje de absorción = 1.30 %

### 4.4 TÍTULO: PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO GRUESO

Peso específico de masa = 2.64

Peso específico aparente = 2.79

Porcentaje de absorción = 1.98 %

### 4.5 TÍTULO: PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO

Peso unitario suelto = 1350.75 kg/m<sup>3</sup>

Porcentaje de vacíos = 48.83 %

Peso unitario compactado = 1425.66 kg/m<sup>3</sup>

Porcentaje de vacíos = 45.99 %

### 4.6 TÍTULO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO

Porcentaje de humedad = 6.72 %

### 4.7 TÍTULO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO

Porcentaje de humedad = 0.49 %

4.8 TÍTULO: DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA DE LA PIEDRA LAJA

TABLA N° 86  
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA DE LA PIEDRA LAJA

DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA P. LAJA			
	PUQUIO - AYACUCHO P-1	STA. BÁRBARA - AREQUIPA S-1	HUACOTO - CUSCO H-1
TEXTURA	Porfídica. Fenocristales de plagioclasas y biotita en una matriz de grano fino. Con estructura de flujo (Planos paralelos alternados en colores grises y rosáceos) que definen la propiedad de explotarse como lajas.	Porfídica. Fenocristales de plagioclasas y ferro magnesianos en una matriz de grano fino	Porfídica. Fenocristales de Biotita en una matriz de grano fino. Con evidente estructura de flujo (Planos paralelos de 3 a 10 mm de espesor).
	a) <b>COLOR:</b> Gris Verdoso a pardo rosáceo.	a) <b>COLOR:</b> Gris Verdoso a gris parduzco	a) <b>COLOR:</b> Gris claro a Gris parduzco.
	b) <b>TAMAÑO DE LOS FENOCRISTALES:</b> De 0.5 a 3.0 mm	b) <b>TAMAÑO DE LOS FENOCRISTALES:</b> De 0.5 a 2.0 mm	b) <b>TAMAÑO DE LOS FENOCRISTALES:</b> De 0.4 a 1.5 mm
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA	a) <b>PRINCIPAL:</b> Plagioclasas Na - Ca b) <b>ACCESORIA:</b> Biotita y Hornblenda	a) <b>PRINCIPAL:</b> Plagioclasas Na - Ca b) <b>ACCESORIA:</b> Hornblenda y Biotita	a) <b>PRINCIPAL:</b> Plagioclasas Na - Ca b) <b>ACCESORIA:</b> Cuarzo y Biotita
TIPO Y NOMBRE DE LA ROCA	a) <b>TIPO:</b> Ígnea – Volcánica b) <b>NOMBRE:</b> Andesita Porfírica de Biotita.	a) <b>TIPO:</b> Ígnea – Volcánica b) <b>NOMBRE:</b> Andesita Porfírica de hornblenda	a) <b>TIPO:</b> Ígnea – Volcánica b) <b>NOMBRE:</b> Andesita Porfírica de Biotita.
OTROS	a) <b>GRADO DE FRACTURAMIENTO:</b> Moderado. La estructura de flujo determinan los planos de debilidad. b) <b>DUREZA:</b> 6 en la Escala de Mohs c) <b>ALTERACIÓN:</b> Ferro magnesianos (Biotita – Hornblenda) débilmente alterados a Clorita y Óxidos de Fe. d) <b>REACCIÓN AL HCl (HIDROCLORURO):</b> Ninguna	a) <b>GRADO DE FRACTURAMIENTO:</b> Moderado b) <b>DUREZA:</b> 6 en la Escala de Mohs c) <b>ALTERACIÓN:</b> Ferro magnesianos alterados de débil a moderada a clorita y óxidos de Fe (Hematita – Limonita) y plagioclasas moderadamente a epidota. d) <b>REACCIÓN AL HCl (HIDROCLORURO):</b> Ninguna	a) <b>GRADO DE FRACTURAMIENTO:</b> Moderado. La estructura de flujo determinan los planos de debilidad. b) <b>DUREZA:</b> 5.5 – 6.0 en la Escala de Mohs c) <b>ALTERACIÓN:</b> Biotita de moderada a fuertemente alterada con clorita y Hematita. d) <b>REACCIÓN AL HCl (HIDROCLORURO):</b> Ninguna

FUENTE: LABORATORIO "THORN"

Se determinó que las piedras provenientes de las canteras de Puquio – Ayacucho, Santa Bárbara – Arequipa y Huacoto – Cusco; son piedras del tipo andesita, con dureza de media a alta y fracturamiento moderado, sin embargo la piedra que tiene una mejor distribución de cristales y accesorias es la que proviene de la cantera Santa Bárbara – Arequipa.



**4.9 TÍTULO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA PIEDRA LAJA**

Cantera de Puquio - Ayacucho:

$$P - 1 = 816.48 \text{ Kg/cm}^2$$

Cantera de Santa Bárbara - Arequipa:

$$S - 1 = 1587.56 \text{ Kg/cm}^2$$

Cantera de Huacoto - Cusco:

$$H - 1 = 771.12 \text{ Kg/cm}^2$$

**4.10 TÍTULO: RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LA PIEDRA LAJA**

Porcentaje de Desgaste = 16.50 %

**4.11 TÍTULO: DISEÑO DE MEZCLAS*****Dosificación por tanda en bolsa***

Cemento = 42.5 Kg/Bolsa

Agua Efectiva = 13.9 lt/Bolsa

Agregado fino húmedo = 86.7 Kg/Bolsa

Agregado grueso húmedo = 88.3 Kg/Bolsa

**4.12 TÍTULO: DETERMINACIÓN DEL SLUMP****TABLA N° 87  
DETERMINACIÓN DEL SLUMP**

DETERMINACIÓN DEL SLUMP							
DIA1	DIA2	DIA3	DIA4	DIA5	DIA6	DIA7	PROM
2.31	2.00	2.00	2.34	2.34	2.23	2.34	<b>2.22</b>

FUENTE: PROPIA

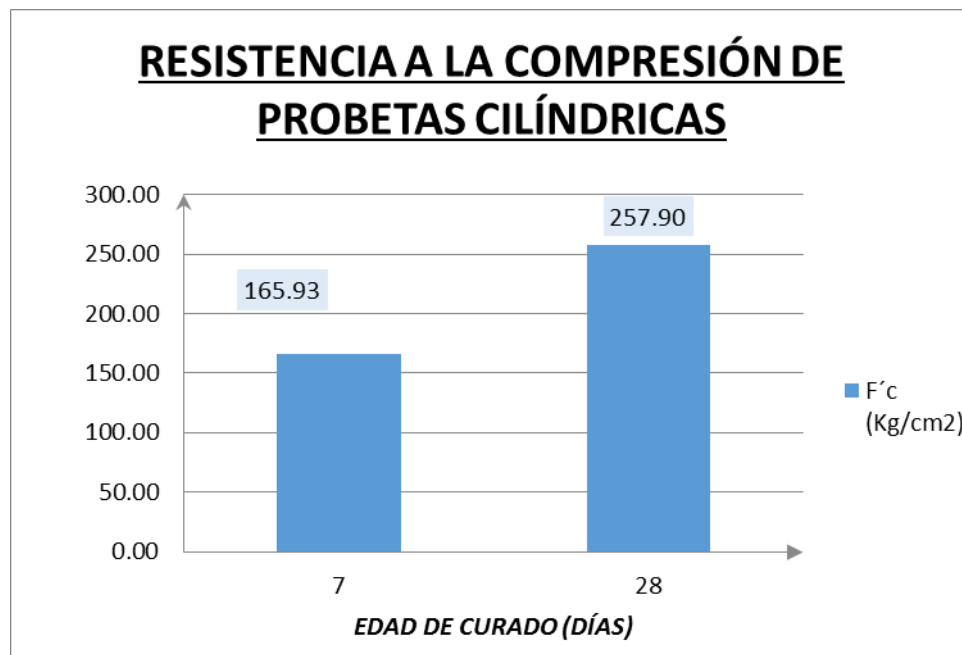
#### 4.13 TÍTULO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

**TABLA Nº 88**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS</b>		
<b>EDAD DE CURADO</b>	<b>F'c (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>% F'c</b>
7	165.93	67.73%
28	257.90	105.27%

FUENTE: PROPIA

**FIGURA Nº 87**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**



FUENTE: PROPIA

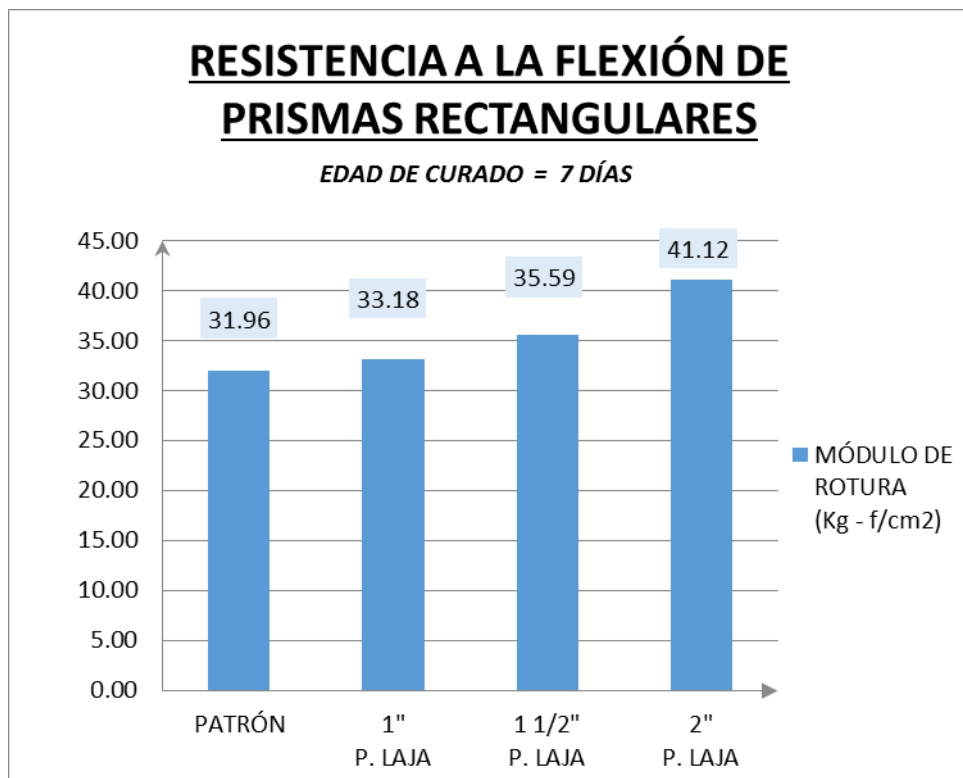
4.14 TÍTULO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO

TABLA Nº 89  
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES MÓDULO DE ROTURA (Kg - f/cm <sup>2</sup> )				
DÍAS DE CURADO	PATRÓN	1" P. LAJA	1 1/2" P. LAJA	2" P. LAJA
7	31.96	33.18	35.59	41.12
28	40.11	42.88	44.17	46.38

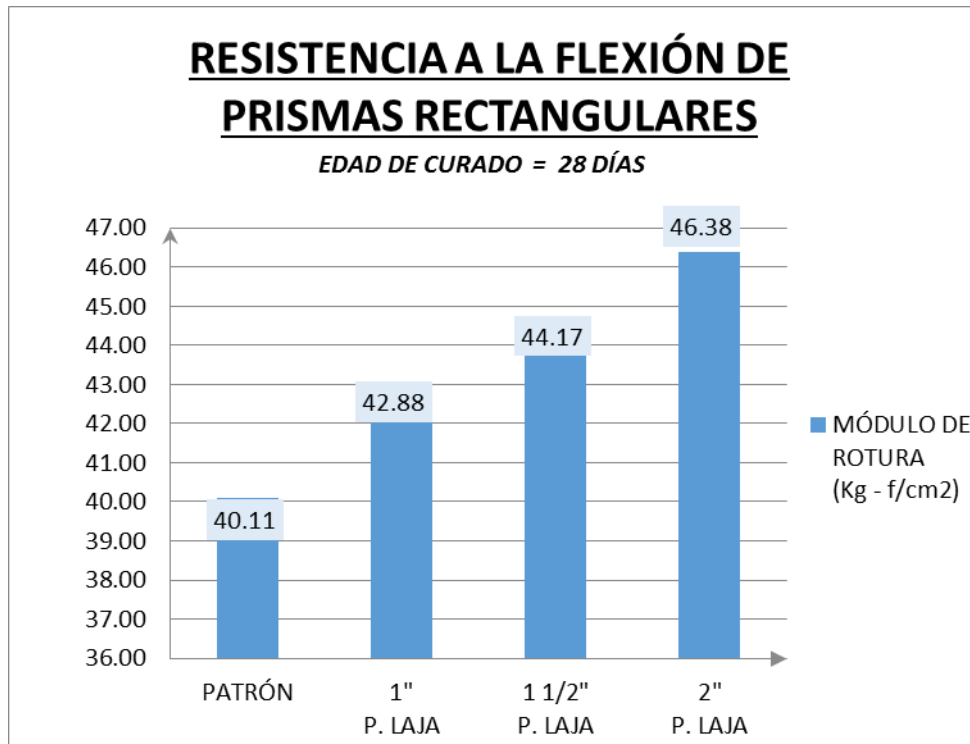
FUENTE: PROPIA

FIGURA Nº 88  
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO A LA EDAD DE CURADO DE 7 DÍAS



FUENTE: PROPIA

**FIGURA Nº 89**  
**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO A LA EDAD DE CURADO DE 28 DÍAS**



FUENTE: PROPIA

**TABLA Nº 90**  
**EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN A LA EDAD DE CURADO DE 28 DÍAS**

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN PARA DIFERENTES ESPESORES DE PIEDRA LAJA CON JUNTA SECA EMBEBIDA EN VIGUETAS DE CONCRETO, CON REFERENCIA A UNA VIGUETA DE CONCRETO TRADICIONAL				
	PATRÓN	1" P. LAJA	1 1/2" P. LAJA	2" P. LAJA
<b>MÓDULO DE ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	40.11	42.88	44.17	46.38
<b>INCREMENTO (%)</b>	0.00%	6.91%	10.12%	15.63%

FUENTE: PROPIA

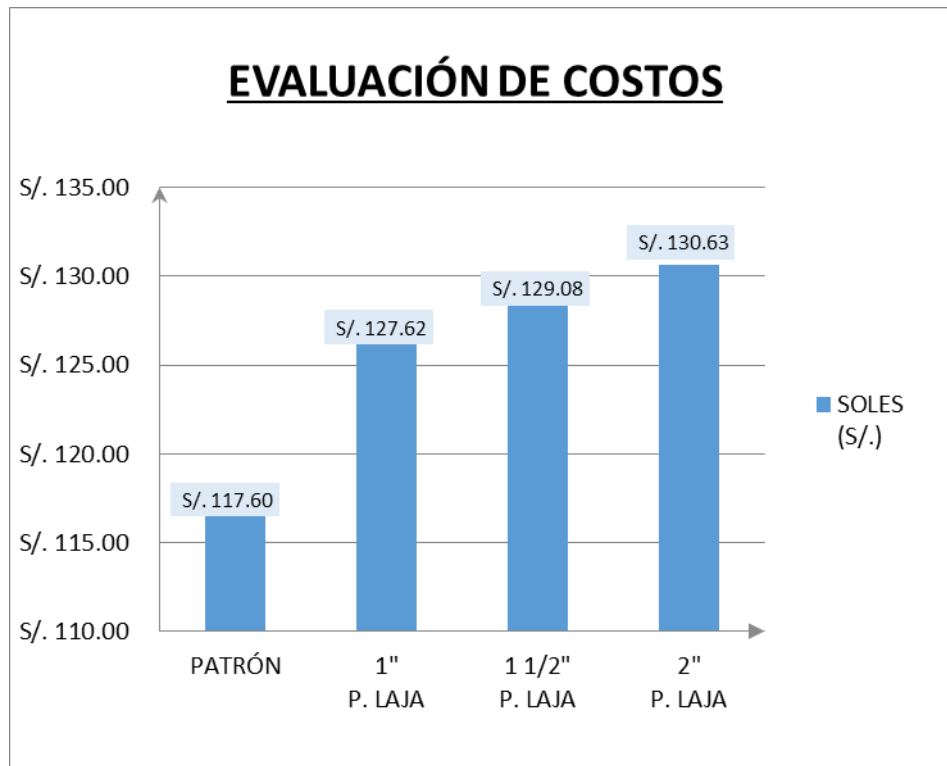
**4.15 TÍTULO: EVALUACIÓN DE COSTOS PARA DIFERENTES ESPEORES DE PIEDRA LAJA CON JUNTA SECA EMBEBIDA EN VIGUETAS DE CONCRETO CON REFERENCIA A UNA VIGUETA DE CONCRETO TRADICIONAL.**

**TABLA Nº 91  
EVALUACIÓN DE COSTOS**

EVALUACIÓN DE COSTOS PARA DIFERENTES ESPEORES DE PIEDRA LAJA CON JUNTA SECA EMBEBIDA EN VIGUETAS DE CONCRETO CON REFERENCIA A UNA VIGUETA DE CONCRETO TRADICIONAL DE (0.60 m x 0.18m x 0.18 m) ( S/. )			
PATRÓN	1" P. LAJA	1 1/2" P. LAJA	2" P. LAJA
S/. 117.60	S/. 127.62	S/. 129.08	S/. 130.63

FUENTE: PROPIA

**FIGURA Nº 90  
EVALUACIÓN COMPARATIVA DE COSTOS**



FUENTE: PROPIA

**TABLA Nº 92**  
**EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL INCREMENTO EN COSTOS**

	<b>EVALUACIÓN COMPARATIVA DE COSTOS PARA DIFERENTES ESPESORES DE PIEDRA LAJA CON JUNTA SECA EMBEBIDA EN VIGUETAS DE CONCRETO, CON REFERENCIA A UNA VIGUETA DE CONCRETO TRADICIONAL (0.60m x 0.18m x 0.18m)</b>			
	<b>PATRÓN</b>	<b>1" P. LAJA</b>	<b>1 1/2" P. LAJA</b>	<b>2" P. LAJA</b>
<b>COSTOS (S/.)</b>	S/. 117.60	S/. 127.62	S/. 129.08	S/. 130.63
<b>INCREMENTO (S/.)</b>	S/. -	S/. 10.02	S/. 11.48	S/. 13.03
<b>INCREMENTO (%)</b>	0.00%	8.52%	9.76%	11.08%

FUENTE: PROPIA

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

- **¿Qué tipo de arena se pudo caracterizar en la investigación?**

Según la ASTM en su norma (ASTM C33.- Standard Specification for Concrete Aggregates, 2013), la arena debe tener un módulo de fineza no menor de 2.3 ni mayor de 3.1. Como sabemos, si el módulo de fineza de una arena es de 2.3 se trata de una arena fina, si el módulo se encuentra entre 2.3 a 3.1 se trata de una arena mediana y si el módulo es mayor de 3.1 se trata de una arena gruesa. El módulo de fineza de la arena utilizada en la presente investigación es de 2.55, constituyendo una arena mediana.

- **¿Cuál es el espesor de piedra laja embebida en viguetas de concreto que incrementa más el valor de la resistencia a la flexión?**

El espesor de piedra laja que ha incrementado más el valor de la resistencia a la flexión del concreto fue el de 2". Obteniéndose un incremento del 15.63% respecto a la vigueta patrón en un tiempo de 28 días de curado.

- **De los resultados obtenidos respecto a Peso específico de agregados finos y gruesos ¿Cuál se utilizó en la presente investigación y por qué?**

El valor de peso específico utilizado en el diseño de mezclas para la presente investigación fue el de Peso específico aparente, mas no el de Peso específico de masa, ya que es el que más se ajusta a la realidad de campo y la presente investigación procura asemejarse lo mayormente posible a las condiciones de una obra de pavimentación articulada.

- **¿Qué temas nuevos se han presentado en el desarrollo de la investigación?**

Durante el desarrollo de la presente investigación, se han presentado temas de nuestro interés como son la proyección de la misma hacia una vía específica del centro histórico, para lo cual se sugiere la estimación de parámetros de diseño, EAL, ESAL, entre otros.

- **¿Qué aporte brinda la presente investigación?**

Se recomienda la presente investigación como un aporte para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal en las vías del centro histórico de la ciudad del Cusco y de otras ciudades representativas del país.

- **¿El tipo de junta tiene alguna influencia en la falla que se produce al ensayar las muestras?**

Se pudo observar que al realizar la ruptura de las viguetas con espesores de piedra laja de 1", 1 ½" y de 2", estas se rompieron como una sola unidad monolítica, además produjeron una falla uniforme y casi lineal en el punto medio de la viga donde fue ejercida la fuerza de flexión al corte.

- **¿Cómo se mejoraría la adherencia del embebido en las viguetas de concreto con espesores de piedra laja?**

En la investigación se labro juntas lineales cada 2 cm tanto horizontales como verticales en la parte posterior de cada laja, las cuales mejoraron significativamente la adherencia, el trabajo mecánico y el embebido de la piedra con el concreto. Para incrementar esa adherencia se podría labrar esas juntas de manera triangular y de menores separaciones.

- **¿Se podría corroborar que el material y tipo de laja usada influye en los costos y la resistencia?**

En la investigación se probó que la laja aumenta la resistencia a flexión al corte y que la laja usada por si misma tiene una gran resistencia, sin embargo el costo cuando se aumenta el espesor incrementa, si se usara otro tipo de material los parámetros ya calculados no variarían significativamente.





## GLOSARIO

### 1. AASHTO

La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes

### 2. Adosado

Colocar un material junto a otro para que le sirva de respaldo o apoyo.

### 3. Aire Atrapado

Vacíos en el concreto que se crean en el concreto de forma natural durante el proceso de mezclado.

### 4. Aire Incluido

Burbuja de aire incorporadas intencionalmente en el mortero o concreto durante el mezclado usualmente empleando un agente químico.

### 5. Alabeo

Distorsión que sufre una losa tomando una forma curvada hacia arriba o hacia abajo encorvando sus bordes.

### 6. Álcalis

Reacción química de los metales alcalinos e hidróxidos de amonio para que actúen como bases estabilizadoras en el concreto debido a su solubilidad en el agua.

### 7. Alquitranes.

Producto bituminoso negro, viscoso, semisólido, obtenido como residuo de la destilación, en ausencia de aire, de sustancias orgánicas que posean materias volátiles, fundamentalmente, hulla, lignito o madera.

**8. Aparejo**

Traba sobre la manera de disponer toda pieza ortoédrica y modulada, en la construcción para garantizar su unidad constructiva. Forma o modo en que quedan colocados los adoquines o piedras. Nombre con el que se denominan las diferentes maneras de colocar los adoquines en la construcción de pavimentos.

**9. ASTM**

Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales.

**10. Baches**

Pérdida de la carpeta en un lugar puntual de la superficie de rodamiento, motivado por diferentes factores principalmente relacionadas con la calidad de la capa subyacente, la filtración de agua o el progreso de la falla piel de cocodrilo. Lodazales

**11. Bituminosa**

Son sustancias de color negro, sólidas o viscosas, dúctiles, que se ablandan por el calor y comprenden aquellos cuyo origen son los crudos petrolíferos. carbonoso.

**12. Cales**

Término que designa todas las formas físicas en las que puede aparecer el óxido de calcio. Se obtiene como resultado de la calcinación de las rocas calizas o dolomías

**13. Cales Aéreas**

Es aquella que necesita la presencia de aire para fraguar y endurecer. Cuando se amasa y se mezcla con agua, forma una pasta que mejora la trabajabilidad, características de escurrimiento, penetración y la retención de agua de los morteros.

**14. Calor De Hidratación**

Calor producido por el proceso de hidratación como sucede durante el fraguado y endurecimiento del cemento portland.

**15. Cimbras**

Armazón de madera, metálico u otro material, que sostiene provisionalmente el peso de un Arco, Bóveda o cualquier otra estructura, durante el proceso de construcción de la misma.

**16. Cohesión**

Es la propiedad, acción y efecto de adherirse o reunirse las cosas entre sí. La cohesión, por lo tanto, implica algún tipo de unión o enlace.

**17. Conglomerante**

Material que sirve para unir fragmentos, partículas y agregados compactándolas, formando una sola masa.

**18. Contracción**

Cambio de volumen o deformación del concreto, que se produce en direcciones paralelas tangentes y perpendiculares.

**19. Deflexión**

Grado en el que un elemento estructural se desplaza bajo la aplicación de una fuerza o carga.

**20. Detritos**

Rocas sedimentarias compuestas esencialmente por fragmentos y granos procedentes de rocas preexistentes

**21. Dowels**

Es un elemento prefabricado que funciona como mecanismo de transferencia de carga entre las losas adyacentes para pavimentos de concreto.

**22. Eflorescencia**

Es la pérdida de agua del concreto, ocurre de forma natural, se puede evitar protegiéndola de la humedad y para esto es necesario sellarla.

**23. Embebida**

Sumergida, metida adentro, que se incluye dentro del pavimento de tal forma que sea una sola estructura.

**24. Escoria**

Materia residual de un alto horno que se emplea como capa en la construcción son conglomerantes puzolánicos que por enfriamiento rápido de una escoria de composición adecuada en estado de fusión, antes de usar se seca y se muele.

**25. Esquistos**

Grupo de rocas caracterizadas por la preponderancia de minerales laminares que favorecen su fragmentación en capas delgadas.

**26. Fibra**

Material en forma de filamento o de tejido muy usado como refuerzo en la construcción u otros componentes de materia plástica.

**27. Fisuras**

Defecto en un elemento o miembro constructivo que puede llegar a causar la rotura del mismo.

**28. Flujo Vehicular**

El tránsito vehicular (también llamado tráfico vehicular, o simplemente tráfico) es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Antes de cualquier diseño geométrico de una vía se deben conocer las características del tránsito que va a ocupar esa carretera o calle

**29. Foliación**

Disposición en láminas que adquiere la materia que forma ciertas rocas cuando estas se ven sometidas a grandes presiones

**30. Grietas**

Hendidura o abertura longitudinal, de ancho mayor de 1 mm, que se hace en un cuerpo sólido producido por diferentes causas tales como acciones exteriores o por defectos del material, dejándole inútil para su posible función estructural, y debilitado para su envoltura.

**31. Híbrido**

Elemento que está formado por distintas naturalezas y por ende tendrá un comportamiento diferente, sus propiedades se combinan y participan conjuntamente.

**32. Hidrófilo**

Es el comportamiento de toda molécula que tiene afinidad por el agua. En una disolución o coloide, las partículas hidrófilas tienden a acercarse y mantener contacto con el agua.

**33. Horsteno**

Roca densa sedimentaria de grano fino formada por cristales de cuarzo ensamblados de aproximadamente 30 micrones de diámetro.

**34. Intertrabados**

También denominados articulados, capa de rodamiento conformada por elementos uniformes, que se colocan en yuxtaposición adosados y que a través de la junta, permite una transferencia de cargas.

**35. Juntas**

Grietas planificadas previamente para asegurar la dilatación y contracción del concreto y así disminuir la aparición de grietas, son rellenadas con brea generalmente.

**36. Junta Seca**

Unión equilibrada entre piezas juntas de forma y acabado similar, unión constructiva que da un equilibrio estático a una estructura.

**37. Ligante**

Materiales cuya función principal es la de pegar o unir, reciben este nombre porque experimentan una transformación en su morfología física o química o incluso en ambas; al dar cohesión entre dos o más elementos. Se aplica a un sustrato adecuado para crear una capa entre éste y el subsiguiente.

**38. Lodazal**

Terreno lleno de lodo o barro donde la circulación de vehículos y peatones no es favorable.

**39. Losas**

Piedra grande y plana que generalmente se usa para pavimentar suelos, alicatar paredes.

**40. Losetas**

Losetas son piedras labradas de gran resistencia y características de piedra a la vista es como un mosaico o ladrillo cuadrado o rectangular de poco grosor y puede ser de distintos materiales y tamaños.

**41. NTP**

Normas Técnicas Peruanas, documentos que establecen las especificaciones de calidad de los productos, procesos y servicios.

**42. Pasta**

Producto que se obtiene si se mezcla un conglomerante con agua, en función de la proporción de agua que utilicemos, la pasta podrá tener más o menos consistencia

**43. Pasa juntas**

Barras de acero liso colocadas transversalmente a las juntas para transferir cargas de tráfico y restringir los movimientos horizontales de las juntas

**44. PCA**

Asociación de Cemento Portland, procedimiento para el diseño de un pavimento rígido

**45. Plástico**

El estado plástico del concreto consiste en el aglutinamiento de agregados gruesos, finos, aire y vacíos, estableciendo un comportamiento resistente debido en gran parte a la capacidad de la pasta para adherirse a los agregados y soportar esfuerzos de tracción y compresión, así como a un efecto puramente mecánico propiciado por el acomodo de las partículas inertes y sus características propias.

**46. Plegamientos**

Es una deformación de las rocas, generalmente sedimentarias, en la que elementos de carácter horizontal, como los estratos o los planos de esquistosidad, quedan curvados formando ondulaciones alargadas y más o menos paralelas entre sí.

**47. Pulverizados**

Reducir a partículas muy pequeñas un sólido para lograr alcanzar propiedades diferentes

**48. Refrendar**

Es el procedimiento de aplicación y moldeo sobre una superficie de carga en una probeta de concreto, destinado a corregir los defectos de planeidad y/o paralelismo entre las caras con el fin de obtener una distribución uniforme de tensiones durante la aplicación de la carga.

**49. Segregación**

La segregación está definida como la descomposición mecánica del concreto fresco en sus partes constituyentes cuando el agregado grueso tiende a separarse del mortero.

**50. Senderos De Calzadas**

Es la carpeta de rodadura que se forma en una calzada para el paso de vehículos y/o peatones.

**51. Serviciabilidad**

Es la condición necesaria de un pavimento para proveer a los usuarios un manejo seguro y confortable en un determinado momento.

**52. Slump**

Caracteriza el comportamiento del concreto fresco, o sea, su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndola homogénea con un mínimo de vacíos.

**53. Tamaño Máximo**

Es el tamaño anterior que aquél a través del cual se requiere que exista un retenido del material.

**54. Tamaño Máximo Nominal**

Es la abertura del tamiz en la que se encontró el primer peso del material retenido

**55. Tándem**

Elemento constituido por dos ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes, separados por una distancia menor a 2,4 metros.

**56. Terracería**

Conformado con material producto de corte o de banco, compactado al 90% de su peso volumétrico seco máximo con volúmenes de materiales





que se extraen o que sirven de relleno en la construcción de una vía terrestre.

#### **57. Tierras Diatomeas**

La tierra de diatomeas o diatomita es una roca sedimentaria formada por ciertos esqueletos silíceos de algas unicelulares marinas.

#### **58. Transitabilidad**

Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo.

#### **59. Trídem**

Elemento constituido por tres ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes, separados por distancias menores a 2,4 metros.

#### **60. Tufas**

Una roca porosa compuesta de carbonato de calcio y formada por precipitación a partir de agua que en su estructura tendrá carbonato de calcio depositado a partir de manantiales ricos en cal.



## CONCLUSIONES

La presente investigación nos ha permitido fortalecer nuestros conocimientos sobre el tema desarrollado, para así poder llegar a los resultados obtenidos, en donde se ha podido analizar, evaluar y expresarlos mediante las siguientes conclusiones:

### CONCLUSIÓN 1

Se ha podido demostrar la hipótesis general: “Al incrementar los espesores de piedra laja embebida en viguetas de concreto, se incrementa la resistencia a la flexión y costos; con referencia a una vigueta de concreto tradicional”; ya que al incrementar los espesores de piedra laja con junta seca embebida en viguetas de concreto, existe un incremento a los 7 y 28 días de curado en sus parámetros de resistencia a la flexión y costos, para un diseño de  $F'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ ; obteniéndose resultados máximos del módulo de rotura a los 7 días de  $41.12 \text{ kg/cm}^2$  en las viguetas con piedra laja embebida de 2” frente a  $31.96 \text{ kg/cm}^2$  de la vigueta patrón de concreto tradicional (Ver Tabla N° 89); así como resultados máximos del módulo de rotura a los 28 días de  $46.38 \text{ kg/cm}^2$  en las viguetas con piedra laja embebida de 2” frente a  $40.11 \text{ kg/cm}^2$  de la vigueta patrón de concreto tradicional (Ver Tabla N° 89). Asimismo, se obtuvo un costo máximo de S/. 130.63 para una vigueta con piedra laja embebida de 2” frente a S/. 117.60 de la vigueta patrón de concreto tradicional (Ver Tabla N° 91).

### CONCLUSIÓN 2

Se ha podido demostrar la Sub hipótesis 01: “Al utilizar 1” de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto se supera la resistencia a la flexión de la vigueta de concreto tradicional”; ya que al utilizar 1” de espesor de piedra laja con junta seca embebida en viguetas de concreto y evaluarlas comparativamente con viguetas de concreto tradicional; existe un incremento a los 7 días de curado en el parámetro de resistencia a la flexión para un diseño de  $F'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , obteniéndose resultados del módulo de rotura de  $33.18 \text{ kg/cm}^2$  en las viguetas con piedra laja embebida de 1” frente a  $31.96 \text{ kg/cm}^2$  de las viguetas patrón de concreto tradicional (Ver Tabla N° 89); asimismo, para 28 días se obtuvo resultados del módulo de rotura de  $42.88$



kg/cm<sup>2</sup> en las viguetas con piedra laja embebida de 1" frente a 40.11 kg/cm<sup>2</sup> de las viguetas patrón de concreto tradicional (Ver Tabla N° 89).

### CONCLUSIÓN 3

Se ha podido demostrar la Sub hipótesis 02: "Al utilizar 1 1/2" de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto se supera la resistencia a la flexión de la vigueta de concreto tradicional"; ya que al utilizar 1 1/2" de espesor de piedra laja con junta seca embebida en viguetas de concreto y evaluarlas comparativamente con viguetas de concreto tradicional; existe un incremento a los 7 días de curado en el parámetro de resistencia a la flexión para un diseño de  $F'c = 245$  kg/cm<sup>2</sup>, obteniéndose resultados del módulo de rotura de 35.59 kg/cm<sup>2</sup> en las viguetas con piedra laja embebida de 1 1/2" frente a 31.96 kg/cm<sup>2</sup> de las viguetas patrón de concreto tradicional (Ver Tabla N° 89); asimismo, para 28 días se obtuvo resultados del módulo de rotura de 44.17 kg/cm<sup>2</sup> en las viguetas con piedra laja embebida de 1 1/2" frente a 40.11 kg/cm<sup>2</sup> de las viguetas patrón de concreto tradicional (Ver Tabla N° 89).

### CONCLUSIÓN 4

Se ha podido demostrar la Sub hipótesis 03: "Al utilizar 2" de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto se supera la resistencia a la flexión de la vigueta de concreto tradicional"; ya que al utilizar 2" de espesor de piedra laja con junta seca embebida en viguetas de concreto y evaluarlas comparativamente con viguetas de concreto tradicional; existe un incremento a los 7 días de curado en el parámetro de resistencia a la flexión para un diseño de  $F'c = 245$  kg/cm<sup>2</sup>, obteniéndose resultados del módulo de rotura de 41.12 kg/cm<sup>2</sup> en las viguetas con piedra laja embebida de 2" frente a 31.96 kg/cm<sup>2</sup> de las viguetas patrón de concreto tradicional (Ver Tabla N° 89); asimismo, para 28 días se obtuvo resultados del módulo de rotura de 46.38 kg/cm<sup>2</sup> en las viguetas con piedra laja embebida de 2" frente a 40.11 kg/cm<sup>2</sup> de las viguetas patrón de concreto tradicional (Ver Tabla N° 89).

**CONCLUSIÓN 5**

Se ha podido demostrar la Sub hipótesis 04: “Al utilizar 1” de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto, el costo no es significativo, con referencia a una vigueta de concreto tradicional”, ya que realizando la comparación económica al utilizar 1” de espesor de piedra laja con junta seca embebida en viguetas patrón, el incremento del costo no es significativo con referencia a la vigueta patrón, obteniéndose valores de S/. 127.62 Soles para una vigueta con 1” de piedra laja embebida, frente a S/. 117.60 Soles para una vigueta patrón (Ver Tabla N° 91); significando que la variación en los costos de los insumos utilizados en la investigación, es de S/. 10.02 Soles, lo que representa el 8.52 % de incremento con respecto al costo original de la vigueta patrón (Ver Tabla N° 92).

**CONCLUSIÓN 6**

Se ha podido demostrar la Sub hipótesis 05: “Al utilizar 1 1/2” de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto, el costo es moderado, con referencia a una vigueta de concreto tradicional”, ya que realizando la comparación económica al utilizar 1 1/2” de espesor de piedra laja con junta seca embebida en viguetas patrón, el incremento del costo es moderado con referencia a la vigueta patrón, obteniéndose valores de S/. 129.08 Soles para una vigueta con 1 1/2” de piedra laja embebida, frente a S/. 117.60 Soles para una vigueta patrón (Ver Tabla N° 91); significando que la variación en los costos de los insumos utilizados en la investigación, es de S/. 11.48 Soles, lo que representa el 9.76 % de incremento con respecto al costo original de la vigueta patrón (Ver Tabla N° 92).

**CONCLUSIÓN 7**

Se ha podido demostrar la Sub hipótesis 06: “Al utilizar 2” de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto, el costo es significativo, con referencia a una vigueta de concreto tradicional”, ya que realizando la comparación económica al utilizar 2” de espesor de piedra laja con junta seca embebida en viguetas patrón, el incremento del costo es significativo con referencia a la vigueta patrón, obteniéndose valores de S/. 130.63 Soles para



una vigueta con 2" de piedra laja embebida, frente a S/. 117.60 Soles para una vigueta patrón (Ver Tabla N° 91); significando que la variación en los costos de los insumos utilizados en la investigación, es de S/. 13.03 Soles, lo que representa el 11.08 % de incremento con respecto al costo original de la vigueta patrón (Ver Tabla N° 92).



## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda ampliar la investigación, realizando el ensayo de resistencia a la flexión con carga de dos tercios y comparar los resultados obtenidos con los de la presente investigación.
2. Se recomienda ampliar la investigación, utilizando otro tipo de cemento como por ejemplo el de tipo HE, para evaluar parámetros de alta resistencia inicial y compararlos con los actuales.
3. Se recomienda que en el proceso del curado, se evite exponer mucho tiempo las probetas cilíndricas y prismas rectangulares al aire, debiendo acelerar el momento de desencofrar y sumergir en agua.
4. Habiéndose demostrado que la variación en costos de los insumos utilizados para la elaboración de viguetas con piedra laja embebida, es moderada en el caso de la piedra laja de 1 ½", se recomienda que esta, sea usada en zonas donde se necesite mantener la armonía con los elementos urbanos manteniendo un costo moderado.
5. Se recomienda realizar otras investigaciones a futuro acerca de pavimentos con acabados de piedra laja, adoquinados, embebidos en una losa de concreto utilizando diferentes aparejamientos y modificando el tipo de junta utilizando diferentes mezclas para su sellado y así evaluar la respuesta de estos ante esfuerzos suministrados al pavimento.

**REFERENCIAS**

1. *NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS*. (2010). Lima.
2. Abanto Castillo , F. (2000). *Tecnología del Concreto*. Lima: San Marcos.
3. Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del Concreto.- Teoría y Problemas*. Lima, Perú: San Marcos.
4. American Association of State Highway and Transportation. (2001). *AASHTO T88.-Standard Method of Test for Particle Size Analysis of Soils* .
5. American Society for Testing Materials. (1984). *ASTM C566.- Standard Test Method for Total Moisture Content of Aggregate by Dryng*.
6. American Society for Testing Materials. (1986). *ASTM C150.-Standard Specification for Portland Cement*.
7. American Society for Testing Materials. (1986). *ASTM C595.-Standard Specification for Blended Hydraulic Cements*.
8. American Society for Testing Materials. (1987). *ASTM C29.- Standard Test Method for Unit Weight and Voids in Aggregate*.
9. American Society for Testing Materials. (2004). *ASTM C128.- Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*.
10. American Society for Testing Materials. (2007). *ASTM D422.- Standard Test Method for Particle-size analysis of Soils*.
11. American Society for Testing Materials. (2008). *ASTM C192.-Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory*.
12. American Society for Testing Materials. (2008). *ASTM C293.-Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete using simple beam with center point loading*.
13. American Society for Testing Materials. (2008). *ASTM C39.- Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*.
14. American Society for Testing Materials. (2009). *ASTM C127.- Density and absorption of coarse aggregate*.
15. American Society for Testing Materials. (2010). *ASTM C2216.- Standard Test Method for Laboratory determination of water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass*.



16. American Society for Testing Materials. (2012). *ASTM C143.- Slump of Portland Cement Concrete.*
17. American Society for Testing Materials. (2012). *ASTM D2938-95.- Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Intact Rock Core Specimens.*
18. American Society for Testing Materials. (2013). *ASTM C33.- Standard Specification for Concrete Aggregates.*
19. American Society for Testing Materials. (2014). *ASTM C131.-Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine.*
20. Bonewitz, R. L. (2009). *Rocas y minerales: La guía visual definitiva.* Barcelona, España: Ediciones Omega S.A.
21. Bowles, J. E. (1981). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil.* Atlacomulco, Naucalpán de Juárez, México: McGraw Hill de México S.A. de C.V.
22. Cámara Peruana de la Construcción. (2003). *Costos y Presupuestos de Edificación.* Lima, Perú: Cámara Peruana de la Construcción.
23. Chacón, L. J., & Pinto, K. (2013). *Evaluación empírica de la estructura de pavimentos adoquinados para altos volúmenes de tránsito en el centro histórico de la ciudad de Cusco.* Cusco: Universidad Andina del Cusco.
24. Frederik, L. (1988). *The Chemistry of Cement and Concrete.* Londres: Edward Arnold Publishers.
25. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1991). *Metodología de la Investigación.* México: Mc Graw - Hill Interamericana de México, S.A. de C.V.
26. Higuera Sandoval, C. F., & Pacheco Merchán, O. F. (2010). Patología de Pavimentos Articulados. *Revista Ingenierías - Universidad de Medellín Colombia.*
27. Indecopi. (1999). *NTP 400.017.- Método de Ensayo para determinar el Peso Unitario del Agregado.*
28. Indecopi. (2001). *NTP 400.012.- AGREGADOS. Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global.*
29. Indecopi. (2002). *NTP 400.021.- Método de Ensayo Normalizado para Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.*





30. Indecopi. (2002). *NTP 400.022.- Método de Ensayo Normalizado para Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.*
31. Indecopi. (2009). *NTP 339.034.- Elaboracion y Curado de Especimenes de Concreto en Laboratorio.* Lima.
32. Indecopi. (2012). *NTP 339.079.- Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga en el centro del tramo.*
33. Indecopi. (2014). *NTP 400.037.- Especificaciones Normalizadas para agregado en Hormigon (Concreto).* Lima: Normas Tecnicas Peruanas.
34. Indecopi. (2014). *NTP 400.037.- Especificaciones para agregados.*
35. Instituto Boliviano del Cemento y el hormigón. (2009). *Diseño de espesores para pavimentos de hormigón en carreteras y calles - Método de la Portland Cement Association .* Bolivia: Ministerio de Transportes y Obras públicas del Ecuador.
36. Instituto de la Construcción y Gerencia. (2014). *Concreto: Diseño de mezclas.* Lima, Perú: ICG.
37. Instituto de la Construcción y Gerencia. (2014). *Concreto: Materiales para el concreto.* Lima, Perú: ICG.
38. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (2008). *Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto.* Mexico.
39. José Heredia & asociados C.A. (2004). *Clasificación de las fallas de pavimentos flexibles y rígidos.* Carabobo, Venezuela: Heredia.
40. Laura, S. (2006). *Diseño de Mezclas de Concreto.* Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
41. Ministerio de Transporte e Infraestructura de Nicaragua. (2008). *Manual para la revisión de diseños de pavimentos.* Nicaragua: División General de Planificación 2008.
42. Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú. (2000). *Manual de Ensayo de Materiales.* Lima, Perú.
43. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2000). *MTC E107.- Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado.*
44. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2000). *MTC E108.- Método de Ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.*



45. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2000). *MTC E207.- Abrasión Los Ángeles (L.A.) al Desgaste de los Agregados de tamaños menores de 37.5 mm. (1 1/2")*.
46. Monje Álvarez, C. A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica*. Neiva, Colombia: Universidad Surcolombiana.
47. Morales Morales, R. (2010). *Diseño en Concreto Armado*. Lima, Perú: ICG.
48. Moreno Bayardo, M. G. (2000). *Introducción a la metodología de la investigación educativa II*. Guadalajara, Jalisco, México: Editorial Progreso SA.
49. Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas* (Cuarta ed.). México: Pearson Educación.
50. Municipalidad Provincial del Cusco. (1992). *Código Municipal para la Protección de la Ciudad Histórica del Qosqo*. Cusco, Perú: Municipalidad Provincial del Cusco.
51. Pasquel Carbajal, E. (1993). *Tópicos de Tecnología del Concreto* (Segunda ed.). Lima, Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.
52. Pérez Gómez, L. A. (2006). *Recomendaciones para procesos constructivos en revestimientos pétreos de fachadas* (Vol. Universidad Nacional de Colombia). Bogotá: Punto Aparte.
53. Philip, O. (1990). *Water and its role in concrete*. USA.
54. Popovics, S. (1979). *Concrete: Making Materials*. Mc Graw Hill.
55. Popper, K. R. (1980). *La lógica de la investigación científica*. Madrid, España: Tecnos Madrid.
56. Reglamento Nacional de Edificaciones. (2015). *Norma E060 Concreto Armado*. Lima: Macro.
57. Rivva López, E. (1992). *Tecnología del Concreto*. Lima, Perú: Hozlo S.C.R.L.
58. Rivva López, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Lima, Perú: AciPerú.
59. Rivva López, E. (2014). *Concreto: Diseño de Mezclas*. Lima, Perú: ICG.
60. S. Merritt, F. (1982). *Manual del Ingeniero Civil*. Mexico: McGraw - Hill.
61. Sánchez De Guzmán, D. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Bogotá, Colombia: Bhandar Editores.

## ANEXOS

### 1. PANEL FOTOGRÁFICO



SELECCIÓN DE AGREGADO, TAMIZADO DE HORMIGÓN PARA OBTENER AGREGADO FINO



LAVADO DE AGREGADO FINO Y GRUESO



*ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO Y GRUESO*



*ENTREVISTA CON INGENIERO GEÓLOGO ESPECIALISTA EN DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA PETROGRÁFICA*



*ANÁLISIS ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE DE PIEDRA LAJA*



*ADQUISICIÓN Y ACARREO DE CEMENTO*



*ADQUISICIÓN Y ACARREO DE PIEDRA LAJA*



*PREPARACIÓN DE MEZCLADORA Y CONTENEDORES PARA  
CURADO DE LAS VIGUETAS Y BRIQUETAS DE CONCRETO*



*PESAJE DE LA DOSIFICACIÓN PARA EL DÍA DE VACIADO*



*VARILLADO DE BRIQUETAS Y VIGUETAS DE CONCRETO*



*DETERMINACIÓN DEL SLUMP*



*BRIQUETAS Y VIGUETAS PATRÓN DE CONCRETO VACIADOS*



*INCISIONES A LA PIEDRA LAJA PARA GARANTIZAR LA ADHERENCIA Y TRABAJABILIDAD MONOLÍTICA DE LAS VIGUETAS*



*COLOCACIÓN DE LA PIEDRA LAJA EMBEBIDA EN LAS VIGUETAS DE CONCRETO*



*VIGUETAS CON PIEDRA LAJA EMBEBIDA VACIADAS*





*CURADO DE BRIQUETAS Y VIGUETAS DE CONCRETO*



*ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE BRIQUETAS*



*ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGUETAS*



*CURADO DE BRIQUETAS Y VIGUETAS DE CONCRETO*



*ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE BRIQUETAS Y VIGUETAS*



*CONFECCIÓN DE PLANCHAS METÁLICAS Y APOYOS PARA  
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN*



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS (BRIQUETAS)**



TESIS ARENAS MORMONTOY  
23/02/2016

**VIGUETAS PATRÓN Y BRIQUETAS A SER SOMETIDOS A LOS ENSAYOS RESPECTIVOS**



TESIS ARENAS MORMONTOY  
24/02/2016

**ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS PATRÓN**



TESIS ARENAS MORMONTOY  
28/01/2016

**ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON PIEDRA EMBEBIDA DE 1"**



VIGUETAS ENSAYADAS

JUNTAS QUE MEJORAN LA ADHERENCIA DE LA PIEDRA EN EL CONCRETO



TIPO DE CORTE EN VIGUETAS

ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON PIEDRA EMBEBIDA DE 1”



ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON PIEDRA EMBEBIDA DE 1 1/2”



SECCIÓN RECREADA DE UN PAVIMENTO ARTICULADO, UTILIZANDO LAS VIGUETAS (CON PIEDRA EMBEBIDA DE 1 1/2") SOMETIDAS A FLEXIÓN



VIGUETAS CON PIEDRA EMBEBIDA DE 1 1/2", SOMETIDAS AL ENSAYO A FLEXIÓN

SUPERVISIÓN DEL ING. EDSON SALAS, DOCENTE DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL



SUPERVISIÓN DEL ASESOR DE TESIS



TESIS ARENAS MORMONTOY



TESIS ARENAS MORMONTOY  
08/02/2016

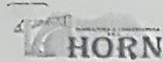
ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON PIEDRA EMBEBIDA DE 2"

2. MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN Y COSTOS; PARA DIFERENTES ESPESORES DE PIEDRA LAJA CON JUNTA SECA EMBEBIDA EN VIGUETAS DE CONCRETO, CON REFERENCIA A UNA VIGUETA DE CONCRETO TRADICIONAL				
1.- PROBLEMA	2.- OBJETIVO	3.- HIPOTESIS	4.- VARIABLES	5.- INDICADORES
1.1.- PROBLEMA GENERAL:	2.1.- OBJETIVO GENERAL:	3.1.- HIPOTESIS GENERAL:	4.1.- VARIABLES INDEPENDIENTES:	5.1.-INDICADORES DE VARIABLES INDEPENDIENTES
PG: ¿CUÁL SERÁ LA EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN Y COSTOS; PARA DIFERENTES ESPESORES DE PIEDRA LAJA CON JUNTA SECA EMBEBIDA EN VIGUETAS DE CONCRETO; CON REFERENCIA A UNA VIGUETA DE CONCRETO TRADICIONAL?	OG: "ANALIZAR COMPARATIVAMENTE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y COSTOS; PARA DIFERENTES ESPESORES DE PIEDRA LAJA CON JUNTA SECA, EMBEBIDA EN VIGUETAS DE CONCRETO; CON REFERENCIA A UNA VIGUETA DE CONCRETO TRADICIONAL".	HG: AL INCREMENTAR LOS ESPESORES DE PIEDRA LAJA EMBEBIDA EN VIGUETAS DE CONCRETO, SE INCREMENTA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y COSTOS; CON REFERENCIA A UNA VIGUETA DE CONCRETO TRADICIONAL.	1.- Piedra laja 2.- Agregado Grueso 3.- Agregado Fino 4.- Cemento 5.- Agua Potable	1.- Dimensiones de espesor (pulg.): 1", 1.5", 2". 2.- % retenido (kg). 3.- % retenido (kg). 4.- bolsa. 5.- m3.
1.2- PROBLEMAS ESPECIFICOS:	2.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS:	3.2- SUB HIPÓTESIS	4.2- VARIABLES DEPENDIENTES	5.2.-INDICADORES DE VARIABLES DEPENDIENTES
PE1. ¿Cuál será la evaluación comparativa de la resistencia a la flexión para 1" de espesor de piedra laja con junta seca embebida en viguetas de concreto, con referencia a una vigueta de concreto tradicional?	OE1. Analizar comparativamente la resistencia a la flexión para 1" de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto, con referencia a una vigueta de concreto tradicional.	SH1. Al utilizar 1" de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto se supera la resistencia a la flexión de la vigueta de concreto tradicional.	Resistencia a la Flexión	Resistencia a la flexión para 1" de espesor de piedra laja
PE2. ¿Cuál será la evaluación comparativa de la resistencia a la flexión para 1 1/2" de espesor de piedra laja con junta seca embebida en viguetas de concreto, con referencia a una vigueta de concreto tradicional?	OE2. Analizar comparativamente la resistencia a la flexión para 1 1/2" de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto, con referencia a una vigueta de concreto tradicional.	SH2. Al utilizar 1 1/2" de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto se supera la resistencia a la flexión de la vigueta de concreto tradicional.	Resistencia a la Flexión	Resistencia a la flexión para 1 1/2" de espesor de piedra laja
PE3. ¿Cuál será la evaluación comparativa de la resistencia a la flexión para 2" de espesor de piedra laja con junta seca embebida en viguetas de concreto, con referencia a una vigueta de concreto tradicional?	OE3. Analizar comparativamente la resistencia a la flexión para 2" de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto, con referencia a una vigueta de concreto tradicional	SH3. Al utilizar 2" de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto se supera la resistencia a la flexión de la vigueta de concreto tradicional.	Resistencia a la Flexión	Resistencia a la flexión para 2" de espesor de piedra laja
PE4. ¿Cuál será la evaluación comparativa de los costos para 1" de espesor de piedra laja con junta seca embebida en viguetas de concreto, con referencia a una vigueta de concreto tradicional?	OE4. Analizar comparativamente los costos para 1" de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto, con referencia a una vigueta de concreto tradicional.	SH4. Al utilizar 1" de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto, el incremento del costo no es considerable, con referencia a una vigueta de concreto tradicional.	Costos	Costo de la partida 1" de espesor de piedra laja
PE5. ¿Cuál será la evaluación comparativa de los costos para 1 1/2" de espesor de piedra laja con junta seca embebida en viguetas de concreto, con referencia a una vigueta de concreto tradicional?	OE5. Analizar comparativamente los costos para 1 1/2" de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto, con referencia a una vigueta de concreto tradicional.	SH5. Al utilizar 1 1/2" de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto, el incremento del costo no es considerable, con referencia a una vigueta de concreto tradicional.	Costos	Costo de la partida 1 1/2" de espesor de piedra laja
PE6. ¿Cuál será la evaluación comparativa de los costos para 2" de espesor de piedra laja con junta seca embebida en viguetas de concreto, con referencia a una vigueta de concreto tradicional?	OE6. Analizar comparativamente los costos para 2" de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto, con referencia a una vigueta de concreto tradicional.	SH6. Al utilizar 2" de espesor de piedra laja con junta seca, embebida en viguetas de concreto, el incremento del costo es considerable, con referencia a una vigueta de concreto tradicional.	Costos	Costo de la partida 2" de espesor de piedra laja



## 3. APORTES ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA: LABORATORIO "THORN"



CONSULTORA EN: Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública, Geotecnia, Impacto Ambiental, Asesoramiento de Proyectos, Minería, Asesoramiento Legal  
CONSTRUCTORA EN: Ejecución, Supervisión de Proyectos, Obras Civiles, Arquitectura

## DESCRIPCION PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA

**MUESTRA:** H – 1  
**LUGAR:** Huacoto - Cusco  
**FECHA:** 11/01/2016  
**POR:** Ing. Mauro Zegarra Carreón.

1. **TEXTURA:** Porfídica. Fenocristales de biotita en una matriz de grano fino. Con evidente estructura de flujo (Planos paralelos de 3 a 10 mm de espesor).

- a. **COLOR:** Gris claro a gris parduzco.
- b. **TAMAÑO DE LOS FENOCRISTALES:** De 0.4 a 1.5 mm.

2. **COMPOSICION MINERALOGICA:**

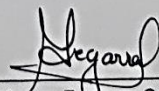
- a. **PRINCIPAL:** Plagioclasa Na-Ca
- b. **ACCESORIA:** Cuarzo y biotita

3. **TIPO Y NOMBRE DE LA ROCA:**

- a. **TIPO:** Ignea - volcánica
- b. **NOMBRE:** Andesita porfírica de biotita.

4. **OTROS**

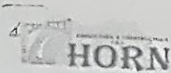
- a. **Grado de fracturamiento:** Moderado. La estructura de flujo determina planos de debilidad.
- b. **Dureza:** 5.5 – 6.0 en la escala de Mohs
- c. **Alteración:** Biotita de moderada a fuertemente alterada a clorita y hematita.
- d. **Reacción al HCl:** Ninguna

  
Ing. Mauro Zegarra Carreón  
CIP 24395

Consultoría:  
Apurímac - Abancay  
Cusco - Cusco  
E - mails

: Jr.: dos de Mayo N°214  
: Urb. Micaela Bastidas C - 7  
: thorn1674@hotmail.com  
: thorn1674@gmail.com

Cel.: RPC 950312211  
Cel.: 974581264 - 979709495 - 984449389



CONSULTORA EN: Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública, Geotecnia, Impacto Ambiental, Asesoramiento de Proyectos, Minería, Asesoramiento Legal  
CONSTRUCTORA EN: Ejecución, Supervisión de Proyectos, Obras Civiles, Arquitectura

## DESCRIPCION PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA

**MUESTRA:** P – 1  
**LUGAR:** Puquio - Ayacucho  
**FECHA:** 11/01/2016  
**POR:** Ing. Mauro Zegarra Carreón.

1. **TEXTURA:** Porfídica. Fenocristales de plagioclasa y biotita en una matriz de grano fino. Con estructura de flujo (Planos paralelos alternados en colores grises y rosáceos)) que definen la propiedad de explotarse como lajas.

a. **COLOR:** Gris verdoso a pardo rosáceo

b. **TAMAÑO DE LOS FENOCRISTALES:** De 0.5 a 3.0 mm.

2. **COMPOSICION MINERALOGICA:**

a. **PRINCIPAL:** Plagioclasa Na - Ca

b. **ACCESORIA:** Biotita y hornblenda..

3. **TIPO Y NOMBRE DE LA ROCA:**

a. **TIPO:** Ignea - volcánica

b. **NOMBRE:** Andesita porfírica de biotita.

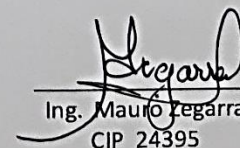
4. **OTROS**

a. **Grado de fracturamiento:** Moderado. La estructura de flujo determina planos de debilidad.

b. **Dureza:** 6 en la escala de Mohs

c. **Alteración:** Ferromagnesianos (Biotita-hornblenda) débilmente alterados a clorita y óxidos de Fe.

d. **Reacción al HCl:** Ninguna

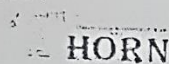


Ing. Mauro Zegarra Carreón  
CIP 24395

Consultoría:  
Apurímac - Abancay  
Cusco - Cusco  
E - mails

: Jr.: dos de Mayo N°214  
: Urb. Micaela Bastidas C - 7  
: thorn1674@hotmail.com  
: thorn1674@gmail.com

Cel.: RPC 950312211  
Cel.: 974581264 - 979709495 - 984449389



CONSULTORA EN: Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública, Geotecnia, Impacto Ambiental, Asesoramiento de Proyectos, Minería, Asesoramiento Legal  
CONSTRUCTORA EN: Ejecución, Supervisión de Proyectos, Obras Civiles, Arquitectura

## DESCRIPCIÓN PETROGRAFICA MACRÓSCOPICA

**MUESTRA:** S - 1  
**LUGAR:** Santa Bárbara - Arequipa  
**FECHA:** 11/01/2016  
**POR:** Ing. Mauro Zegarra Carreón.

1. **TEXTURA:** Porfídica. Fenocristales de plagioclasa, y ferromagnesianos en una matriz de grano fino.

a. **COLOR:** Gris verdoso a gris parduzco.

b. **TAMAÑO DE LOS FENOCRISTALES:** De 0.5 a 2.0 mm.

2. **COMPOSICION MINERALOGICA:**

a. **PRINCIPAL:** Plagioclasa Na-Ca

b. **ACCESORIA:** Hornblenda y biotita.

3. **TIPO Y NOMBRE DE LA ROCA:**

a. **TIPO:** Ignea - volcánica

b. **NOMBRE:** Andesita porfírica de hornblenda.

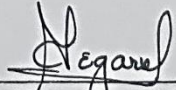
4. **OTROS**

a. **Grado de fracturamiento:** Moderado.

b. **Dureza:** 6 en la escala de Mohs

c. **Alteración:** Ferromagnesianos alterados de débil a moderadamente a clorita y óxidos de Fe (Hematita - limonita) y plagioclasa moderadamente a epidota.

d. **Reacción al HCl:** Ninguna

  
Ing. Mauro Zegarra Carreón  
CIP 24395

Consultoría:  
Apurímac - Abancay  
Cusco - Cusco  
E - mails

: Jr.: dos de Mayo N°214  
: Urb. Micaela Bastidas C - 7  
: thorn1674@hotmail.com  
thorn1674@gmail.com

Cel.: RPC 950312211  
Cel.: 974581264 - 979709495 - 984449389



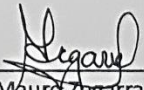
CONSULTORA EN: Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública, Geotecnia, Impacto Ambiental, Asesoramiento de Proyectos, Minería, Asesoramiento Legal

CONSTRUCTORA EN: Ejecución, Supervisión de Proyectos, Obras Civiles, Arquitectura



### ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

Descripción	Código muestra	Fecha	Carga Kg	Area Cm <sup>2</sup>	Resistencia Kg/ cm <sup>2</sup>
Andesita porfirítica de biotita	P - 1	11/01/2016	20,412	25	816.48
Andesita porfirítica de homblenda	S - 1	11/01/2016	39,689	25	1,587.56
Andesita porfirítica de biotita	H - 1	11/01/2016	19,278	25	771.12

  
 Ing. Mauro Zegarra Carreón  
 CIP 24395

Consultoría:  
 Apurímac - Abancay  
 Cusco - Cusco  
 E - mails

: Jr.: dos de Mayo N°214  
 : Urb. Micaela Bastidas C - 7  
 : thorn1674@hotmail.com  
 : thorn1674@gmail.com

Cel.: RPC 950312211  
 Cel.: 974581264 - 979709495 - 984449389

