

$$P_{em} = 2.272 \text{ gr/cm}^3$$

- Peso específico de una masa saturada con superficie seca:

$$Pe_{SSS} = \frac{B}{B - C}$$

$$Pe_{SSS} = \frac{2720.0}{2720.0 - 1597.0}$$

$$Pe_{SSS} = 2.42 \text{ gr/cm}^3$$

- Peso específico aparente

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

$$Pe_a = \frac{2552.0}{2552.0 - 1597.0}$$

$$Pe_a = 2.672 \text{ gr/cm}^3$$

b) Tablas y Diagramas.

Tabla 53. Peso específico concreto reciclado.

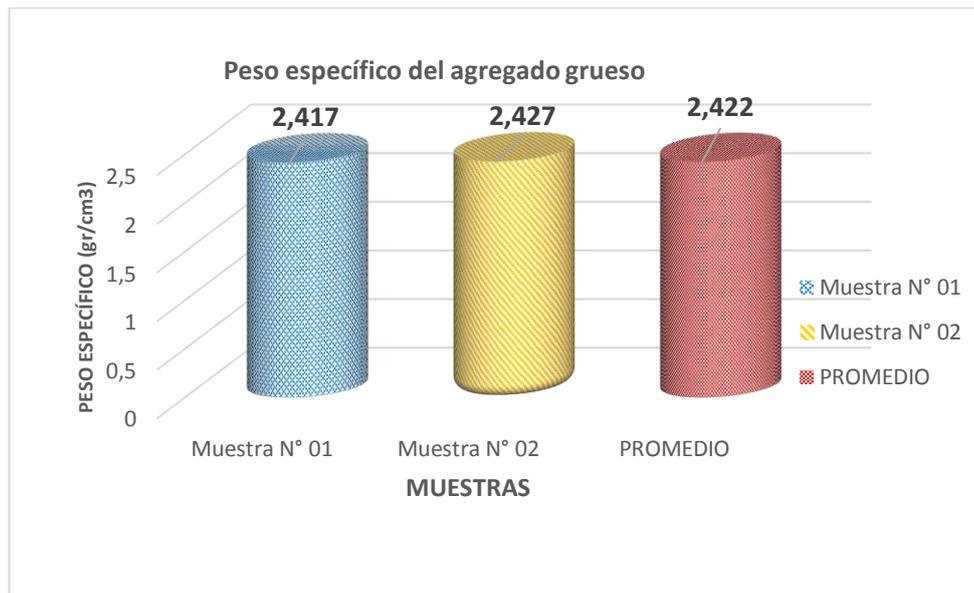
MTC E 206 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-127 y AASHTO T-85

Descripción	Muestra N° 01	Muestra N° 02	PROMEDIO
Peso en el aire de la Muestra Seca (gr)	2527.00	2577.00	2552
Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (gr)	2695.00	2745.00	2720
Peso de la Muestra Sumergida en la Balanza de Flotabilidad (gr)	1580.00	1614.00	1597
Peso del Agua Absorbida (gr)	168.00	168.00	168
Peso Específico Aparente (gr/cm ³)	2.266	2.279	2.2725
Peso Específico Aparente Saturado con superficie seca (gr/cm ³)	2.417	2.427	2.422
Peso Específico Nominal (gr/cm ³)	2.668	2.676	2.672

Cálculo del % de Error	%	Cumple máx. 2 %
Cálculo del % de Error	0.28%	Si!

Fuente. Elaboración propia.

Figura 33. Peso específico reciclado.



Fuente. Elaboración propia.

Peso Específico Aparente SSS = 2.42 gr/cm³

3.6.12.2 Absorción Concreto Reciclado.

a) Procesamiento de datos

➤ Absorción

$$Absorción = \frac{B - A}{A}$$

A= peso en el aire de la muestra secada en el horno (gr)

B= peso de la muestra superficialmente seca (gr)

C= peso de la muestra en agua (gr)

$$Absorción = \frac{2720.0 - 2552.0}{2552.0}$$

$$Absorción = 6.58\%$$

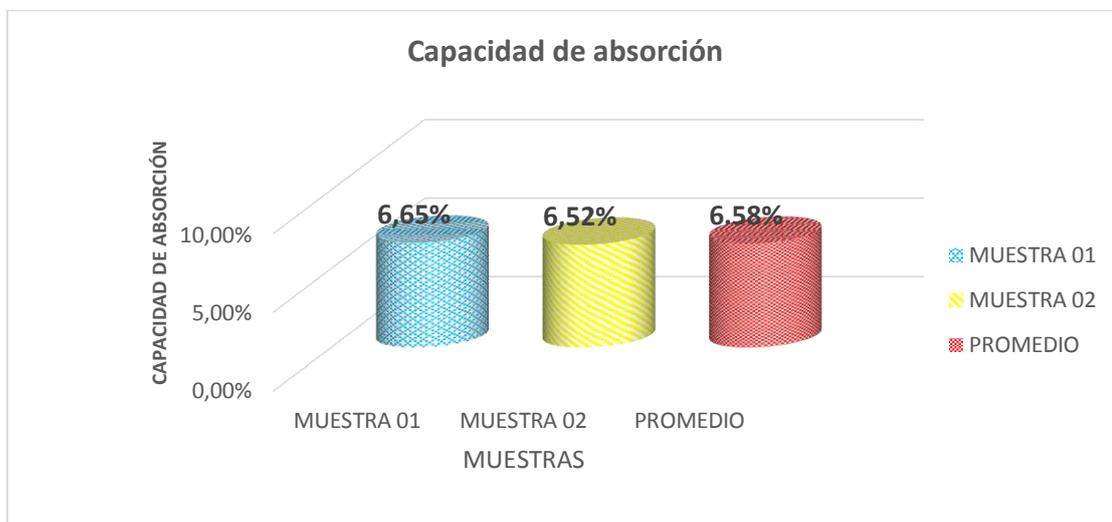
b) Tablas y Diagramas.

TABLA 54. Absorción Reciclado

MTC E 205 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-128 y AASHTO T-84

Descripción	Muestra N° 01	Muestra N° 02	Promedio
Peso en el aire de la Muestra Seca (gr)	2527	2577	2552
Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (gr)	2695	2745	2720
Peso del Agua Absorbida (gr)	168	168	168
Peso Específico Nominal (gr/cm ³)	6.65%	6.52%	6.59%

Fuente. Elaboración propia.



Fuente. Elaboración propia.

Capacidad De Absorción = 6.58%**c) Análisis de la prueba**

Esta propiedad es importante porque radica en la obtención de los volúmenes que ocupara un agregado en el concreto de manera más exacta. De los valores obtenidos de 2.42 gr/cm³, se concluye que el material tiene un regular peso específico, debido a que es un agregado obtenido mediante la trituración de briquetas.

3.6.13 Resistencia al Desgaste Concreto Reciclado.

a) Procesamiento de datos

Se calcula y reporta como resultado de la prueba, el desgaste por abrasión, utilizando la siguiente expresión:

$$\% \text{ de Desgaste} = \frac{P1 - P2}{P1} * 100$$

Donde:

P1= Peso seco Inicial (gr)

P2= Peso luego de proceso de abrasión (gr)

$$\% \text{ de Desgaste} = \frac{5000.0 - 3130.0}{5000.0} * 100$$

$$\% \text{ de Desgaste} = 37.4\%$$

b) Tablas y Diagramas.

TABLA 55. Resistencia al Desgaste Concreto Reciclado.

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso seco inicial (gr)	P1	5000	gr.
Peso luego de proceso de abrasión (gr)	P2	3130	gr.
Pérdida de peso (gr)	P1 - P2	1870	gr.
% DE DESGASTE	P1-P2/ P1	37.4	%
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.			

c) Análisis de la prueba

Para el análisis de este estudio es el material reciclado que utilizamos y decimos que es bueno ya que su porcentaje de abrasión está en los rangos permitidos según la norma.

3.6.14 Granulometría Concreto Reciclado.

a) Procesamiento de datos

TABLA 56. Análisis Granulométrico del Agregado Reciclado.

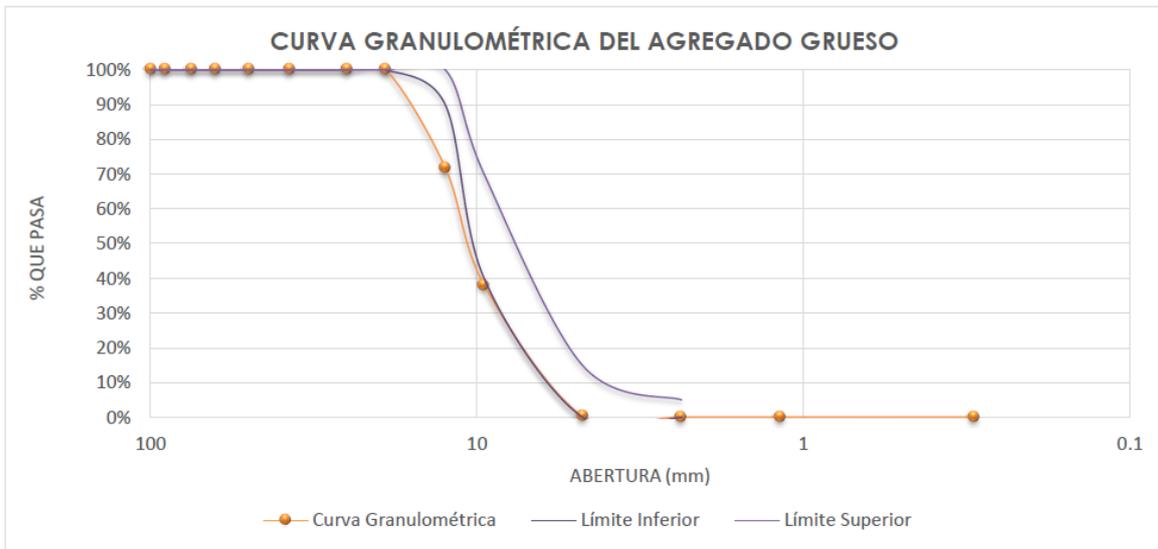
MTC E 204 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-136 y AASHTO T-27

Datos del lavado de la Muestra							
Antes del Lavado - Peso de la Muestra Seca =		2545.00 gr					
Después del Lavado - Peso de la Muestra Seca =		2544.00 gr	Cumple Máx.0.30 %				
Cálculo del % de Error en Peso =		- 0.16%	SI				
Tamiz Nº	Abertura del Tamiz (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa	Huso Granulométrico	
						Límite Inferior	Límite Superior
4"	100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
3½"	90	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
3"	75	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
2½"	63	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
2"	50	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1½"	37.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1"	25	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
¾"	19	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
½"	12.5	715.70	28.09%	28.12%	71.88%	90%	100%
⅜"	9.5	858.90	33.71%	61.87%	38.13%	40%	70%
Nº 4	4.75	959.10	37.64%	99.56%	0.44%	0%	15%
Nº 8	2.36	8.20	0.32%	99.88%	0.12%	0%	5%
Nº 16	1.18	0.50	0.02%	99.90%	0.10%		
Nº 50	0.30	1.40	0.05%	99.95%	0.05%		
Bandeja		4.20	0.16%	100.12%			
acción Retenida en Lavado =		2548.00	100.00%				

Fracciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra

de grava (Retiene Tamiz Nº 4) =	99.56%	
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) =	0.56%	
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) =	0.04%	Huso Granulométrico:
Total:	100.00%	7

FIGURA 34. Curva Granulométrica.



Fuente. Elaboración Propia.

$$MF = \sum \% \text{ Retenido Acumulado } 3", 1\frac{1}{2}", 3/4", 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100$$

$$\text{Módulo de Fineza} = 6.6$$

Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"	Tamaño Máximo Nominal = 1/2"
-------------------------------	------------------------------

c) Análisis de la prueba

Dentro del agregado grueso reciclado se logró observar que la curva granulométrica de este agregado grueso si queda entre los dos límites y está dentro de los parámetros que estipula la norma.

3.6.15 Diseño de Mezclas

a) Procesamiento de datos

Los pasos a seguir según este método están resumidos en los siguientes:

PASO 1: Selección del asentamiento (SLUMP TEST)

PASO 2: Selección del tamaño máximo del agregado

PASO 3: Estimación del agua de mezcla según tabla.

PASO 4: Selección de la relación agua cemento según tabla.

PASO 5: Calculo del contenido de cemento

PASO 6: Estimación del contenido de agregado grueso

PASO 7: Estimación del contenido de agregado fino

PASO 8: Ajuste por contenido de humedad de los agregados

- Selección de la Resistencia Requerida f'_{cr}

Cuando no se conocen estadísticas de la resistencia del concreto (Factor de Seguridad). Según Norma E.060 Concreto Armado, Capítulo 3 Requisitos de la Construcción, Artículo 4.3.2 Cálculo de la Resistencia Promedio Requerida, Tabla 4.3.2b. Se pueden tomar los valores siguientes:

Tabla 57. Resistencia requerida

$f'_c < 210 \text{ kg/cm}^2$	$f'_{cr} = f'_c + 70 \text{ kg/cm}^2$
$210 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	$f'_{cr} = f'_c + 85 \text{ kg/cm}^2$
$350 \text{ kg/cm}^2 < f'_c$	$f'_{cr} = f'_c + 98 \text{ kg/cm}^2$

FUENTE: NTP 399.611

Por lo tanto la Resistencia Promedio Requerida será: $f'_{cr} = 478 \text{ kg/cm}^2$

- Volumen de Agua y Contenido de Aire Atrapado por metro cúbico de Concreto

Asentamiento = 2"

Tamaño Máximo Nominal = 1/2"

- Selección del Volumen de Agua por metro cúbico de Concreto

Por lo tanto, el Volumen de Agua será: 199 lt/m³

- Selección del Contenido de Aire Atrapado por metro cúbico de Concreto

Por lo tanto, el Volumen de Aire será: 2.50%

- **Relación Agua/Cemento y Contenido de Cemento**

Diseño por Resistencia $f'_{cr} = 478 \text{ kg/cm}^2$

- **Selección de la relación Agua/Cemento por Resistencia**

Agua/Cemento = 0.34

- **Cálculo del contenido de Cemento**

Cantidad de Cemento = 585.29 kg/m³

Factor Cemento = 13.77 bolsas/m³

Tabla 58. Cálculo del volumen absoluto de la pasta por metro cúbico

Materiales	Peso (kg)	PE (kg/m ³)	Vol. Abs. (m ³)
Cemento	585.29	2820	0.2076
Agua	199.00	1000	0.1990
Aire	2.50%	-	0.0250

Fuente. Elaboración propia.

Volumen Absoluto = 0.4316 m³

Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los Agregados Grueso y Fino

Volumen Absoluto de los Agregados = 0.5684 m³

Cálculo del Volumen Absoluto del Agregado Grueso (Método: ACI 211) Tamaño

Máximo Nominal = 1/2"

Módulo de Fineza del Agregado Fino 1 = 1.59

Módulo de Fineza del Agregado Fino 2 = 4.10

MF Combinado del Agregado Fino = 2.85 (50% A.F. 1 + 50% A.F. 2)

Factor de Agregado Grueso (b/bo) = 0.545

Peso Unitario Varillado del Agregado Grueso = 1280 kg/m³

Peso del Agregado Grueso = 698 kg

Peso Específico Aparente del Agregado Grueso = 2.42 gr/cm³

Volumen Absoluto del Agregado Grueso = 0.2880 m³

Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los Agregados Grueso y Fino



Volumen Absoluto del Agregado Grueso = 0.2880 m³

Volumen Absoluto del Agregado Fino = 0.2804 m³

Cálculo de los Pesos Secos de los Agregados Grueso y Fino

Peso Específico del Agregado Grueso = 2.42 gr/cm³

Peso Específico del Agregado Fino 1 = 2.64 gr/cm³

Peso Específico del Agregado Fino 2 = 2.69 gr/cm³

Peso Seco del Agregado Grueso = 697.7 gr/cm³

Peso Seco del Agregado Fino 1 = 370.5 kg/m³

Peso Seco del Agregado Fino 2 = 377.2 kg/m³

Tabla 59. Pesos secos de los materiales por metro cúbico

Materiales	Pesos Secos (kg/m³)
Cemento	585.3
Agua	199.0
Agregado	697.7
Agregado Fino 1	370.5
Agregado Fino 2	377.2

Fuente. Elaboración propia.

Total = 2229.62 kg/m³

Corrección de los Agregados por Humedad

Peso Seco del Agregado Grueso = 697.7 kg/m³

Peso Seco del Agregado Fino 1 = 370.5 kg/m³

Peso Seco del Agregado Fino 2 = 377.2 kg/m³

Contenido de Humedad del Agregado Grueso = 3.79%

Contenido de Humedad del Agregado Fino 1 = 2.30%

Contenido de Humedad del Agregado Fino 2 = 1.53%

Peso Húmedo del Agregado Grueso = 724.1 kg/m³

Peso Húmedo del Agregado Fino 1 = 379.0 kg/m³

Peso Húmedo del Agregado Fino 2 = 382.9 kg/m³

Ajustes por Humedad y Absorción de los agregados



- Capacidad de absorción del Agregado Grueso = 6.58%
- Capacidad de absorción del Agregado Fino 1 = 1.53%
- Capacidad de absorción del Agregado Fino 2 = 2.16%
- Ajuste de Agua del Agregado Grueso = 19.49 lt
- Ajuste de Agua del Agregado Fino 1 = -2.86 lt
- Ajuste de Agua del Agregado Fino 2 = 2.38 lt
- Ajuste Total de Agua = 19.01 lt
- Agua de Diseño = 199 lt/m³
- Agua Efectiva = 218 lt/m³

b) Tablas y Diagramas.

Datos De Granulometría:

Tabla 60. Granulometría Cunyac.

Tamiz N°	Abertura del Tamiz (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa	Huso Granulométrico	
						Límite Inferior	Límite Superior
3/8"	9.5	0	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
N° 4	4.75	0.9	0.12%	0.11%	99.89%	95%	100%
N° 8	2.36	1.4	0.18%	0.29%	99.71%	80%	100%
N° 16	1.18	5.4	0.69%	0.97%	99.03%	50%	85%
N° 30	0.6	79.7	10.21%	10.98%	89.02%	25%	60%
N° 50	0.3	357.6	45.80%	55.93%	44.07%	10%	30%
N° 100	0.15	279.4	35.78%	91.04%	8.96%	2%	10%
Bandeja		56.4	7.22%	98.13%			
Total de la muestra retenida =		780.8	1.00%				
MF Agregado Cunyac = 1.6							

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 61. Granulometría vicho.

Tamiz Nº	Abertura del Tamiz (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa	Huso Granulométrico	
						Límite Inferior	Límite Superior
3/8"	9.5	1.3	0.10%	0.09%	99.91%	100%	100%
Nº 4	4.75	318.6	23.59%	22.52%	77.48%	95%	100%
Nº 8	2.36	396.6	29.36%	50.45%	49.55%	80%	100%
Nº 16	1.18	290.5	21.51%	70.90%	29.10%	50%	85%
Nº 30	0.6	171.5	12.70%	82.98%	17.02%	25%	60%
Nº 50	0.3	95.4	7.06%	89.69%	10.31%	10%	30%
Nº 100	0.15	50	3.70%	93.21%	6.79%	2%	10%
Bandeja		26.7	1.98%	95.09%			
Total de la muestra retenida =		1350.6	1.00%				
MF del Agregado Vicho = 4.1							

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 62. Granulometría concreta reciclado.

Tamiz Nº	Abertura del Tamiz (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa	Huso Granulométrico	
						Límite Inferior	Límite Superior
4"	100	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
3½"	90	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
3"	75	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
2½"	63	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
2"	50	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1½"	37.5	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1"	25	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
¾"	19	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
½"	12.5	28.09%	28.12%	28.12%	71.88%	90%	100%
3/8"	9.5	33.71%	33.75%	61.87%	38.13%	40%	70%
Nº 4	4.75	37.64%	37.69%	99.56%	0.44%	0%	15%
Nº 8	2.36	0.32%	0.32%	99.88%	0.12%	0%	5%
Nº 16	1.18	0.02%	0.02%	99.90%	0.10%		
Nº 50	0.30	0.05%	0.06%	99.95%	0.05%		
Bandeja		0.16%	0.17%	100.12%			
acción Retenida en Lavado =		2548.00	100.00%				
MF Agregado Grueso = 6.6							

Fuente. Elaboración propia.

La Combinación de Agregados

Tabla 63. Análisis granulométrico combinado.

Tamiz	Diámetro (mm)	% Retenido Acumulado Vicho	% Retenido Acumulado Cunyac	% Retenido Acumulado Combinado	% Pasa Acumulado	Limites ASTM C-33		
						100	a	100
3/8"	9.5	0.10%	0.00%	0.05	99.95	100	a	100
N° 4	4.75	23.59%	0.12%	11.32	88.68	95	a	100
N° 8	2.36	29.36%	0.18%	25.37	74.63	80	a	100
N° 16	1.18	21.51%	0.69%	35.93	64.07	50	a	85
N° 30	0.6	12.70%	10.21%	46.98	53.02	25	a	60
N° 50	0.3	7.06%	45.80%	72.81	27.19	5	a	30
N° 100	0.15	3.70%	35.78%	92.13	7.87	0	a	10
Cazuela	0	1.98%	7.22%	96.61	3.39			
		1.00%	1.00%					
MF Combinado del Agregado Fino = 2.85 (50% A.F. 1 + 50% A.F. 2)								

Fuente. Elaboración propia.

Diseño De Mezcla Para Concreto $f'c=380 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 64. Diseño de mezcla

Diseño De Mezcla Para Concreto $f'c=380 \text{ kg/cm}^2$				
1.-	Condiciones de Diseño			
	1.1.- Uso de Aditivos			
	Plastificante:	No	Incorporador de Aire:	NO
	1.2.- Tipo de Diseño, Resistencia y Asentamiento			
	Diseño por:	Resistencia	$f'c =$	380 kg/cm ²
			Slump =	2"
	2.- Características de los Materiales			
	2.1.- Cemento			
	Marca:	Yura	Peso Específico:	2.82 gr/cm ³
	Tipo:	IP	Peso Volumétrico:	1500 kg/m ³
	2.2.- Agua			
	Agua potable de la red pública			
	2.3.- Agregado Grueso			
	Tipo de Agregado: Anguloso		Peso Específico Aparente SSS:	2.42 gr/cm ³
	Contenido de Humedad: 3.79%		Capacidad de absorción:	6.58%



	Porcentaje de Finos: 0.04%	Peso Unitario Varillado: 1280 kg/m3	
	Tamaño Máximo Absoluto: 3/4"	Porcentaje de Vacíos Varillado:	43.7%
	Tamaño Máximo Nominal: 1/2"		Peso Unitario Suelto: 1148 kg/m3
	Módulo de Fineza: 6.6	Porcentaje de Vacíos Suelto:	49.5%
2.4.- Agregado Fino 1			
	Tipo de Agregado: Arena Media	Peso Específico Aparente SSS:	2.64 gr/cm3
	Contenido de Humedad: 2.30%	Capacidad de absorción:	1.53%
	Porcentaje de Finos: 1.87%		Peso Unitario Suelto: 1097 kg/m3
	Módulo de Fineza: 1.6	Porcentaje de Vacíos Suelto:	57.8%
Agregado Fino 2			
	Tipo de Agregado: Arena Gruesa	Peso Específico Aparente SSS:	2.69 gr/cm3
	Contenido de Humedad: 3.82%	Capacidad de absorción:	2.16%
	Porcentaje de Finos: 4.87%		Peso Unitario Suelto: 1334 kg/m3
	Módulo de Fineza: 4.1	Porcentaje de Vacíos Suelto:	48.7%
	Plastificante: Ninguno		Incorporador de Aire: Ninguno

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 65. Pesos corregidos de los materiales por metro cúbico

Materiales	Pesos Húmedos (kg/m3)
Cemento	585.3
Agua	218.0
Agregado Grueso	724.1
Agregado Fino 1	379.0
Agregado Fino 2	382.9

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA.

Total = 2289.4 kg/m3

Tabla 66. Proporción en peso

Cemento	Agreg. Fino 1	Agreg. Fino 2	Agreg. Grueso	Agua
1 kg	0.65 kg	0.65 kg	1.24 kg	0.372 lt

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 67. Proporción en peso por tandas de una bolsa de cemento

Cemento	Agreg. Fino 1	Agreg. Fino 2	Agreg. Grueso	Agua
1 bolsa	27.5 kg	27.8 kg	52.6 kg	15.8 lt

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 68. Proporción en peso por tandas de un metro cúbico de concreto

Cemento	Agreg. Fino 1	Agreg. Fino 2	Agreg. Grueso	Agua
13.8 bolsas	379.0 kg	382.9 kg	724.1 kg	218 lt

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 69. Cálculo de los materiales en volumen por metro cúbico

Materiales	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento	585.29	1500.00	0.3902
Agua Efectiva	218.01	1000.00	0.2180
Agregado Grueso	724.10	1148.20	0.6306
Agregado Fino 1	379.05	1097.18	0.3455
Agregado Fino 2	382.94	1334.27	0.2870

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 70. Proporción en volumen

Cemento	Agreg. Fino 1	Agreg. Fino 2	Agreg. Grueso	Agua
1 m ³	0.89 m ³	0.74 m ³	1.62 m ³	559 lt

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 71. Proporción en volumen por tandas de una bolsa de cemento

Cemento	Agreg. Fino 1	Agreg. Fino 2	Agreg. Grueso	Agua
1 bolsa	0.025 m ³	0.021 m ³	0.046 m ³	15.8 lt
1 bolsa	0.9 pie ³	0.7 pie ³	1.6 pie ³	15.8 lt

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 72. Proporción en volumen por tandas de un metro cúbico de concreto

Cemento	Agreg. Fino 1	Agreg. Fino 2	Agreg. Grueso	Agua
13.8 bolsas	0.345 m ³	0.287 m ³	0.631 m ³	218 lt
13.8 bolsas	12.2 pie ³	10.1 pie ³	22.3 pie ³	218 lt

Fuente. Elaboración propia.

3.7 Procedimiento Para la elaboración de Adoquines de 20 X 10X 8 CM. Con Concreto Reciclado.

Para la elaboración de los adoquines 8 – tipo II, utilizando agregado grueso procedente del concreto reciclado seleccionado de las briquetas de 210 kg/cm², agregado fino de las canteras de Cunyac y Vicho. Se realizó en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Andina del Cusco.

Fotografía 40. Laboratorio de suelos UAC.



Fuente. Elaboración propia.

Para la elaboración de adoquines de concreto 8 – tipo II, son los siguientes pasos:

- a) Selección del material a usar.

Fotografía 41. Arena fina de Cunyac.



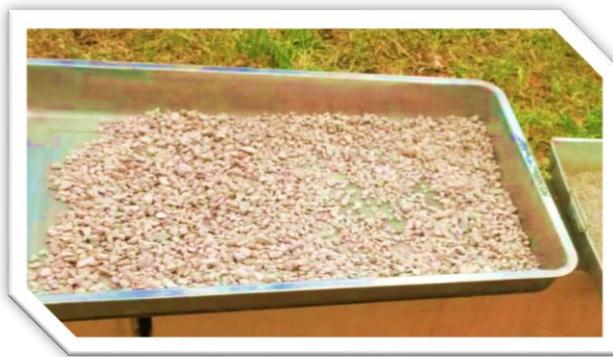
Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 42. Arena fina de vicho.



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 43. Agregado grueso.



Fuente. Elaboración propia.

b) Dosificación de Materiales a utilizar

Fotografía 44. Dosificación de materiales



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 45. Pesado de arena fina de Cunyac.



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 46. Pesado de arena fina de vicho.



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 47. Pesado de agregado grueso reciclado.



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 48. Pesado cemento



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 49. Pesado de agua.



Fuente. Elaboración propia.

c) Vaciado de adoquines de concreto

Fotografía 50. Preparación de moldes para vaciado junto a la asesora.



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 51. Mezclado de concreto.



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 52. Chuseado y enrasado de adoquines.



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 53. Adoquines de 20 x 10 x8 cm.



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 54. Verificación de adoquines de concreto reciclado con la asesora de tesis.



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 55. Codificación de adoquines de concreto reciclado 20 x 10 x8 cm.



Fuente. Elaboración propia.

d) Curado de Adoquines de Concreto

Una vez producidos los adoquines de concreto estos son llevados a la poza de agua para proceder al curado.

Fotografía 56. Curado de adoquines de concreto reciclado.



Fuente. Elaboración propia.

3.7.1 Control de Calidad para los Adoquines 8 Tipo II, según la NTP 399.611.

3.7.1.1 Resistencia a la Compresión.

Los adoquines 8 Tipo II deben cumplir los siguientes requisitos:

Tabla 73. Parámetros para la compresión.

Tipo	Espesor Nominal (cm)	Resistencia A La Compresión.	
		Promedio de 3 Unidades	Unidad Individual
II	8	380 kg/cm ²	340 kg/cm ²

Fuente: (NTP 399.611-2010).

Fotografía 57. Configuración de máquina de compresión.



Fuente. Elaboración propia.

En la fotografía 44 se muestra la configuración de la máquina de compresión, la cual está programada con una velocidad de rotura de 530 kgf/s.

Fotografía 58. Rotura de la muestra patrón.



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 59. Rotura de muestra patrón.



Fuente. Elaboración propia.

a) Resistencia a la Compresión a los 7 Días.

Fotografía 60. Rotura de adoquín acr-a01



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 61. Resultado de adoquín acr-a01



Fuente. Elaboración propia.

Análisis La rotura del adoquín ACR-A01 se utiliza para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada y podemos observar que tiene un valor de 256 **kgf/cm²**. Que es un valor aceptable.

b) Resistencia a la Compresión a los 14 Días.

Fotografía 62. Rotura de adoquín Acr-b01



FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA.

Fotografía 63. Resultado de adoquín Acr-B01



Fuente. Elaboración propia.

Análisis La rotura del adoquín ACR-B01 se utiliza para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada y podemos observar que tiene un valor de 321.6 **kgf/cm²**. Que es un valor aceptable para los 14 días.

c) Resistencia a la Compresión a los 28 Días.

Fotografía 64. Rotura de adoquín ACR-C1



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 65. Resultado de adoquín ACR-C1



Fuente. Elaboración propia.

Análisis La rotura del adoquín ACR-B01 se utiliza para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada y podemos observar que tiene un valor de 386.1 **kgf/cm²**. Que es un valor aceptable para los 28 días.

3.7.1.2 Tolerancia Dimensional.

De acuerdo a la tabla siguiente Tabla los adoquines 8 Tipo II deben cumplir los siguientes requisitos:

Tabla 74. Parámetros tolerancia dimensional.

Longitud	Ancho	Espesor
± 1.6	± 1.6	± 3.2

FUENTE: (NTP 399.611-2010).

Fotografía 66. Medida de adoquín 8 tipo II (longitud)



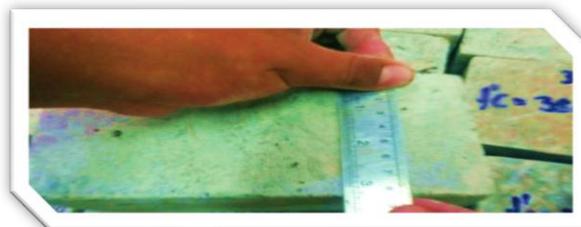
Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 67. Medida de adoquín 8 tipo II (ancho)



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 68. Medida de adoquín 8 tipo II (espesor)



Fuente. Elaboración propia.

Análisis Las medidas de longitud, ancho y espesor de los adoquines no deben variar en más de 1.6, 1.6 y 3.2 mm respectivamente con respecto a las medidas fijadas por la NTP 339.611.

3.7.1.3 Absorción Máxima.

De acuerdo a la tabla 63 los adoquines 8 Tipo II deben cumplir los siguientes requisitos:

Tabla 75. Parámetros para la absorción.

TIPO DE ADOQUÍN	Absorción máxima. (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I y II	6	7.5
III	5	7

FUENTE: (NTP 399.611-2010).

Fotografía 69. Adoquines sumergidos durante 24 horas.



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 70. Adoquines en estado SSS.



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 71. Adoquines acr-a1 en estado seco.



Fuente. Elaboración propia.

Fotografía 72. Adoquines acr-a1 en estado SSS.



Fuente. Elaboración propia.

Análisis Es el incremento en la masa de los adoquines es debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un porcentaje de la masa seca. El agregado es tomado como "seco" cuando se ha mantenido a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por suficiente tiempo para remover toda el agua.

CAPÍTULO IV : RESULTADOS.

4.1 Resumen de las Propiedades.

Tabla 76. Características de los agregados

Características de los agregados para el diseño de mezclas		
Agregado grueso : material reciclado		
Características Físico Mecánicas		
Contenido de Humedad Natural	:	3.79%
Cantidad de Finos	:	0.04%
Granulometría MF	:	6.6
Peso Específico Aparente SSS	:	2.42 gr/cm ³
Absorción	:	6.58%
Peso Unitario Suelto	:	1148 kg/m ³
Porcentaje de Vacíos	:	49.50%
Peso Unitario Varillado	:	1280 kg/m ³
Porcentaje de Vacíos	:	43.70%
Agregado Fino 1 : Cantera Cunyac		
Características Físico Mecánicas		
Contenido de Humedad Natural	:	2.30%
Cantidad de Finos	:	1.87%
Granulometría MF	:	1.6
Peso Específico Aparente SSS	:	2.64 gr/cm ³
Absorción	:	1.53%
Peso Unitario Suelto	:	1097 kg/m ³
Porcentaje de Vacíos	:	57.80%
Agregado Fino 2 : Cantera Vicho		
Características Físico Mecánicas		
Contenido de Humedad Natural	:	3.82%
Cantidad de Finos	:	4.87%
Granulometría MF	:	4.1
Peso Específico Aparente SSS	:	2.69 gr/cm ³
Absorción	:	2.16%
Peso Unitario Suelto	:	1334 kg/m ³
Porcentaje de Vacíos	:	48.70%

Fuente. Elaboración propia.

4.2 Diseño de Mezclas

4.2.1 Pasos Para el Cálculo de Diseño de Mezcla Método ACI 211,2-98

a) Cálculo de la Resistencia Promedio

Se considerará la resistencia del promedio con que uno debe diseñar una mezcla, teniendo en cuenta lo siguiente f'_{cr} considerando la siguiente tabla:

Tabla 77. Resistencia promedio

$f'c$	f'_{cr}
MENOS DE 210	$f'c+70$
210 A 350	$f'c+84$
SOBRE 350	$f'c+98$

$$f'_{cr} = f'c + 84$$

$$f'_{cr} = 380 + 98$$

$$f'_{cr} = 478 \text{ kgf/cm}^2$$

b) Determinar el Tipo de Asentamiento y Tamaño Máximo Nominal del Agregado

El asentamiento se calcula de acuerdo a la tabla siguiente:

Tabla 78. Consistencia y asentamientos

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
SECA	0" (0mm) a 2" (50mm)
PLÁSTICA	3" (75mm) a 4" (100mm)
FLUIDA	$\geq 5"$ (125mm)

$$\text{Slump} = 3"$$

Tamaño máximo nominal, obtenido de los Datos de los agregados previos al Diseño de Mezclas.

$$\text{Tamaño Máximo Nominal} = 1/2"$$

c) Determinar el Contenido de Agua de Diseño y el Contenido de Aire Atrapado

Se determina el contenido de Agua de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado grueso, el cual es de 1/2 pulg., así como también el aire incorporado que tendrá el concreto. Para ello se emplea la siguiente tabla:

Tabla 79. Requisitos aproximados de agua de mezcla y contenido de aire para diferentes depresiones y tamaños máximos nominales de agregados

Agua lb/yd³ de hormigón para tamaños nominales indicadas de agregados			
Slump, en hormigón con aire atrapado	3/8 pulgada	1/2 pulgada	3/4 pulgada
1 – 2	305	295	280
3 – 4	340	325	305
5 – 6	355	335	315
Contenido de media recomendada + aire total, Porcentaje, por nivel de exposición			
Exposición leve	4.5	4.0	4.0
Exposición moderada	6.0	5.5	5.0
Una exposición extrema	7.5	7.0	6.0
Hormigón Sin Aire Incorporado			
1 – 2	350	335	315
3 – 4	385	365	340
5 – 6	400	375	350
Cantidad aproximada de aire atrapado en el hormigón celular no aire	3	2.5	2

El comité 211 del ACI, que se toma en cuenta el Tamaño Máximo Nominal, su asentamiento o slump y teniendo en cuenta si tiene o no aire incorporado.

En nuestro caso el Tamaño Máximo Nominal es de 1/2", el slump varía de 3" - 4", y sin aire incorporado el valor sería:

$$\text{Peso de Agua de Mezcla} = 365 \text{ lb/yd}^3$$

Se convierte a unidades convencionales:

$$\text{Peso de Agua de Mezcla} = 365 \text{ lb/yd}^3 = 216.55 \text{ kgf}$$

Por tanto, el Volumen de Agua de Mezcla sería:

$$\text{Volumen de la mezcla} = 216.55 \text{ kgf} / 1000 \text{ kgf/m}^3$$

$$\text{Volumen de la mezcla} = 0.217 \text{ m}^3$$

d) Determinar la Relación Agua Cemento (A/C)

Se determina la relación agua/cemento de acuerdo a la resistencia a la compresión del concreto, empleando la siguiente tabla:

Tabla 80. Relación agua- cemento y resistencia a compresión del concreto

FUERZA COMPRESIVA A LOS 28 DÍAS, PSI	RELACIÓN AGUA-CEMENTO APROXIMADA, EN PESO	
	HORMIGÓN NO CON AIRE INCORPORADO	HORMIGÓN CON AIRE ATRAPADO
6000	0.41	-
5000 (350)	0.48	0.4
4000 (280)	0.57	0.48
3000 (210)	0.68	0.59
2000	0.82	0.74

Ya que el valor que nosotros necesitamos es de $f'_{cr} = 478 \text{ Kg/cm}^2$, interpolamos los datos para obtener la adecuada relación a/c:

$$350 \text{ ----- } 0.48$$

$$478 \text{ ----- } X$$

$$280 \text{ ----- } 0.57$$

$$X = 0.57 - \frac{(280-478)(0.57-0.48)}{(280-350)}$$

$$X = 0.30$$

e) Calcular el Factor Cemento (F'c) y Volumen del Cemento

Se calculó el factor cemento con la relación agua cemento y peso del Agua de mezcla:

$$FC = \frac{\text{Volumen de agua de mezcla}}{a/c}$$

$$X = \frac{216.55 \text{ Kgf}}{0.30}$$

$$X = 721.83 \text{ Kgf}$$

Se calculó el volumen del Cemento dividiendo el Peso del cemento entre el peso específico del Cemento Yura tipo IP:



$$\text{Volumen del Cemento} = \frac{\text{Peso}}{\text{Peso específico del Cemento}}$$

$$X = \frac{721.83 \text{ Kgf}}{2820 \text{ Kgf/m}^3} \quad X = 0.256 \text{ m}^3$$

f) Determinar el Volumen de Agregado Grueso

Se determinó el volumen del agregado utilizando el módulo de fineza del agregado fino estándar, de la siguiente tabla:

TABLA 81. Volumen de Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto

El Tamaño Máximo de Agregarse	Volumen de agregados gruesos sueltos horno de secado por unidad de volumen de hormigón para diferente finura. Módulos de arena			
	2.4	2.6	2.8	3
EN	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.58	0.56	0.54	0.52
1/2"	0.67	0.65	0.63	0.61
3/4"	0.74	0.72	0.7	0.68

Teniendo en cuenta que el módulo de fineza de nuestro agregado combinado es de 2.85, se requiere interpolar:

$$\begin{array}{l} 2.80 \text{ ----- } 0.63 \\ 2.85 \text{ ----- } VA \\ 2.60 \text{ ----- } 0.65 \end{array}$$

$$VA = 0.65 - \frac{(2.80-2.85)(0.65-0.63)}{(2.80-2.60)}$$

$$VA = 2.655 \text{ m}^3$$

Se calculó el volumen absoluto de Agregado Grueso:

$$\text{Volumen de Agregado Grueso} = \frac{\text{Volumen Agregado} * \text{Peso Unitario Compactado}}{\text{Peso Específico Seco}}$$

$$\text{Volumen de agregado grueso} = \frac{2.655 * 1280}{2272}$$

$$\text{Volumen de agregado grueso} = 1.496 \text{ m}^3$$

g) **Determinar el Volumen Aproximando de Aire**

Según la tabla Tabla N° 98: requisitos aproximados de agua de mezcla y contenido de aire para diferentes depresiones y tamaños máximos nominales de agregados, se calculó el volumen de aire a partir del Porcentaje de aire Atrapado:

Porcentaje de aire Atrapado=2.5 %

$$\text{Volumen de Aire} = \frac{2.5}{100}$$

$$\text{Volumen de Aire} = 0.025\text{m}^3$$

h) **Calcular el Volumen Absoluto**

Tabla 82. Volúmenes absolutos

Descripción	Cantidad	Unidad
Volumen de agua	0.217	m3
Volumen de cemento	0.154	m3
Volumen de agregado grueso	0.427	m3
Volumen de aire	0.025	m3
Total	0.822	m3

i) **Calculo de Volumen de Agregado Fino**

$$\text{Volumen Agregado Fino} = 1 - \sum \text{Volumen Absolutos}$$

$$\text{Volumen de Agregado Fino} = 1 - 0.822$$

$$\text{Volumen de Agregado Fino} = 0.178 \text{ m}^3$$

Tabla 83. Diseño de mezcla

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 380 \text{ kg/cm}^2$					
Proporción en Volumen por tandas de un metro cúbico de Concreto					
	Elemento		Nombre	Cantidad	Unidad
1 m ³ de Concreto $f'c = 380 \text{ kg/cm}^2$ (En kg)	Cemento		Yura Tipo IP	13.8	bls
	Agregado Fino 1	:	Arena Cunyac	379	Kg
	Agregado Fino 2	:	Arena Vicho	382.9	Kg
	Agregado Grueso	:	Piedra Reciclado	724.1	Kg
	Agua	:	Potable	218	lt
Tanda de preparacion de Concreto $f'c = 380 \text{ kg/cm}^2$ en pie ³	Cemento	:	Yura Tipo IP	1	bls
	Agregado Fino 1	:	Arena Cunyac	0.9	pie ³
	Agregado Fino 2	:	Arena Vicho	0.7	pie ³
	Agregado Grueso	:	Piedra Reciclado	1.6	pie ³
	Agua	:	Potable	15.8	lt

Fuente. Elaboración propia.

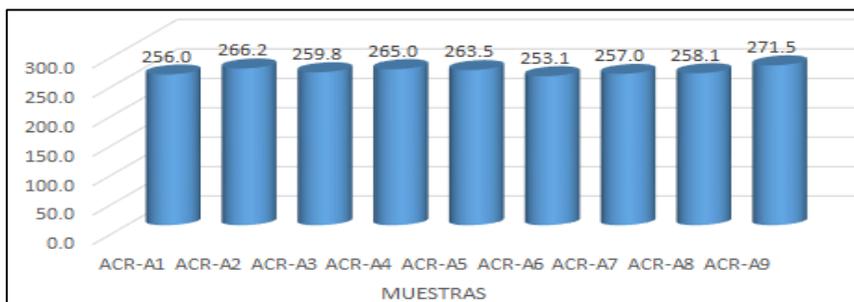
4.3 Resistencia a la Compresión.

Tabla 84. Diseño resistencia individual y promedio a los 7 días.

N°	COD.	FECHA		EDAD (días)	Area Promedio cm ²	DIAL (kg-f)	RESISTENCIA (kgf/cm ²)		AREA	PORCENTAJE %	PROMEDIO	
		ROTURA					ADOQUIN	DEBE TENER			RESISTENCIA	PORCENTAJE
1	ACR-A1	29/11/2017	6/12/2017	7	2040.2	51702	256.0	380	202	67%	261	69%
2	ACR-A2	29/11/2017	6/12/2017	7	1990	52972.6	266.2	380	199	70%		
3	ACR-A3	29/11/2017	6/12/2017	7	2019.798	51948	259.8	380	199.98	68%		
4	ACR-A4	29/11/2017	6/12/2017	7	1989.95025	52999.2	265.0	380	200.00	70%	261	69%
5	ACR-A5	29/11/2017	6/12/2017	7	1960.2495	51902.4	263.5	380	197.01	69%		
6	ACR-A6	29/11/2017	6/12/2017	7	2040.2	51121.1	253.1	380	202	67%		
7	ACR-A7	29/11/2017	6/12/2017	7	1970.001	51136.5	257.0	380	198.99	68%	262	69%
8	ACR-A8	29/11/2017	6/12/2017	7	2050	52919.5	258.1	380	205	68%		
9	ACR-A9	29/11/2017	6/12/2017	7	1920	52125.9	271.5	380	192	71%		

Fuente. Elaboración propia.

Figura 35. Resistencia individual a los 7 días en kg/cm2 y %.

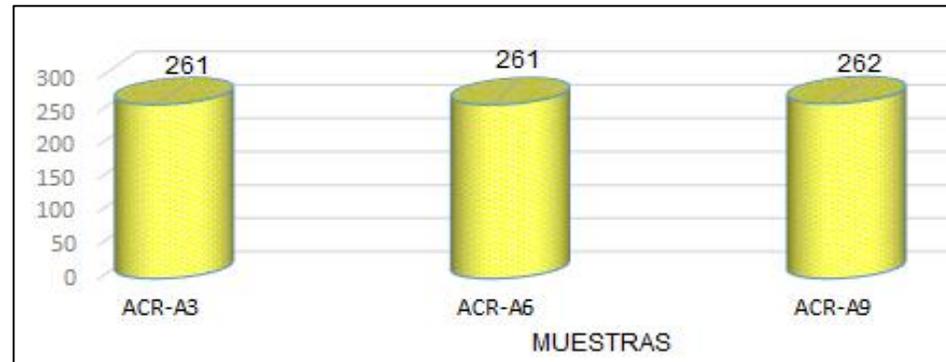


Fuente. Elaboración propia.



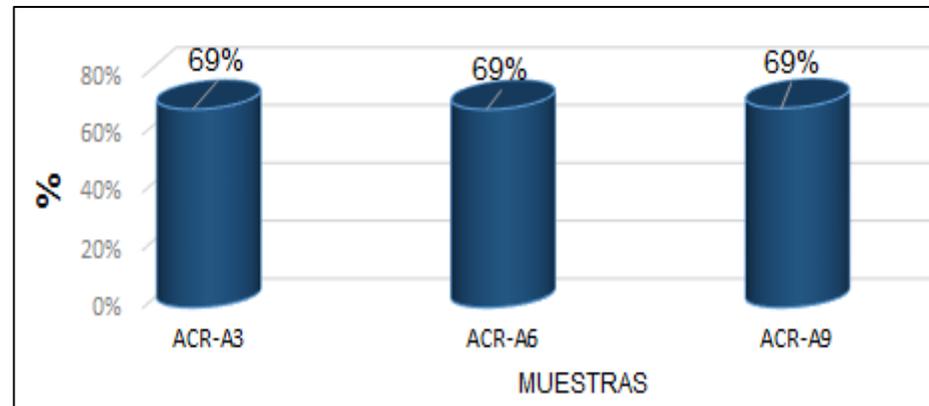
Fuente. Elaboración propia.

Figura 36. Resistencia promedio cada 3 unidades a los 7 días



Fuente. Elaboración propia

Figura 37. Resistencia promedio cada 3 unidades en % a los 7 días



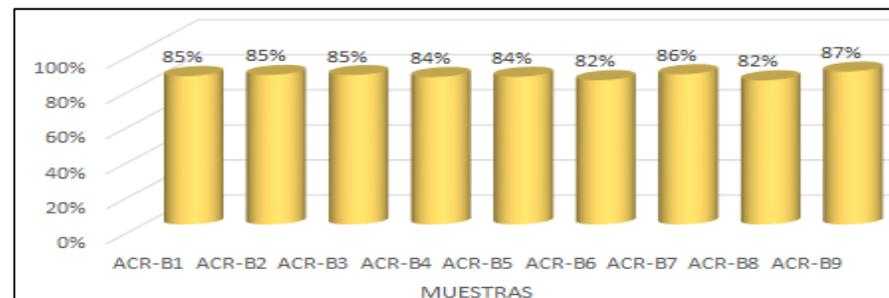
Fuente. Elaboración propia.

Tabla 85. Resistencia individual y promedio a los 14 días.

N°	Cod.	Fecha		Edad (días)	Area Promedio cm ²	DIAL (kg-f)	Resistencia (kgf/cm ²)		AREA	Porcentaje %	Promedio	
		Rotura					Adoquin	DEBE TENER			Resistencia	Porcentaje
1	ACR-B1	29/11/2017	13/12/2017	14	203.01	65256.3	321.4	380	203.01	85%	323	85%
2	ACR-B2	29/11/2017	13/12/2017	14	199.5	64462.9	323.9	380	199	85%		
3	ACR-B3	29/11/2017	13/12/2017	14	199.98	64695.3	323.5	380	199.98	85%		
4	ACR-B4	29/11/2017	13/12/2017	14	199.50	63861.2	319.3	380	199.99	84%	317	83%
5	ACR-B5	29/11/2017	13/12/2017	14	199	63015.2	319.9	380	197.01	84%		
6	ACR-B6	29/11/2017	13/12/2017	14	201.495	63112.1	312.4	380	202	82%		
7	ACR-B7	29/11/2017	13/12/2017	14	199	64741.1	325.3	380	198.99	86%	323	85%
8	ACR-B8	29/11/2017	13/12/2017	14	207.05	63989.9	312.1	380	205	82%		
9	ACR-B9	29/11/2017	13/12/2017	14	199.5	63584.2	331.2	380	192	87%		

Fuente. Elaboración propia.

Figura 38. Resistencia individual a los 14 días en kg/cm² y %.



Fuente. Elaboración propia.

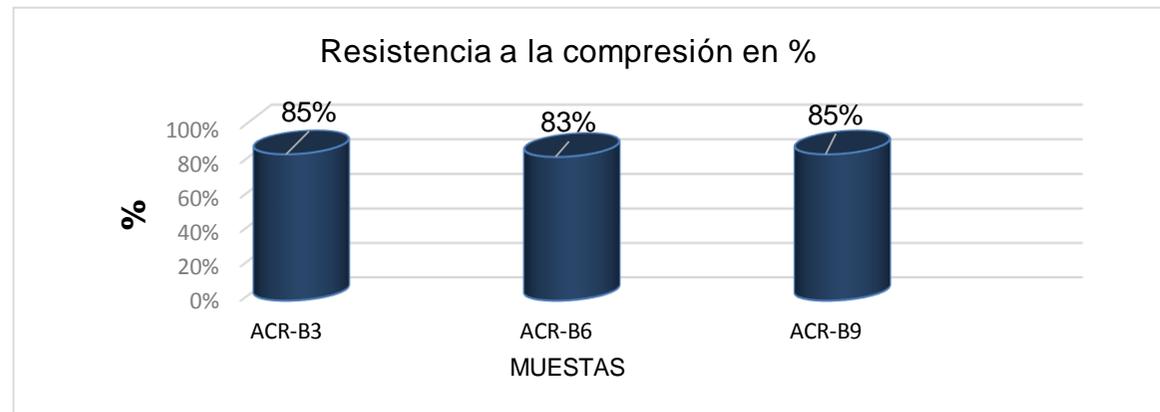
Fuente. Elaboración propia.

Figura 39. Resistencia promedio cada 3 unidades a los 14 días



Fuente. Elaboración propia

Figura 40. Resistencia promedio cada 3 unidades en % a los 14 días



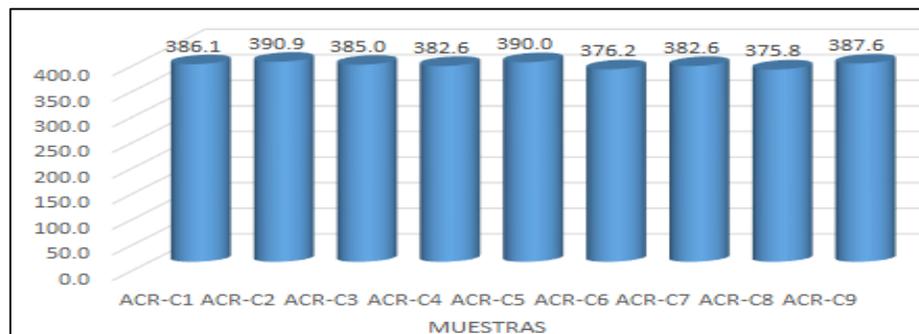
Fuente. Elaboración propia.

Tabla 86. Resistencia individual y promedio a los 28 días.

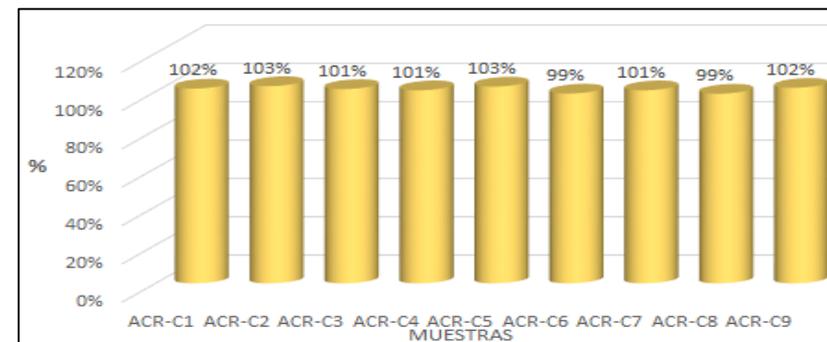
N°	Cod.	Fecha		EDAD (días)	Área Promedio cm ²	DIAL (kg-f)	Resistencia (kgf/cm ²)		Área	Porcentaje %	Promedio	
		Rotura					Adoquín	Debe Tener			Resistencia	Porcentaje
1	ACR-C1	29/11/2017	27/12/2017	28	202	77989.9	386.1	380	202	102%	387	102%
2	ACR-C2	29/11/2017	27/12/2017	28	199	77788.6	390.9	380	199	103%		
3	ACR-C3	29/11/2017	27/12/2017	28	199.98	76999.9	385.0	380	199.98	101%		
4	ACR-C4	29/11/2017	27/12/2017	28	200.4925	76712.2	382.6	380	200.49	101%	383	101%
5	ACR-C5	29/11/2017	27/12/2017	28	197.01	76832.9	390.0	380	197.01	103%		
6	ACR-C6	29/11/2017	27/12/2017	28	202	75989.9	376.2	380	202	99%	382	101%
7	ACR-C7	29/11/2017	27/12/2017	28	198.99	76136.5	382.6	380	198.99	101%		
8	ACR-C8	29/11/2017	27/12/2017	28	202	75919.5	375.8	380	202	99%		
9	ACR-C9	29/11/2017	27/12/2017	28	199	77125.9	387.6	380	199	102%		

Fuente. Elaboración propia.

Figura 41. Resistencia individual a los 28 días en kg/cm2 y %.

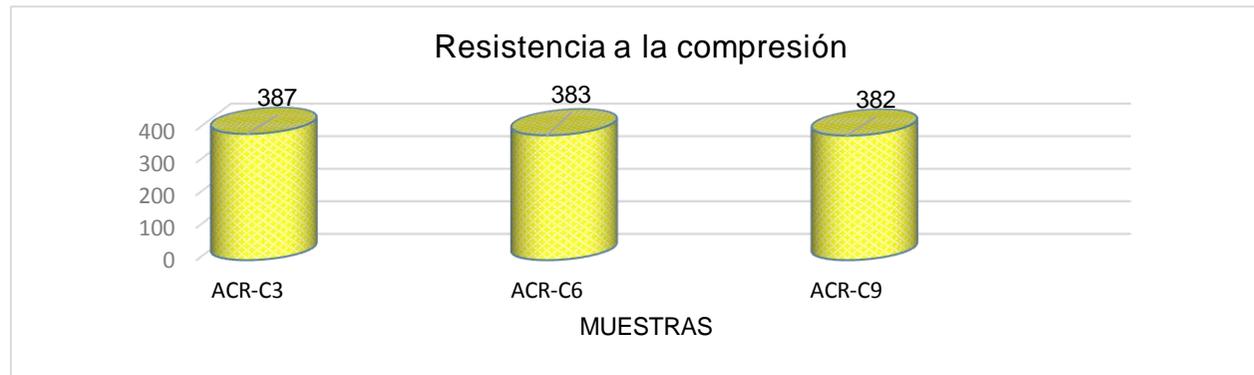


Fuente. Elaboración propia.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 42. Resistencia promedio cada 3 unidades a los 28 días



Fuente. Elaboración propia

Figura 43. Resistencia promedio cada 3 unidades en % a los 28 días



Fuente. Elaboración propia.



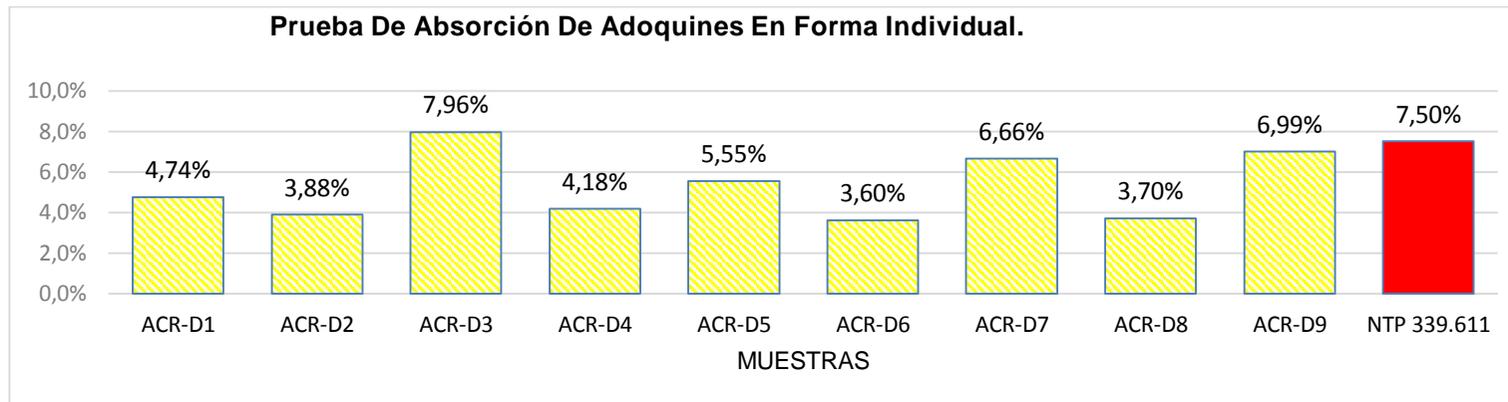
4.4 Prueba de Absorción.

Tabla 87. Prueba de absorción del adoquín con concreto reciclado.

N°	Desc.	Peso	Peso	Absorcion	Promedio
		SSS (kg)	Seco (kg)	%	%
1	ACR-D1	3,979.50	3,799.50	4.74%	5.53%
2	ACR-D2	3,972.40	3,823.90	3.88%	
3	ACR-D3	3,682.90	3,411.30	7.96%	
4	ACR-D4	3,710.30	3,561.60	4.18%	4.44%
5	ACR-D5	3,899.50	3,694.40	5.55%	
6	ACR-D6	3,789.10	3,657.30	3.60%	
7	ACR-D7	3,740.20	3,506.60	6.66%	5.78%
8	ACR-D8	3,812.40	3,676.40	3.70%	
9	ACR-D9	3,791.00	3,543.20	6.99%	

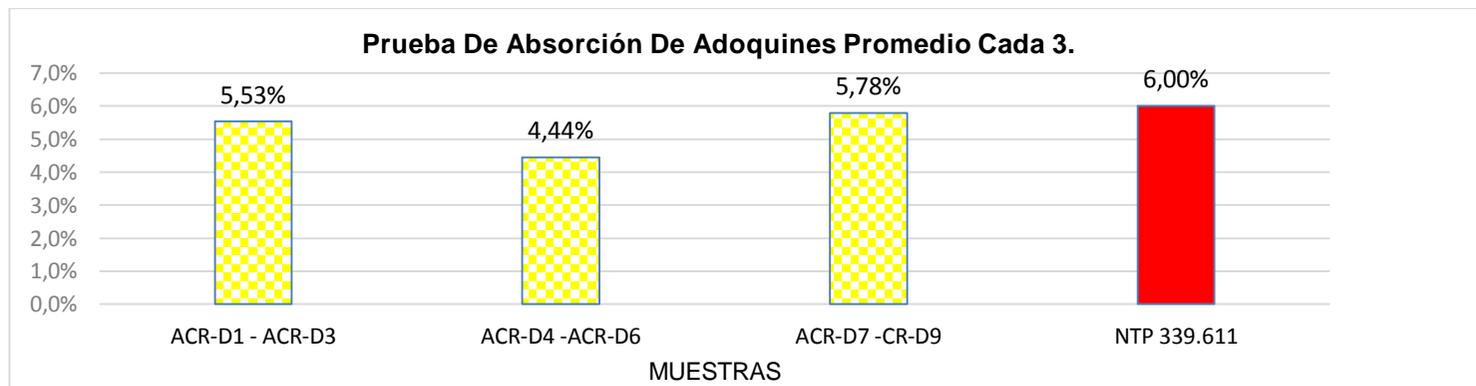
Fuente. Elaboración propia.

Figura 44. Prueba de absorción de adoquines en forma individual.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 45. Prueba de absorción de adoquines promedio cada 3.



Fuente. Elaboración propia.

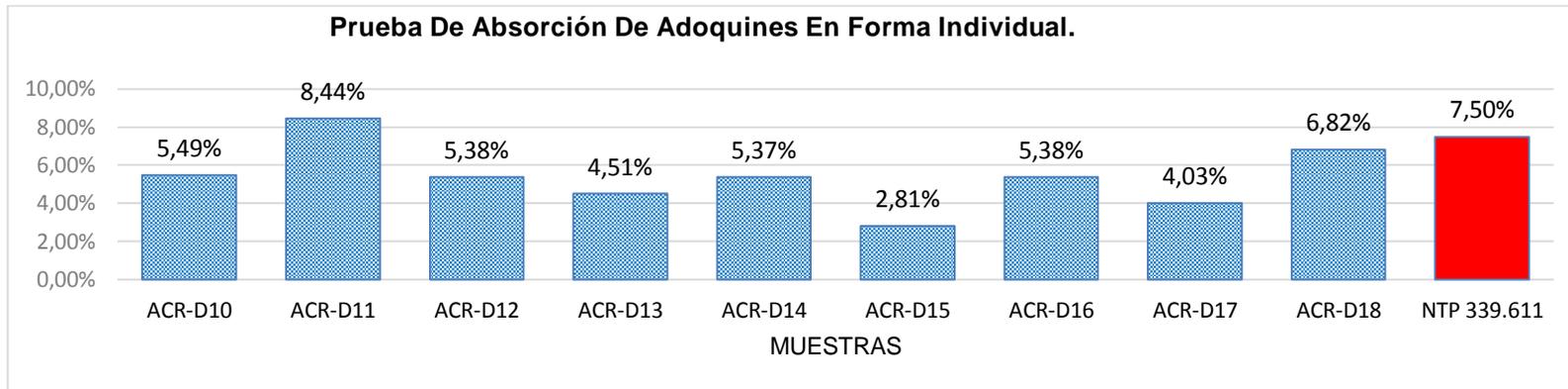


Tabla 88. Prueba de absorción del adoquín con concreto reciclado.

N°	Desc.	Peso	Peso	Absorción	Promedio
		SSS (kg)	Seco (kg)	%	%
1	ACR-D10	3,710.10	3,517.00	5.49%	6.44%
2	ACR-D11	3,905.10	3,601.00	8.44%	
3	ACR-D12	3,865.50	3,668.00	5.38%	
4	ACR-D13	3,646.20	3,489.00	4.51%	4.23%
5	ACR-D14	3,564.80	3,383.00	5.37%	
6	ACR-D15	3,711.30	3,610.00	2.81%	
7	ACR-D16	3,685.30	3,497.00	5.38%	5.41%
8	ACR-D17	3,829.20	3,681.00	4.03%	
9	ACR-D18	3,765.40	3,525.00	6.82%	

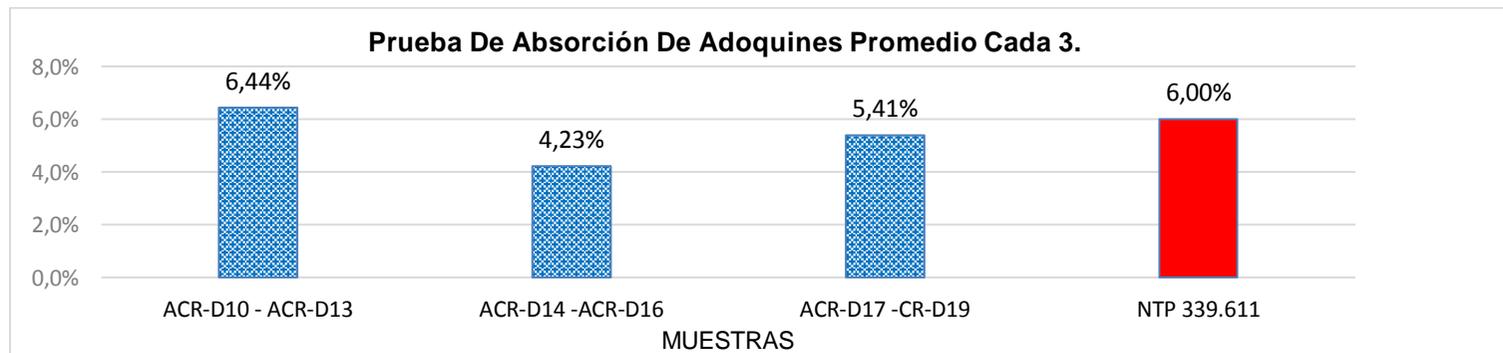
Fuente. Elaboración propia.

Tabla 89. Prueba de absorción de adoquines en forma individual.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 46. Prueba de absorción de adoquines promedio cada 3.



Fuente. Elaboración propia.

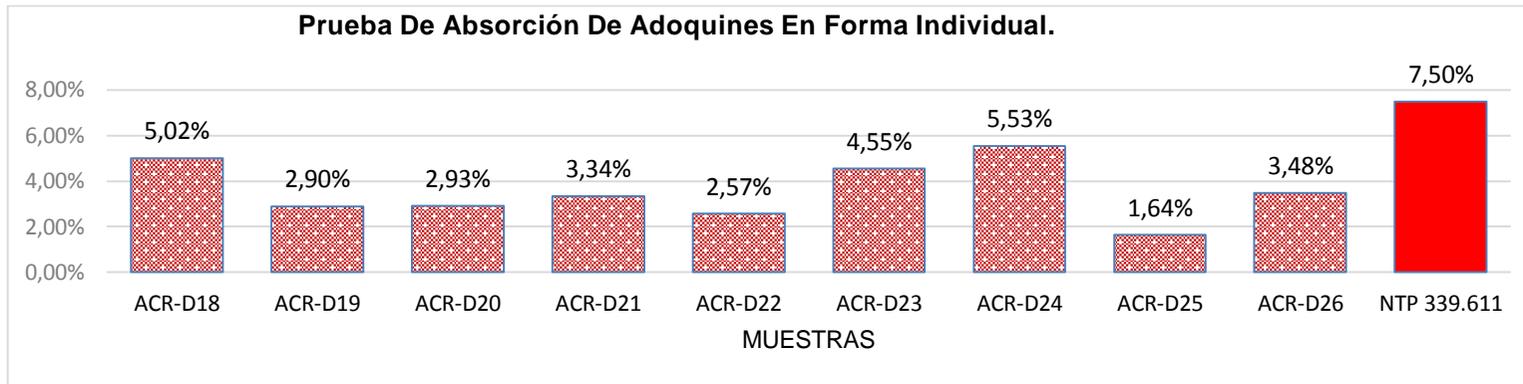


Tabla 90. Prueba de absorción del adoquín con concreto reciclado.

<i>N°</i>	<i>Desc.</i>	<i>Peso</i>	<i>Peso</i>	<i>Absorción</i>	<i>Promedio</i>
		<i>SSS (kg)</i>	<i>Seco (kg)</i>	<i>%</i>	<i>%</i>
1	ACR-D18	3,798.40	3,617.00	5.02%	3.61%
2	ACR-D19	3,492.30	3,394.00	2.90%	
3	ACR-D20	3,777.40	3,670.00	2.93%	
4	ACR-D21	3,662.50	3,544.00	3.34%	3.49%
5	ACR-D22	3,704.90	3,612.00	2.57%	
6	ACR-D23	3,894.40	3,725.00	4.55%	
7	ACR-D24	3,911.10	3,706.00	5.53%	3.55%
8	ACR-D25	3,598.90	3,541.00	1.64%	
9	ACR-D26	3,832.80	3,704.00	3.48%	

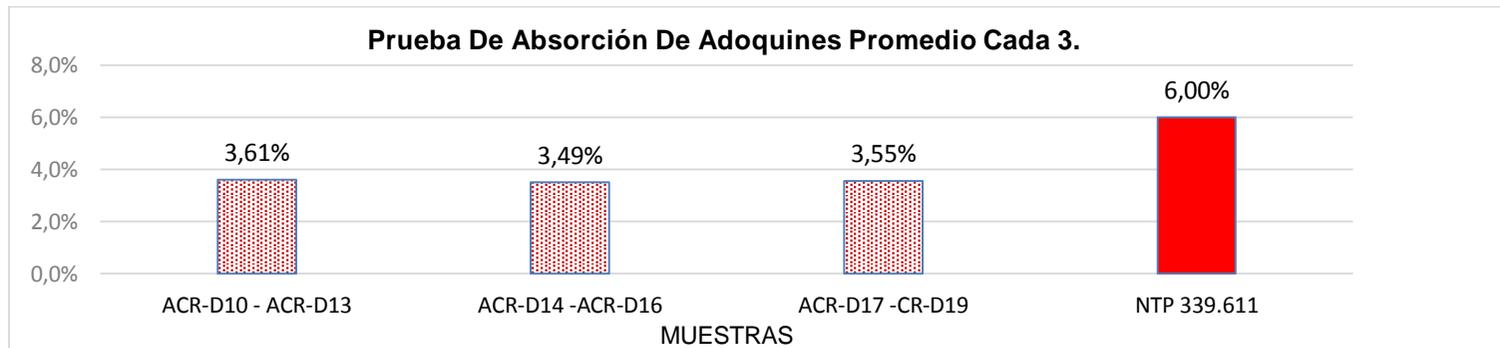
Fuente. Elaboración propia.

Figura 47. Prueba de absorción de adoquines en forma individual.



Fuente. Elaboración propia.

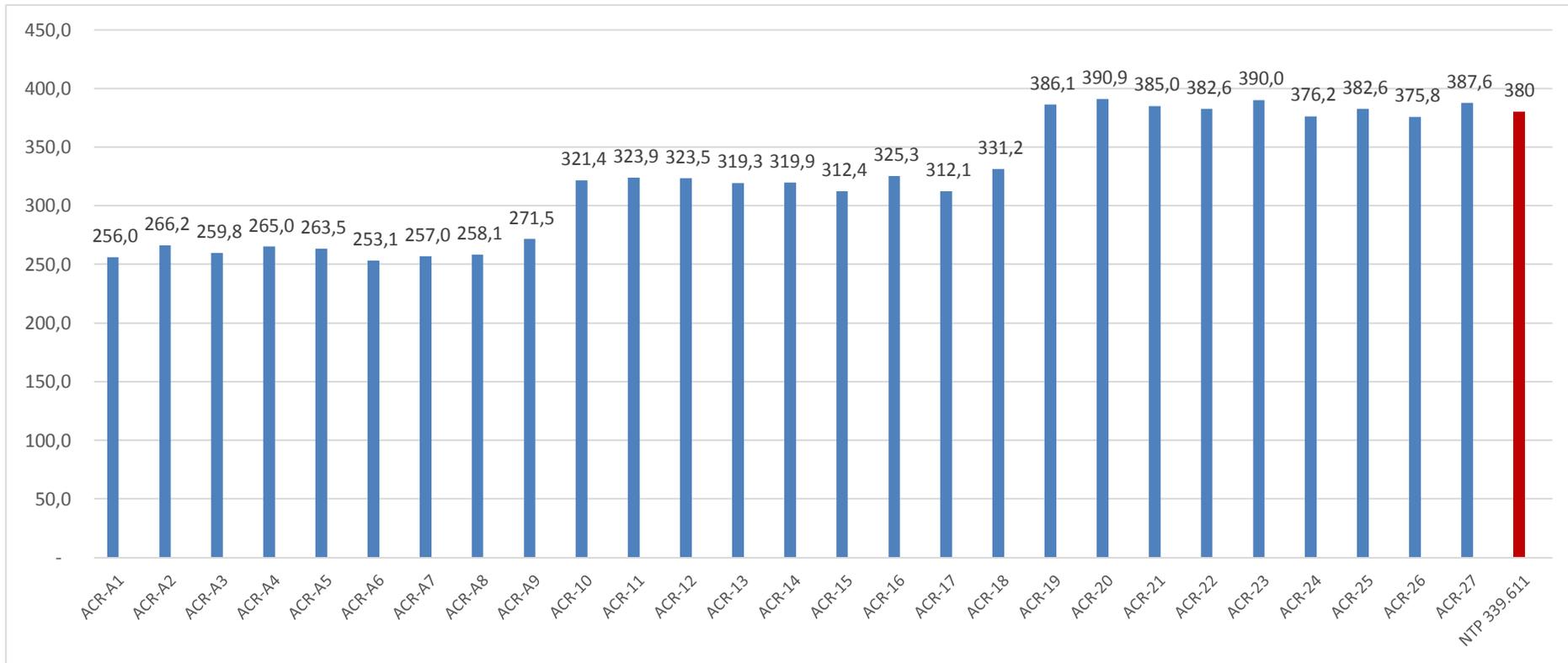
Figura 48. Prueba de absorción de adoquines promedio cada 3.



Fuente. Elaboración propia.

4.5.1 Absorción de los Adoquines Individual.

Figura 49. Absorción de los adoquines en forma individual.

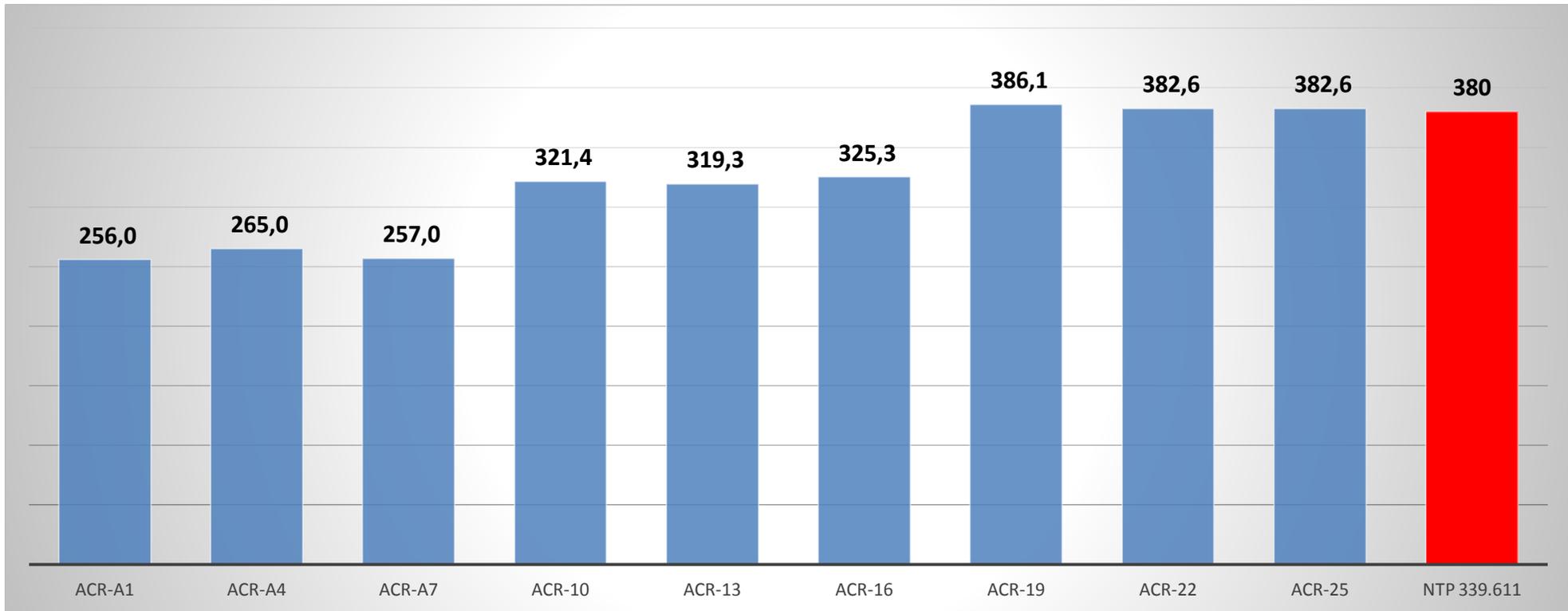


Fuente. Elaboración propia.



4.5.2 Absorción de los Adoquines Cada 3 Unidades.

Figura 50. Absorción de los adoquines cada 3 unidades.



Fuente. Elaboración propia.



4.0 Tolerancia Dimensional.

Tabla 91. Dimensiones de adoquines 8 tipo ii de concreto reciclado.

N°	Descripción	Largo	Ancho	Espesor
		mm	mm	mm
1	ACR-E1	200.00	101.00	82.00
2	ACR-E2	199.00	100.00	81.00
3	ACR-E3	198.00	101.00	82.00
4	ACR-E4	201.50	99.50	83.00
5	ACR-E5	198.00	99.50	81.50
6	ACR-E6	198.00	101.00	81.00
7	ACR-E7	200.00	99.00	80.50
8	ACR-E8	201.00	101.00	82.00
9	ACR-E9	200.50	101.00	81.00
10	ACR-E10	201.00	101.50	82.50
11	ACR-E11	197.00	99.00	82.00
12	ACR-E12	199.00	98.00	81.00
13	ACR-E13	200.00	100.00	83.00
14	ACR-E14	200.50	101.00	80.00
15	ACR-E15	199.50	99.50	81.50
16	ACR-E16	198.00	100.00	82.00
17	ACR-E17	200.50	101.50	81.00
18	ACR-E18	201.00	100.00	82.50
19	ACR-E19	199.00	99.00	81.50
20	ACR-E20	198.00	101.00	82.50
21	ACR-E21	201.00	99.50	83.00
22	ACR-E22	200.00	101.00	81.50
23	ACR-E23	199.00	100.00	81.00
24	ACR-E24	200.00	101.00	81.50
25	ACR-E25	199.00	98.50	82.00
26	ACR-E26	200.00	101.50	81.50
27	ACR-E27	198.50	99.00	82.00
28	ACR-E28	198.50	100.00	82.50
29	ACR-E29	199.50	101.00	81.00
30	ACR-E30	200.00	99.50	83.00
PROMEDIO		199.50	100.15	81.75

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 92. Promedios y variaciones

Descripción	Largo	Ancho	Espesor
	mm	mm	Mm
Adoquín	200.00	100.00	80.00
Promedio	199.50	100.15	81.75
Variación	0.50	-0.15	-1.75

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 93. Tolerancia dimensional máxima

Descripción		Adoquín	Promedio	Variación	Tolerancia máxima NTP 399.611	Observación
Largo	mm	200.00	199.50	0.50	1.60	CUMPLE
Ancho	mm	100.00	100.15	-0.15	1.60	CUMPLE
Espesor	mm	80.00	81.75	-1.75	3.20	CUMPLE

Fuente. Elaboración propia.

**a) Contraste de resultados con referentes al Marco Teórico**

- El uso de material reciclable según Piero Gonzales Vásquez, actualmente uno de los métodos que mejores resultados viene dando, para la dosificación de mezclas de concreto, es el método del agregado global y del módulo de finura, y en este trabajo de investigación demostramos se contrasta con la tabla N° 62 con el módulo de finesa 6.6, este resultado permite un acercamiento con mayor probabilidad de satisfacer los requisitos del concreto.
- La obtención del agregado grueso tiene relación con la “Clasificación y opciones de manejo de los residuos de la actividad de la construcción” según la norma NTP 400.053; donde la obtención del agregado grueso reciclado, es aceptado este material como material reutilizable.

b) Interpretación de resultados encontrados en la investigación

Luego de realizar los ensayos respectivos a los diferentes agregados y al concreto obtenido, se realiza la interpretación siguiente:

- Se sustenta con los valores presentados en las tablas 84 y 85, en la cual se verifica las resistencias del promedio de cada 3 unidades, cumpliendo además con la NTP 399.611, demostrando resultados óptimos en la resistencia a la compresión.
- La absorción máxima de manera individual no debe ser mayor a 7.5% de acuerdo NTP 399.611. En la tabla 87 se verifica el porcentaje máximo de absorción del adoquín AR 106 que es igual a 6.66% en la cual es menor del 7.5% por lo tanto cumple con la exigencia de la NTP 399.611.
- El tamaño máximo nominal es el indicado ya que se obtuvo después del tamizado con las mallas 1/2" y 1/4", y se determinó con el ensayo de granulometría en el laboratorio de la Universidad Andina del Cusco.
- Los resultados de tolerancia dimensional del adoquín en estudio, cumple con las exigencias de la NTP 399.611, en la tabla 93, se sustenta las variaciones, donde el largo tiene una variación de 0.50 mm, el ancho de -0.15 mm, estas dos



dimensiones son menores de 1.60 mm de acuerdo a la NTP 399.611, En lo que respecta el espesor de acuerdo a la tabla 93 tiene una variación de -1.75, por lo tanto, es menor al límite permisible que viene hacer de 3.2 mm de acuerdo a la NTP 399.611.

¿Cómo influye la utilización de Agregado Grueso procedente del Concreto Reciclado seleccionado y Agregado Fino de la Cantera de Cunyac y Vicho, Cemento IP y Agua potable en la resistencia a compresión mínima de un adoquín 8 tipo II?

- A los 7 días de edad se alcanza una $f'c= 262$ kgf/cm², faltando un 31% para llegar a la resistencia requerida.
- A los 14 días de edad se alcanza una $f'c= 323$ kgf/cm², faltando un 15% (57.0 kgf/cm²) para llegar a la resistencia requerida.
- A los 28 días de edad se alcanza una $f'c= 387$ kgf/cm², resultando superior a la resistencia requerida en un 2%.

¿Por qué se usaron briquetas de Concreto $f'c=210$ kg/cm² obtenidas del laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad Andina del Cusco, para la fabricación de Agregado Grueso Reciclado?

La presente investigación utiliza las briquetas de concreto $f'c=210$ kg/cm² obtenidas del laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Andina del Cusco por las siguientes razones:

- Los especímenes son desechados constantemente por la Universidad y estos son eliminados de manera irracional perjudicando el medio ambiente.
- Hasta la fecha el material de desecho no es reutilizado por la Universidad.
- Porque en la actualidad existen 123 tesis en Tecnología del Concreto en los cuales se producen briquetas en sus ensayos de laboratorio.
- Porque en la medida que la tesis se avanzó, se realizaron pruebas y se cuidaron los procesos de calidad de los agregados con los que se realizaron las briquetas.



c) Comentario de la demostración de la hipótesis

De la Sub Hipótesis N°01 “La resistencia a la compresión mínima varía en el rango 350 kg/cm² a 380 kg/cm² por cada unidad de adoquín fabricado con concreto reciclado como agregado grueso y agregados finos de las canteras de Cunyac y Vicho cumple con los parámetros mínimos de resistencia a la compresión indicados en la NTP. 399.611”, se puede determinar que los resultados están dentro de los rangos permitidos en la tabla 1 de la NTP 399.611.

De la Sub Hipótesis N°02 “El porcentaje de absorción máximo de un adoquín 8 tipo II según norma NTP 399.611 es de 6 % promedio de 3 unidades y 7.5% por unidad individual”, se puede observar los resultados obtenidos en la tabla 68 pagina 167 están dentro del rango que establece la NTP 399.611.

De la Sub Hipótesis N°03 “Las dimensiones de los adoquines 8 tipo II fabricados con agregado grueso reciclado y agregado fino de las canteras de vicho y cunyac y agua potable de la red pública son semejantes a los prescritos por la norma NTP 399.611”, podemos afirmar que los adoquines 8 Tipo II fabricados cumplen con la normativa.

De la Sub Hipótesis N°04 “El agregado grueso reciclado cumple con las características físico mecánicas mínimas para la elaboración de los adoquines 8 tipo II”, se observa que realizando todos los ensayos respectivos a dicho material se concluye que este cumple con las características físico mecánicas establecidas en la normativa.

De la Sub Hipótesis N°05 “El agregado fino de las canteras de Cunyac y Vicho cumple con las características físico mecánicas mínimas para emplearse en la fabricación de adoquines 8 tipo II para pavimentos de tránsito vehicular ligero en la ciudad del Cusco”, se concluye que los dos agregados utilizados son aptos para la producción de los adoquines de concreto reciclado.



- **Como influye la utilización de agregado grueso procedente del concreto reciclado seleccionado, agregado fino de la cantera de Cunyac y Vicho, cemento IP y agua potable en la absorción de un adoquín 8 tipo II.**

Influye favorablemente ya que la NTP 399.611 menciona que para adoquines 8 tipo II el porcentaje de absorción requerido por la normativa es de 7.5 % en unidad individual y el resultado obtenido en laboratorio en promedio es de 3.55% tabla 88. Por lo cual si cumple con lo exigido en la normativa.

- **De acuerdo a la NTP 399.611 ¿los Adoquines 8 tipo ii fabricados de concreto reciclado cumplen con las tolerancias dimensionales estipuladas en esta norma?**

Si cumplen con los requisitos establecidos por la NTP 339.611 ya que los resultados obtenidos son: Longitud 199.50 mm, ancho 100.15 mm, espesor 81.75 mm. Y están dentro de los parámetros establecidos por la norma, longitud ± 1.6 mm, ancho ± 1.6 mm. y espesor ± 3.2 mm.

¿El Agregado fino de las canteras de Vicho y Cunyac utilizado en la investigación cumple con la granulometría según la Norma NTP 400.012?

El agregado fino de Cunyac, no cumple con los límites máximos y mínimos según lo indicado en la norma NTP 400.012, por lo que se combinó con el agregado de Vicho en proporciones de 50% y 50% respectivamente para poder cumplir con los límites granulométricos exigidos en la tabla N°3 del marco teórico y la combinación fue la que se utilizó en la investigación.

d) Aporte de la investigación

- El aporte de esta investigación es el análisis de las características físico mecánicas del adoquín 8 tipo II con material reciclado y con los parámetros establecidos según la NTP 339.611, de manera que se incentiven la producción de adoquines 8 tipo II fabricados de concreto reciclado en gran cantidad.
- Con la validación de concreto reciclado como agregado para la producción de adoquines se plantea la posibilidad de sobreexplotar canteras y tendremos una



protección de los recursos renovables y no renovables que es de principal importancia para un país y de los procesos ecológicos fundamentales que garanticen la vida.

- Se ha identificado la posibilidad de disminuir y evitar la contaminación del medio ambiente con material de briquetas desechadas provenientes de laboratorios de concreto de las diferentes instituciones de nuestra ciudad ya que en nuestra ciudad no existen botaderos para este tipo de desechos.
- Haber caracterizado físico-mecánicamente el agregado grueso reciclado como se muestra en la tabla N° 56
- Haber identificado las proporciones de los componentes del adoquín en función a un procedimiento de diseño de mezclas.

e) Incorporación de temas nuevos que se han presentado durante el proceso de la investigación que no está considerado dentro de los objetivos de la investigación.

- Se ha observado que la pasta de concreto es muy poco trabajable ya que el agregado fino genera mayor avidez de la mezcla y se seca muy rápidamente por lo tanto se hace necesario adicionar una mayor cantidad de agua.
- También se ha observado durante el proceso de la rotura de briquetas mediante el ensayo de resistencia a la compresión que sería también muy necesario realizar también ensayos resistencia a la flexión y resistencia a la tensión.

**5.1 Grosario**

Agregado Fino: Agregado que pasa por el tamiz 9.5 mm (3/8 pulg.), pasa casi totalmente por el tamiz de 4.75 mm (No.4) y se retiene predominantemente en el tamiz de 75 mm (no. 200). **AGREGADO GRUESO:** Grava natural, piedra triturada o escoria de alto horno de hierro, frecuentemente mayor que 5 mm (0.2 pulg.) y cuyo tamaño normalmente varía entre 9.5 mm y 37.5 mm (3/8 y 1 1/2 pulg.).

Arena: Partículas de roca que pasan la malla N°4 (4.75mm) y son retenidos en la malla N° 200. **AIRE ATRAPADO (AIRE OCLUIDO):** Vacío de aire no intencional, con forma irregular, en el concreto fresco o endurecido, con tamaño igual o superior a 1 mm.

Cantera: Depósito natural de material apropiado para ser utilizado en ñla construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de carreteras.

Cambio de Volumen: Un aumento o una disminución del volumen por cualquier motivo, tal como un cambio de la humedad, de la temperatura o cambios químicos. (Véase también fluencia).

Cemento: Véase cemento portland y cemento hidráulico.

Cemento Portland: Cemento hidráulico de silicato de calcio que se produce por la pulverización del Clinker de cemento portland y normalmente también contiene sulfato de calcio y otros compuestos. (Véase también cemento hidráulico).

Clínker: Producto final del horno de cemento portland, material cementante bruto antes de la molienda.

Compactación: Proceso de inducción de una disposición más cerca de las partículas sólidas en el concreto y mortero a través de la reducción de los vacíos, frecuentemente logrado con la vibración, el varillado, los golpes o la combinación de estos métodos. También llamada de consolidación.

Concreto: Mezcla de material aglomerante (conglomerante) y agregados fino y grueso. En el concreto normal, comúnmente se usan como medio aglomerante, el cemento portland y el agua, pero también pueden contener puzolanas, escoria y/o aditivos químicos.



Concreto Endurecido: Concreto en el estado sólido que haya desarrollado una cierta resistencia.

Concreto Fresco: Concreto recién mezclado y aún plástico y trabajable.

Cono de Abrams: Molde con forma de cono trunco constituido material no atacable por la pasta de cemento, que se usa para medir la consistencia de la mezcla de concreto fresco. Se conoce también como cono de asentamiento.

Consistencia: Movilidad relativa o capacidad para fluir del concreto, mortero o grout frescos. (Véanse también revenimiento y trabajabilidad).

Concreto Reciclado: concreto endurecido que se haya reciclado para su uso, normalmente, como agregado.

Contenido de Aire: Volumen total de vacíos de aire, sea incluido, sea atrapado, en la pasta de cemento, mortero o concreto. El aire incluido aumenta la durabilidad del mortero o concreto endurecidos sometidos a congelación-deshielo y aumenta la trabajabilidad de las mezclas frescas.

Curado: Proceso, a través del cual se mantienen el concreto, mortero, grout o revoque fresco, en la condición húmeda y a una temperatura favorable, por el periodo de tiempo de sus primeras etapas, a fin de que se desarrollen las propiedades deseadas del material. El curado garantiza la hidratación y el endurecimiento satisfactorios de los materiales cementantes.

Dosificación: Proceso de medición, por peso o por volumen, de los ingredientes y su introducción en la mezcladora para una cantidad de concreto, mortero, grout o revoque.

Durabilidad: Capacidad del concreto, mortero, grout o revoque de cemento portland de resistir a la acción de las intemperies y otras condiciones de servicio, tales como ataque químico, congelación-deshielo y abrasión.

Fraguado: Grado en el cual el concreto fresco perdió su plasticidad y se endurece.

Granulometría (GRADACIÓN): Distribución del tamaño de las partículas de agregado, que se determina por la separación a través de tamices normalizados.



Masa Específica: masa por unidad de volumen, peso por unidad de volumen al aire, por ejemplo, en kg/m³.

Módulo de Finura (MF): Factor que se obtiene por la suma de los porcentajes acumulados de material de una muestra de agregado en cada uno de los tamices de la serie especificada y dividido por 100.

Plasticidad: Aquella propiedad de la pasta, concreto, mortero, grout o revoque fresco que determina su trabajabilidad, resistencia a deformación o facilidad de moldeo.

Relación Agua-Cemento (A/C): Relación entre la masa de agua y la masa de cemento en el concreto.

Resistencia a Compresión: Resistencia máxima que una probeta de concreto, mortero o grout puede resistir cuando es cargada axialmente en compresión en una máquina de ensayo a una velocidad especificada. Normalmente se expresa en fuerza por unidad de área de sección transversal, tal como mega pascal (MPa) o libras por pulgada cuadrada (lb/pulg.² o psi).

Revenimiento (Asentamiento de Cono de Abrams): Medida de consistencia del concreto fresco, igual al asentamiento inmediato de una probeta moldeada con un cono normalizado.

Sangrado (Exudación): Flujo del agua de la mezcla del concreto fresco, causado por el asentamiento de los materiales sólidos de la mezcla.

Segregación: Separación de los componentes del concreto fresco (agregados y mortero), resultando en una mezcla sin uniformidad.

Slump: Establece la determinación del asentamiento del concreto fresco en laboratorio como en campo. Este método consiste en colocar una muestra de concreto en un molde en forma de cono trunco y de acuerdo a procedimientos tales como medidas de desnivel con referencia al molde de cono trunco establecer valores que servirán para encontrar el asentamiento.

Trabajabilidad: Es la propiedad del concreto, mortero, grout o revoque frescos que determina sus características de trabajo, es decir, la facilidad para su mezclado, colocación, moldeo y acabado.



vacíos de Aire. vacíos de aire atrapado (aire oculto) o burbujas de aire incluido en el concreto, mortero o grout. Los vacíos atrapados normalmente tienen un diámetro mayor que 1 mm y los vacíos incluidos son menores. La mayoría de los vacíos atrapados se debe remover a través de vibración interna, plantillas vibratorias o varilladas.

Curado – proceso, a través del cual se mantienen el concreto, mortero, grout o revoque fresco, en la condición húmeda y a una temperatura favorable, por el periodo de tiempo de sus primeras etapas, a fin de que se desarrollen las propiedades deseadas del material. El curado garantiza la hidratación y el endurecimiento satisfactorios de los materiales cementantes.



5.2 Conclusiones

Conclusión 01:

Se ha demostrado la hipótesis general” El rango en que oscila la magnitud de las propiedades físico mecánicas de un adoquín 8 tipo II según la Norma Técnica Peruana NTP 399.611 utilizando agregado grueso reciclado provenientes de la fractura de briquetas de concreto de calidad $f'c=210$ Kg/cm², y agregado fino natural provenientes de la cantera de Cunyac y Vicho, cemento tipo IP y agua potable de la red pública de la ciudad del Cusco evaluados según los parámetros que establece la NTP 339.66.09. se aproxima a los valores prescritos” Ya que revisando los datos obtenidos en el diseño de mezclas (tabla 83), técnicamente resulta viable reemplazar el agregado natural por agregado grueso reciclado para la fabricación de adoquines 8 tipo II.

Conclusión 02:

Si se ha demostrado la hipótesis N°1 “Las dimensiones y tolerancias dimensionales de los adoquines 8 tipo II fabricados con agregado grueso reciclado y agregado fino de las canteras de vicho y cunyac y agua potable de la red pública son semejantes a los prescritos por la norma NTP 399.611”

Los resultados de tolerancia dimensional del adoquín en estudio, cumple con las exigencias de la NTP 399.611, en la tabla 76, se sustenta las variaciones, donde el largo tiene una variación de 1.11 mm, el ancho de 1.06 mm, estas dos dimensiones son menores de 1.60 mm de acuerdo a la NTP 399.611, En lo que respecta el espesor de acuerdo a la tabla 70 tiene una variación de -1.75, por lo tanto, es menor al límite permisible que viene hacer de 3.2 mm de acuerdo a la NTP 399.611.

Conclusión 03:

No se ha demostrado la hipótesis específica N° 2 “El agregado grueso reciclado cumple con las características físico mecánicas mínimas para la elaboración de los adoquines 8 tipo II”

Con respecto al agregado grueso, proveniente del concreto reciclado, En lo que respecta a la granulometría no cumple con los rangos permisibles de acuerdo a la GRÁFICO 11, en el ensayo de la malla 200, cumple con el porcentaje máximo permisible que viene hacer 1%, en la cual el agregado producto del reciclado presenta 0.23% de material más fino que el tamiz N°200. Con respecto a la resistencia mecánica y durabilidad, cumplen con los parámetros establecidos de acuerdo a la tabla 45 y la tabla 48 respectivamente.

**Conclusión 04:**

Si se ha demostrado la hipótesis específica N° 3 “El agregado fino de las canteras de Cunyac y Vicho cumple con las características físico mecánicas mínimas para emplearse en la fabricación de adoquines 8 tipo II para pavimentos de tránsito vehicular ligero en la ciudad del Cusco”

El agregado de Cunyac, de acuerdo a la GRÁFICO 9, la granulometría no está en los rangos permisibles, con respecto al módulo de fineza tiene un valor de 1.80, en el ensayo de la malla 200 no cumple con el porcentaje máximo permisible que viene hacer 5%, en la cual el agregado de Cunyac presenta 12.57% de material más fino que el tamiz N°200. Con respecto a la durabilidad no cumple, de acuerdo a la tabla 33 resulta mayor del 15%. En lo que respecta al agregado de Vicho, la granulometría no cumple con los rangos permisibles de acuerdo a la GRÁFICO 10, con respecto al módulo de fineza tiene un valor de 3.08, en el ensayo de la malla 200 no cumple con el porcentaje máximo permisible que viene hacer 5%, en la cual el agregado de Vicho presenta 8.21% de material más fino que el tamiz N°200. Con respecto a la durabilidad cumple, de acuerdo a la tabla 40 resulta menor del 15%.

Conclusión 05:

Se ha demostrado la hipótesis específica N° 4 “La resistencia a la compresión mínima es de 380 kg/cm² por cada unidad de adoquín fabricado con concreto reciclado como agregado grueso y agregados finos de las canteras de Cunyac y Vicho cumple con los parámetros mínimos de resistencia a la compresión indicados en la NTP. 399.611”

Se sustenta con los valores presentados que se evidencia en los cuadros N°75, 76 y 77 que la variación de resistencia a la compresión individual si llega a lo exigido en la tabla N° 1 de la NTP 399.611.

Conclusión 06:

Se ha demostrado la hipótesis general “El porcentaje de absorción de un adoquín 8 tipo II es de 6 % fabricado con concreto reciclado como agregado grueso y agregados finos de las canteras de Cunyac y Vicho cumple con los parámetros de % de absorción según la NTP. 399.611”

El porcentaje de absorción en este tipo de investigaciones concluyo con porcentajes favorables como se observa en la tabla 86, de tal manera que se cumple con lo exigido en tabla N° 3 NTP. 399.611



5.3 Recomendaciones.

Recomendación 01:

Los agregados finos de Cunyac y de Vicho no cumplen con la granulometría especificada en la NTP 400.037, por lo tanto se recomienda mezclar el agregado fino para poder cumplir lo que establece la NTP 399.611.

Recomendación 02:

Se recomienda cuidar la forma en que se tritura la materia prima (agregado grueso reciclado), pues el tamaño y forma del agregado producido juega un papel muy importante durante la fabricación de concreto, de ello depende la fluidez, trabajabilidad y resistencia del concreto. La granulometría obtenida debe de cumplir con lo especificado por la normatividad vigente, pues solo así se podrá lograr obtener concretos de buena calidad.

Recomendación 03:

Se recomienda la utilización de máquinas de prensado, vibrado y compactado para la producción de adoquines de concreto reciclado, los cuales permitirán optimizar la producción de las mismas.

Recomendación 04:

Se recomienda seguir evaluando y profundizando la investigación del adoquín elaborado con concreto reciclado, con el fin de obtener los estudios complementarios y resultados, tales como resistencia a la flexión, elasticidad, resistencia a la tensión, resistencia al intemperismo, durabilidad, entre otros.

Recomendación 05:

Se recomienda a la Universidad Andina del Cusco:

- Calibración de equipos para ensayos de compresión.
- Adquirir físicamente la normativa utilizada en la presente investigación tales como:
 - o NTP 399.611(UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Adoquines de concreto para pavimentos.
 - o NTP 400.037 (AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados de hormigón



Recomendación 06.

Se recomienda realizar en primera instancia un análisis financiero para poder determinar el costo-beneficio sobre la inversión efectuada o por efectuar, con ello se tendrá mayor certeza sobre la factibilidad de la producción e inserción de los adoquines de concreto reciclado producidos en la industria de la construcción.



Referencias Bibliográficas

- ABANTO, C. F. (1996). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO*. LIMA: SAN MARCOS.
- PASCAL C ENRIQUE, (1993). *TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO EN EL PERU*: COLEGIO DE INGENIERIA DEL PERU.
- ANICANA, G. (2010). *ESTUDIO EXPERIEMNTAL DEL EMPLEO DE MATERIALES DE DESECHO DE PROCESOS MINEOS EN APLICACIONES PRACTICAS CON PRODUCTOS CEMENTICIOS*. LIMA: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ.
- ANNE CHAUVEINC, J. (2011). *ESTUDIO EXPERIMENTAL DE PROPIEDADES MECÁNICAS DE HORMIGONES CON ÁRIDO RECICLADO MEDIANTE LA MODIFICACIÓN DEL MÉTODO DE MEZCLADO DEL HORMIGÓN*. SANTIAGO DE CHILE: UNIVERISDAD DE CHILE.
- CASTAÑEDA CRUZ, K. J., & LENNER, V. E. (2014). *APLICACIÓN DE CONCRETO RECICLADO EN LA PRODUCCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRANSITO VEHICULAR LIGERO CEN LA CIUDAD DE CHICLAYO*. CHICLAYO: UNIVERSIDAD SENOR DE SIPAN.
- CASTELLS X. (2000). *RECICLAJE DE RESIDUOS DE INDUSTRIALES*. EDICIONES DIAZ DE SANTOS (ESPAÑA).
- CATAÑEDA CRUZ, K. J., & VÁSQUEZ BARRETO, E. L. (2014). *APLICACIÓN DE CONCRETO RECICLADO EN LA PRODUCCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRANSITO VEHICULAR LIGERO CEN LA CIUDAD DE CHICLAYO*. CHICLAYO - PERÚ: UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN, SEDE CHICLAYO.
- CORTINA RAMIREZ, J. M. (2007). *GUIA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION*. PUEBLA-MÉXICO: UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA.
- ESTRADA GUERRERO, J. J. (2012). *COMPARATIVA DEL COMPORTAMIENTO DEL CORTANTE EN VIGAS DE CONCRETO CON AGREGADO NORMAL, AGREGADO RECICLADO Y CON ADICIÓN DE HUMO SE SILICE*. SANTIAGO DE QUERÉTARO: UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERÉTARO .
- FELÍX BEGLIARDO, H. (2011). *VALORIZACIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS DE HORMIGÓN*. SANTA FE, COLOMBIA: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL DE COLOMBIA.
- FERREYRA DIAZ, J. S. (2009). *APROVECHAMIENTO DE ESCOMBROS COMO AGREGADO NO CONVENCIONALES EN MEZCLA DE CONCRETO*. BUCARAMANGA - COLOMBIA: UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA.
- FLOR CHÁVEZ, G. F. (2012). *APROVECHAMIENTO DE HORMIGÓN RECICLADO EN OBRAS VIALES*. ARGENTINA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA.
- FOSTER W. (1986). *RECYCLED CONCRETE A AGGREGATE*. SYRACUSE UNIVERSITY.
- GARCIA LANDA, C. (2009). *CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE CONCRETOS RECICLADOS FABRICADOS CON DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN*. UNIVERSIDAD VERACRUZANA.



- HANSEN, T. (1985). *STRENGTH OF RECYCLED CONCRETE MADE FROM CRUSHED CONCRETE COARSE AGGREGATE* EN *CONCRETE INTERNATIONAL*.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., & BAUTISTA LUCIO, P. (2008). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN*. MC. GRAW-HILL/INTERAMERICANA/S.A.
- INSTITUTO-AMERICANO-DEL-CONCRETO-211. (s.f.).
- INDECOPI. (2002). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso Especifico y absorcion del agregado grueso. NTP 400.021*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (1999). *AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. NTP 400.017*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2002). *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigon (concreto) NTP 400.037*. Lima, Perú.
- KIM, E. (1993). *AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE WORKABILITY AND ENGINEERING PROPERTIES OF RECYCLED AGGREGATE*. KOREA: EN JOURNAL OF THE ARCHITECTURAL INSTITUTE OF KOREA.
- MARROQUÍN MUÑOZ, E. I. (2012). *RECICLAJE DE DESECHOS DE CONCRETO Y VERIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y PROPIEDADES MECÁNICAS*. GUATEMALA: UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA.
- MONTRONE PISCULICH, M. Á., QUISPE COTRINA, A. T., & TORRE CARRILLO, A. (2008). *ESTUDIOS DE CONCRETO RECICLADOS*. LOJA: ECUADOR.
- MOYA MONTESINOS, F., & TITO APAZA, G. (2014). *VALOR AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO Y SU APLICACIÓN PARA CONCRETOS DE BAJA RESISTENCIA EN LA CIUDAD DEL CUSCO*. CUSCO: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO.
- MTC E209-1999. (s.f.). *DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO*.
- MUÑOZ, J. (1975). *UTILIZACIÓN DE DESECHOS DE CONCRETO COMO AGREGADO GRUESO*. LIMA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
- NTP 399.611-2010. (s.f.). *UNIDADES DE ALBAÑILERIA. ADOQUINES DE COMCRETO PARA PAVIMENTOS. REQUISITOS*. PERU: INDECOPI.
- NTP 400.012-2001. (s.f.). *ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL*. PERÚ: INDECOPI.
- NTP339.088. (2006). *AGUA DE MEZCLA UTILIZADA EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND*. PERU: INDECOPI.
- NTP339.185-2002. (s.f.). *AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE FUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO*. PERU: INDECOPI.
- NTP400.053-1999. (s.f.). *MANEJO DE RESIDUOS DE LA ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCION*.
- NTP400.053-2010. (s.f.). *MANEJO DE RESIDUOS DE LA ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCION*.
- PASQUEL, E. (1998). *TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO EN EL PERU*. LIMA: COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ.



RIVERA, G. (2009). *CONCRETO SIMPLE*. MEXICO: UNIVERSIDAD DE CAUCA.

ROMERO, H. (2004). *VIALIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL USO DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO*. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.

SÁNCHEZ, D. (2001). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO* (5° ed.). SANTA FE DE BOGOTO: BRANDAR EDITORES LTDA.

SANTOS SHAB, G. (2011). TIPOS DE INVESTIGACION. UNIVERDIADA DR. NAZARIO VÍCTOR MOTEJO GODOY.

SOTO TOLEDO, C. D. (2006). *HORMIGON RECICLADO*. VALDIVIA-CHILE: UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE.

TAVAKOLI, M., & SOROUSHIAN, P. (1996). *DRYING SHRINKAGE BEHAVIOR OF RECYCLE AGGREGATE CONCRETE*. CONCRETE INTERNATIONAL .

TÉLLEZ GARCIA , J. A., & VIILLANUEVA NARANJO, J. C. (2003). *LA RESITENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO EN NICARAGUA*. NICARAGUA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.

TORRE, A. (2004). *CURSO BASICO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO PARA INGENIEROS CIVILES*. LIMA, PERÚ: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.



Referencias Electrónicas

ADOQUINES PREFABRICADOS, OBTENIDA EL 15 DE ENERO DE 2015.
WWW.DINO.COM.PE/PRODUCTOS/PREFABRICADOS/ADOQUIN-DE-CONCRETO-6. (S.F.).

ADOQUINES DE CONCRETO, OBTENIDA EL 16 ENERO DE 2015. WWW.ICPA.ORG.AR. (S.F.).

CEMENTO HE, OBTENIDA EL 10 DE JUNIO DE 2015.
WWW.YURA.COM.PE/INFO/FICHA_TECNICA_HE.PDF. (2013).

CONCRETO RECICLADO, OBTENIDA EL 10 DE ENERO DEL 2015.
[HTTP://WWW.SCRIBD.COM/DOC/29399015/CONCRETO RECICLADO](http://WWW.SCRIBD.COM/DOC/29399015/CONCRETO_RECICLADO).

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EUCON PAVERTITE, OBTENIDA EL 19 DE MAYO DEL 2015.

WWW.DISTRIBUCIONESVILLAMAR.COM/FILES/EUCON%20PAVERTITE.PDF

NOTAS DEL CONCRETO, OBTENIDA EL 20 DE MAYO DEL 2015.
NOTASDECONCRETOS.BLOGSPOT.COM. (S.F.).



Anexo



5.3 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	NORMATIVIDAD Y BIBLIOGRAFIA
<p>- PROBLEMA GENERAL ¿En qué rango oscilan las magnitudes de las propiedades físico mecánicas de un adoquín 8 tipo II utilizando agregado grueso reciclado provenientes de la fractura de briquetas de concreto de calidad $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$, y agregado fino natural provenientes de la cantera de Vicho y Cunyac, cemento tipo IP y agua potable de la red pública de la ciudad del Cusco, evaluados según los parámetros que establece la Norma Técnica Peruana NTP 399.611?</p> <p>- PROBLEMA N°01 ¿Cuál es la resistencia a compresión mínima de un adoquín 8 tipo II utilizando como agregado grueso concreto reciclado y agregados finos de las canteras de Cunyac y Vicho?</p> <p>- PROBLEMA N°02 ¿Cuál es la absorción máxima de un adoquín de concreto utilizando como agregado grueso concreto reciclado y agregado fino natural provenientes de las canteras Cunyac y Vicho?</p> <p>PROBLEMA N°03 ¿Cuáles son las dimensiones de los adoquines 8 tipo II fabricados con agregado grueso reciclado y agregado fino de las canteras de vicho y cunyac según la NTP 399.611?</p> <p>- PROBLEMA N°04 ¿La magnitud de las propiedades de físico mecánicas del agregado grueso reciclado cumplirá con las características mínimas para la elaboración de los adoquines 8 tipo II?</p> <p>- PROBLEMA N°05 ¿La magnitud de las propiedades del agregado fino de la cantera de Cunyac y Vicho para emplearse en la fabricación de adoquines 8 tipo II para pavimentos de tránsito vehicular ligero en la ciudad del Cusco cumplirá con lo especificado y prescrito?</p>	<p>- HIPOTESIS GENERAL El rango en que oscilan las magnitudes de las propiedades físico mecánicas de un adoquín 8 tipo II se aproximan al rango prescrito por la Norma Técnica Peruana NTP 399.611</p> <p>• SUB HIPOTESIS N°01 La resistencia a la compresión mínima varía en el rango 350 kg/cm^2 a 380 kg/cm^2 de adoquín fabricado con concreto reciclado como agregado grueso y agregados finos de las canteras de Cunyac y Vicho.</p> <p>• SUB HIPOTESIS N°02 El porcentaje de absorción máximo de un adoquín 8 tipo II es de 6 % promedio de 3 unidades y 7.5% por unidad individual.</p> <p>• SUB HIPOTESIS N°03 Las dimensiones de los adoquines 8 tipo II fabricados con agregado grueso reciclado y agregado fino de las canteras de vicho y cunyac y agua potable de la red pública son semejantes a los prescritos por la norma NTP 399.611.</p> <p>• SUB HIPOTESIS N°04 El agregado grueso reciclado cumple con las características físico mecánicas mínimas para la elaboración de los adoquines 8 tipo II.</p> <p>• SUB HIPOTESIS N°05 El agregado fino de las canteras de Cunyac y Vicho cumple con las características físico mecánicas mínimas para emplearse en la fabricación de adoquines 8 tipo II para pavimentos de tránsito vehicular ligero en la ciudad del Cusco.</p>	<p>- OBJETIVO GENERAL Evaluar en qué rango oscila las magnitudes de las propiedades físico mecánicas de un adoquín 8 tipo II según la Norma Técnica Peruana NTP 399.611 utilizando agregado grueso reciclado provenientes de la fractura de briquetas de concreto de calidad $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, y agregado fino natural provenientes de la cantera de Cunyac y Vicho, cemento tipo IP y agua potable de la red pública de la ciudad del Cusco evaluados según los parámetros que establece la NTP 399.611.</p> <p>• OBJETIVO N° 01 Determinar la resistencia a la compresión mínima de un adoquín 8 tipos II utilizando como agregado grueso concreto reciclado y agregado fino de las canteras de Cunyac y Vicho para comparar con la resistencia a compresión de las unidades de la NTP. 399.611.</p> <p>• OBJETIVO N° 02 Determinar el porcentaje de absorción de un adoquín 8 tipos II elaborado con agregado grueso de concreto reciclado y agregado fino natural provenientes de las canteras Cunyac y Vicho para compararla con la NTP. 399.611.</p> <p>• OBJETIVO N° 03 Determinar las dimensiones de los adoquines 8 tipo II utilizando como agregado grueso concreto reciclado y agregados finos de las canteras de Cunyac y Vicho.</p> <p>• OBJETIVO N° 04 Determinar si la magnitud de las propiedades de físico mecánicas del agregado grueso reciclado cumplirá con las características mínimas para la elaboración de los adoquines 8 tipo II?</p> <p>• OBJETIVO N° 05 Determinar si la magnitud de las propiedades de del agregado fino de la cantera de Cunyac y Vicho para emplearse en la fabricación de adoquines 8 tipo II para pavimentos de tránsito vehicular ligero en la ciudad del Cusco cumple con lo prescrito.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE X1: Propiedades físico mecánicas de los agregados.</p> <p>VARIABLES DEPENDIENTES. Y1: Propiedades físico mecánicas de los adoquines 8 tipo II</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE X1: - Tamaño máximo. - Módulo de fineza. - Gravedad específica de sólidos. - Peso específico. - Diseño de mezclas.</p> <p>VARIABLES DEPENDIENTES. Y1: - Resistencia a la compresión de cada unidad del adoquín. - Porcentaje de absorción de las unidades. - Variación de la tolerancia dimensional.</p>	<p>INSTRUMENTOS - Formatos de laboratorio - Molde Cilíndrico. - Horno con temperatura - Balanza. - Recipiente. - Guantes para horno. - Tamices - Agitador eléctrico.</p> <p>EQUIPOS - Tamizado de la arena - Cámara filmadora - Equipo para medición de resistencia a la compresión del concreto endurecido.</p>	<p>NORMATIVA - Norma técnica peruana NTP 399.611 - Norma E-060 de concreto armado - Norma ACI-99 de concreto armado - Norma ACI-02</p> <p>BIBLIOGRAFIA - ABANTO, C. F. (1996). <i>TECNOLOGIA DEL CONCRETO</i>. LIMA: SAN MARCOS. - MORALES ROBERTO. (2006) <i>Diseño de concreto armado</i>, tercera edición. Lima. Editorial ICG - RIVVA LOPES ENRIQUE (1999). <i>Diseño de mezclas</i>. Primera edición. Lima. Editorial ICG. - FLAVIO ABANTO CASTILLO (1998). <i>Tecnología del concreto</i> Lima. Editorial ICG. - NCh 1017. EOf. 1975, "Hormigón – Confección y Curado en obra de probetas para Ensayos de Compresión y Tracción". - NCh 1019. EOf. 1974, "Hormigón – Determinación de la Docilidad. Método del Asentamiento del Cono de Abrams". - ENRIQUE RIVVA LOPEZ <i>Tecnología del concreto</i></p>