

c) Toma de Datos

Tabla 19

Datos del ensayo Cantidad de Material Fino que pasa el tamiz de $75 \mu\text{m}$ (N° 200) por lavado – Arena de la cantera SERTRAQ

Datos de lavado de la muestra	1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo
Material: Arena - Cantera SERTRAQ - Huasao			
Antes del lavado			
Peso de la muestra seca (gr):	1556.49	1645.98	1507.25
Después del lavado			
Peso de la muestra seca (gr):	1502.35	1589.31	1453.78
Peso del residuo filtrado seco (gr):	54.14	56.67	53.47

Tabla 20

Datos del ensayo Cantidad de Material Fino que pasa el tamiz de $75 \mu\text{m}$ (N° 200) por lavado – Arena de la cantera Pisac

Datos de lavado de la muestra	1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo
Material: Arena - Cantera Pisac			
Antes del lavado			
Peso de la muestra seca (gr):	1245.30	1145.80	1345.20
Después del lavado			
Peso de la muestra seca (gr):	1211.20	1121.20	1308.40
Peso del residuo filtrado seco (gr):	34.10	24.60	36.80

Tabla 21

Datos del ensayo Cantidad de Material Fino que pasa el tamiz de $75 \mu\text{m}$ (N° 200) por lavado – Confitillo de la cantera SERTRAQ

Datos de lavado de la muestra	1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo
Material: Confitillo- Cantera SERTRAQ - Huasao			
Antes del lavado			
Peso de la muestra seca (gr):	1450.80	1512.40	1534.20
Después del lavado			
Peso de la muestra seca (gr):	1439.40	1497.50	1521.10
Peso del residuo filtrado seco (gr):	11.40	14.90	13.10



3.5.2 Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

a) Equipos y materiales utilizados en la prueba

- Horno de secado.
- Zaranda mecánica.
- Cucharón metálico.
- Brocha.
- Escobilla.
- Bandejas y bols metálicos.

PARA AGREGADOS FINOS

- Balanza de precisión de 0.1 gr.
- Serie de tamices: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200.

PARA AGREGADOS GRUESOS

- Balanza de precisión de 0.5 gr.
- Serie de tamices: 3/8", N° 4, N° 8, N° 16.

b) Procedimiento

- El ensayo se realizó para los agregados finos y gruesos.
- Se cuarteó la muestra de acuerdo al procedimiento establecido en la MTC E 201 y se obtuvo el peso inicial de la muestra para iniciar el ensayo.
- Se dejó secar la muestra a temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, en el horno de secado hasta obtener peso constante.
- Se seleccionó la serie de tamices de tamaños adecuados para el tipo de agregado.
- Posteriormente se encajó los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura, y colocó la muestra sobre el tamiz superior.
- Luego se tamizó en la zaranda mecánica por un periodo de 3 minutos.
- Finalmente se determinó el peso de la muestra retenido en cada tamiz, con una balanza de precisión.

Figura 10

Cuarteo de los agregados



Figura 11

Tamizado de los agregados para la determinación de la granulometría



c) Toma de Datos

Tabla 22

Datos del ensayo Granulometría – Arena de la cantera SERTRAQ

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Material:		Arena - Cantera SERTRAQ - Huasao		
		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo
Peso Muestra Inicial (gr)		1474.20	1509.10	1594.50
TAMIZ	Apertura del tamiz (mm)	Peso retenido (gr)		
#4	4.75	184.30	184.90	191.60
#8	2.36	413.40	414.90	429.90
#16	1.18	272.40	273.40	283.20
#30	0.60	182.50	183.10	189.70
#50	0.300	173.20	173.80	180.10
#100	0.149	126.80	157.30	192.90
#200	0.074	74.60	74.80	77.50
Fondo	0.000	45.50	45.70	47.40
Peso Muestra Final (gr):		1472.70	1507.90	1592.30

Tabla 23

Datos del ensayo Granulometría – Arena de la cantera Pisac

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Material:		Arena - Cantera Pisac		
		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo
Peso Muestra Inicial (gr)		912.80	916.50	944.80
TAMIZ	Apertura del tamiz (mm)	Peso retenido (gr)		
#4	4.75	2.30	2.20	2.30
#8	2.36	10.00	10.10	10.40
#16	1.18	145.70	146.40	151.40
#30	0.60	145.50	146.20	151.20
#50	0.300	251.10	252.30	260.00
#100	0.149	268.60	269.40	276.60
#200	0.074	72.50	72.90	75.40
Fondo	0.000	15.20	15.30	15.80
Peso Muestra Final (gr):		910.90	914.80	943.30

Tabla 24

Datos del ensayo Granulometría – Arena, Combinación de canteras = 70% PISAC + 30% SERTRAQ

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Material:		Arena - Combinación = 70% PISAC + 30% SERTRAQ		
		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo
Peso Muestra Inicial (gr)		1080.80	1084.80	1096.50
TAMIZ	Apertura del tamiz (mm)	Peso retenido (gr)		
#4	4.75	56.90	57.10	29.30
#8	2.36	131.00	131.50	136.50
#16	1.18	183.70	184.40	191.40
#30	0.60	156.60	157.20	163.20
#50	0.300	227.70	228.50	237.00
#100	0.149	226.10	226.90	235.60
#200	0.074	73.10	73.40	76.20
Fondo	0.000	24.30	24.40	25.30
Peso Muestra Final (gr):		1079.40	1083.40	1094.50

Tabla 25

Datos del ensayo Granulometría – Confitillo de la cantera SERTRAQ

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Material:		Confitillo - Cantera SERTRAQ -Huasao		
		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo
Peso Muestra Inicial (gr)		1000.00	1005.00	1529.50
TAMIZ	Apertura del tamiz (mm)	Peso retenido (gr)		
3/8	9.50	93.70	94.20	143.20
#4	4.75	651.10	654.20	995.50
#8	2.36	198.80	199.80	304.20
#16	1.18	56.20	56.50	86.10
Fondo	0.000	0.00	0.00	0.00
Peso Muestra Final (gr):		999.80	1004.70	1529.50

3.5.3 Peso Unitario de los agregados

a) Equipos y materiales utilizados en la prueba

- Balanza de precisión de 0.1 gr.
- Molde metálico, cilíndrico de 6" y 4".
- Varilla compactadora de acero lisa (5/8"), Cucharon metálico, Regla metálica.
- Horno de secado.

b) Procedimiento

- El ensayo se realizó para los agregados finos y gruesos.
- Se cuarteó la muestra de acuerdo al procedimiento establecido en la MTC E 201, se obtuvo la muestra y fue secada en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Se determinó el volumen y peso del molde metálico mediante medición con la regla milimétrica para hallar el diámetro y la altura del molde.
- El molde se llenó con el cucharón descargando el agregado desde una altura no mayor de 50 mm (2") hasta que el recipiente quedó lleno, para la determinación de peso unitario suelto.
- Para para la determinación de peso unitario compactado: se llenó la tercera parte del recipiente con el agregado, y la superficie fue emparejada, la primera capa de agregado fue apisonada con 25 golpes de la varilla distribuidos uniformemente, utilizando el extremo semiesférico de la varilla se realizó el mismo procedimiento con las dos capas restantes.
- Se determinó el peso del recipiente de medida más el contenido y el peso del recipiente, y registró los pesos con aproximación de 0,05 Kg.

Figura 12

Determinación del peso unitario de la arena



c) Toma de Datos

Tabla 26

Datos del ensayo Peso Unitario Suelto de la Arena – Combinación de canteras = 70% PISAC + 30% SERTRAQ

PESO UNITARIO SUELTO DE LA ARENA					
Material:	Arena - Combinación = 70% PISAC + 30% SERTRAQ				
DATOS DEL ENSAYO		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo	4° Ensayo
Número de Molde	#				
Peso del Molde	gr	4158.30	4158.30	4158.30	4158.30
Peso del Molde + Muestra Suelta	gr	5583.50	5592.20	5587.10	5581.60
Peso de la Muestra Suelta	gr	1425.20	1433.90	1428.80	1423.30
Altura del Molde	cm	11.70	11.70	11.70	11.70
Diámetro del Molde	cm	10.20	10.20	10.20	10.20
Volumen del Molde	cm ³	956.04	956.04	956.04	956.04
Peso Unitario Suelto	gr/cm ³				
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³				

Tabla 27

Datos del ensayo Peso Unitario Compactado de la Arena – Combinación de canteras = 70% PISAC + 30% SERTRAQ

PESO UNITARIO COMPACTADO DE LA ARENA					
Material:	Arena - Combinación = 70% PISAC + 30% SERTRAQ				
DATOS DEL ENSAYO		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo	4° Ensayo
Número de Molde	#				
Peso del Molde	gr	4158.30	4158.30	4158.30	4158.30
Peso del Molde + Muestra Compactado	gr	5623.40	5635.10	5621.80	5628.60
Peso de la Muestra Compactado	gr	1465.10	1476.80	1463.50	1470.30
Altura del Molde	cm	11.67	11.67	11.67	11.67
Diámetro del Molde	cm	10.00	10.00	10.00	10.00
Volumen del Molde	cm ³	916.56	916.56	916.56	916.56
Peso Unitario Compactado	gr/cm ³				
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³				

Tabla 28

Datos del ensayo Peso Unitario Suelto del Confitillo de la Cantera SERTRAQ

PESO UNITARIO SUELTO DEL CONFITILLO					
Material:		Confitillo Cantera SERTRAQ			
DATOS DEL ENSAYO		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo	4° Ensayo
Número de Molde	#				
Peso del Molde	gr	6970.00	6970.00	6970.00	6970.00
Peso del Molde + Muestra Suelta	gr	11505.00	11495.00	11515.00	11510.00
Peso de la Muestra Suelta	gr	4535.00	4525.00	4545.00	4540.00
Altura del Molde	cm	17.78	17.78	17.78	17.78
Diámetro del Molde	cm	15.24	15.24	15.24	15.24
Volumen del Molde	cm ³	3243.33	3243.33	3243.33	3243.33
Peso Unitario Suelto	gr/cm ³				
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³				

Tabla 29

Datos del ensayo Peso Unitario Suelto del Confitillo de la Cantera SERTRAQ

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONFITILLO					
Material:		Confitillo Cantera SERTRAQ			
DATOS DEL ENSAYO		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo	4° Ensayo
Número de Molde	#				
Peso del Molde	gr	6970.00	6970.00	6970.00	6970.00
Peso del Molde + Muestra Compactado	gr	12085.00	12020.00	12050.00	12110.00
Peso de la Muestra Compactado	gr	5115.00	5050.00	5080.00	5140.00
Altura del Molde	cm	17.78	17.78	17.78	17.78
Diámetro del Molde	cm	15.24	15.24	15.24	15.24
Volumen del Molde	cm ³	3243.33	3243.33	3243.33	3243.33
Peso Unitario Compactado	gr/cm ³				
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³				



3.5.4 Gravedad específica y absorción de agregados finos

a) Equipos y materiales utilizados en la prueba

- Balanza de precisión de 0,1 gr.
- Estufa con temperatura uniforme
- Bomba de vacíos.
- Horno de secado a una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Frasco volumétrico de 500 cm³ de capacidad.
- Cono de absorción y varilla para apisonado metálica.
- Bandeja plana, piseta, embudo, cucharón metálico, brocha, espátula.

b) Procedimiento

- Se muestreó el agregado, mezcló uniformemente y redujo por cuarteo hasta obtener un espécimen de ensayo de mayor a 1,0 Kg.
- Se colocó el agregado fino en un recipiente, cubrió con agua dejando reposar durante 24 horas.
- Posteriormente se procedió a decantar el agua evitando pérdida de finos, extendió el agregado sobre una bandeja y colocó en la estufa a temperatura removiendo frecuentemente para el secado uniforme, hasta que las partículas del agregado no se adhieran marcadamente entre sí.
- Se colocó en el molde cónico y golpeó la superficie suavemente 25 veces con la varilla para apisonado y levantó luego el molde probando hasta que el cono se derrumbe por los costados al quitar el molde, lo que indica que el agregado fino alcanzó una condición de superficie seca.
- Se introdujo en el frasco una muestra de 500 gr de material preparado llenando parcialmente con agua destilada.
- Luego se agitó el frasco para eliminar burbujas manualmente, y mecánicamente con la bomba de vacíos hasta extraer las burbujas de aire.
- Después de haber eliminado el aire, se llenó el frasco hasta la capacidad de 500 cm³.
- Se determinó el peso total del frasco, espécimen y agua.
- Finalmente se retiró el agregado fino del frasco sin perder material, se secó el material en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C por un periodo de 24 horas y se determinó el peso.

Figura 13

Determinación del peso unitario de la arena



c) Toma de Datos

Tabla 30

Datos del ensayo Peso Específico de la Arena - Combinación de canteras = 70% PISAC + 30% SERTRAQ

PESO ESPECÍFICO DE LA ARENA					
Material: Arena - Combinación = 70% PISAC + 30% SERTRAQ					
DATOS DEL ENSAYO		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo	4° Ensayo
Número de Picnómetro	#	3A-21RC	3A-21RC	3A-21RC	3A-21RC
Volumen del Picnómetro	cm ³	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso del Material Saturado con Superficie Seca	gr	496.20	497.40	495.00	495.40
Peso Picnómetro + agua	gr	672.10	673.80	670.10	671.10
Peso Picnómetro + agua + muestra	gr	985.30	987.10	983.10	983.10
Peso del Material Seco al aire.	gr	489.80	491.00	488.90	489.00

3.5.5 Peso específico y absorción de agregados gruesos

a) Equipos y materiales utilizados en la prueba

- Balanza de flotación sensible a 0,1 gr, capacidad de 8,000 gr.
- Cesta con malla de alambre.
- Horno de secado a una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Bandeja plana, cucharón metálico.

b) Procedimiento

- Se cuarteó la muestra hasta obtener 2 kilos, muestra mínima solicitada para agregados de 3/8".
- Se colocó el agregado en un recipiente, se cubrió con agua dejando reposar durante 24 horas.
- Luego de 24 horas se removió la muestra del agua y secó con un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible.
- Se determinó el peso del agregado en condición saturado superficialmente seco.
- Se colocó de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso en agua, cuidando de remover todo el aire atrapado antes del pesado.
- Finalmente se secó la muestra hasta peso constante, a una temperatura entre 100 °C \pm 5°C en el horno, se enfrió y determinó el peso seco de la muestra.

Figura 14

Pesado del confitillo en la balanza de flotación



c) Datos

Tabla 31

Datos del ensayo Peso Específico del confitillo de la cantera SERTRAQ

PESO ESPECÍFICO DEL CONFITILLO					
Material: Confitillo Cantera SERTRAQ					
DATOS DEL ENSAYO		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo	4° Ensayo
Peso de la muestra Seca Superficialmente Seca	gr	2645.50	2658.50	2649.50	2645.00
Peso muestra Seca Superficialmente Seca Sumergida	gr	1705.00	1711.00	1706.20	1704.80
Peso de la muestra secada al horno	gr	2598.50	2611.00	2603.00	2598.00

3.5.6 Elaboración de los bloques de concreto.**a) Equipos y materiales utilizados en la prueba**

- Balanza.
- Mezclador de piso de una capacidad de 0.5 m³.
- Maquina moldeadora y vibradora de bloques de concreto.
- Probeta graduada de 1,000 ml.
- Pala.

b) Procedimiento

- Se pesaron y midieron los agregados, poliestireno, cemento y agua de acuerdo a lo establecido en la dosificación.
- Se colocaron los agregados, poliestireno y cemento en la mezcladora e inicio el mezclado.
- Posteriormente se vertió el agua en la pasta seca y se mezcló por un periodo de 3 minutos.
- Se realizaron pruebas de revenimiento para determinar el SLUMP de la mezcla fresca.
- Se colocó la mezcla en la maquina moldeadora y vibró durante 3 minutos, se descargaron los bloques en grupos de cuatro en una parrilla y acomodaron para su fraguado.
- Luego de fraguar durante 24 horas, los bloques se acomodaron para curarse por riego durante un periodo de 28 días, tomando muestras a los 7, 14 y 28 días para realizar el ensayo de compresión en unidades de albañilería.

Figura 15

Pesado de agregado para la elaboración de bloques de concreto



Figura 16

Proceso de mezclado

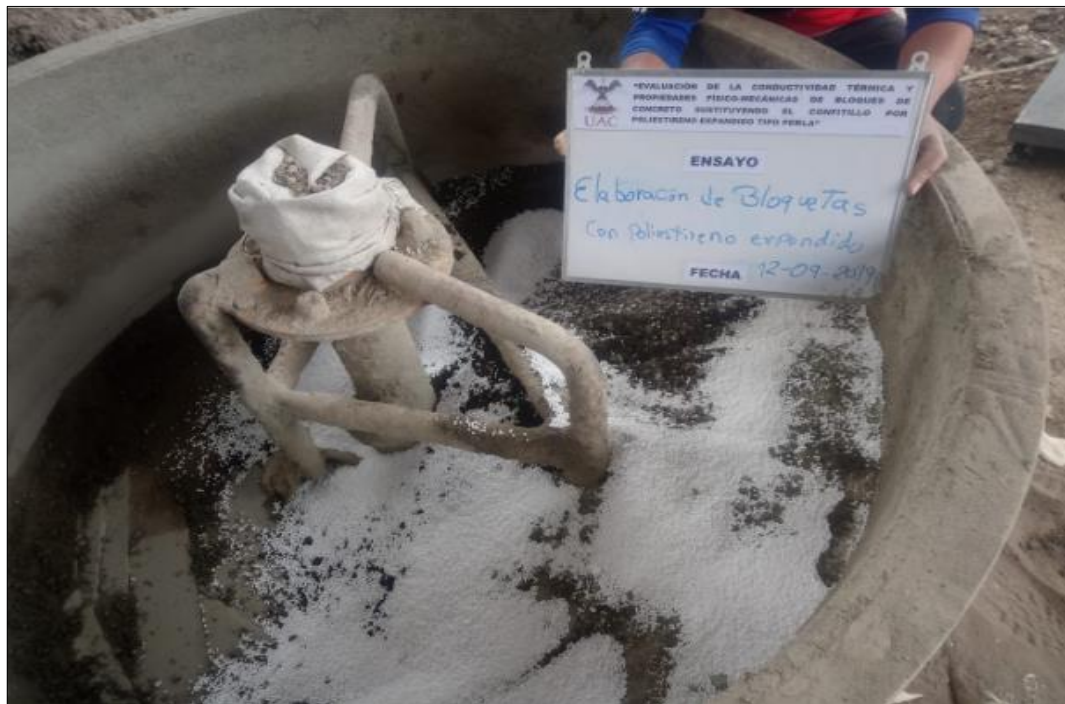


Figura 17

Vibrado y moldeado de bloques de concreto



Figura 18

Secado de Bloques de concreto



Ensayo en bloques de concreto

3.5.7 Conductividad térmica

a) Equipos utilizados en la prueba

- Aparato para el ensayo de la conductividad térmica según los lineamientos de la norma ASTM C177.
- Balanza con precisión de 1 gr.
- Regla metálica milimetrada.
- Medidor de magnitudes eléctricas (multímetro).
- Medidor de magnitudes térmicas (termocupla tipo K).

b) Procedimiento

- Se seleccionó el ensayo para una prueba de una cara.
- Se midió y registro las dimensiones y la masa de la muestra, incluyendo el grosor de las paredes de los bloques.
- Luego se ajustaron los sistemas de calefacción y refrigeración para establecer las condiciones de prueba deseadas.
- Se registraron la hora de inicio y fecha de la prueba.
- Se colocaron las muestras en la caja térmica, se inició con el calentamiento de la placa caliente hasta lograr el estado de equilibrio térmico.
- Finalmente se registraron las temperaturas el en centro de la muestra que se encontraban en la placa fría y la placa caliente y la hora del fin de la prueba.

Figura 19

Construcción de equipo



c) Toma de Datos

Tabla 32

Datos del ensayo de conductividad térmica del Bloque patrón

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA – BLOQUE PATRÓN							
DATOS DEL ENSAYO	UND	ESPÉCIMEN					
		PA 1	PA 2	PA 3	PA 4	PA 5	PA 6
Potencia de Energía Eléctrica (Pot)	W	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Altura del bloque de concreto (H)	m	0.194	0.194	0.192	0.194	0.194	0.197
Largo del bloque de concreto (L)	m	0.401	0.401	0.400	0.401	0.400	0.401
Ancho del bloque de concreto (A)	m	0.149	0.150	0.149	0.150	0.149	0.150
Temperatura de la Placa Caliente T(caliente)	°C	291.00	285.00	295.00	295.00	290.00	292.60
Temperatura de la Placa Fría T(fría)	°C	51.00	40.00	48.00	52.30	53.40	54.80

Tabla 33

Datos del ensayo de conductividad térmica del Bloque A - sustituido al 0.5%

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA – BLOQUE A, SUSTITUIDO AL 0.5%							
DATOS DEL ENSAYO	UND	ESPÉCIMEN					
		A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6
Potencia de Energía Eléctrica (Pot)	W	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Altura del bloque de concreto (H)	m	0.195	0.201	0.193	0.197	0.192	0.196
Largo del bloque de concreto (L)	m	0.401	0.400	0.399	0.400	0.401	0.401
Ancho del bloque de concreto (A)	m	0.151	0.149	0.149	0.150	0.150	0.150
Temperatura de la Placa Caliente T(caliente)	°C	288.00	293.00	288.00	293.00	291.00	295.00
Temperatura de la Placa Fría T(fría)	°C	27.00	26.00	28.00	25.00	26.00	27.00

Tabla 34*Datos del ensayo de conductividad térmica del Bloque B – sustituido al 1.0%*

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA – BLOQUE B, SUSTITUIDO AL 1.0%							
DATOS DEL ENSAYO	UND	ESPÉCIMEN					
		B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6
Potencia de Energía Eléctrica (Pot)	W	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Altura del bloque de concreto (H)	m	0.194	0.198	0.196	0.201	0.196	0.197
Largo del bloque de concreto (L)	m	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
Ancho del bloque de concreto (A)	m	0.150	0.150	0.150	0.151	0.150	0.151
Temperatura de la Placa Caliente T(caliente)	°C	295.00	297.00	297.00	298.00	297.00	298.00
Temperatura de la Placa Fría T(fría)	°C	20.00	21.00	24.00	24.00	21.00	20.00

Tabla 35*Datos del ensayo de conductividad térmica del Bloque C – sustituido al 1.5%*

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA – BLOQUE C, SUSTITUIDO AL 1.5%							
DATOS DEL ENSAYO	UND	ESPÉCIMEN					
		C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
Potencia de Energía Eléctrica (Pot)	W	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Altura del bloque de concreto (H)	m	0.193	0.198	0.195	0.194	0.199	0.196
Largo del bloque de concreto (L)	m	0.400	0.400	0.400	0.400	0.401	0.401
Ancho del bloque de concreto (A)	m	0.150	0.149	0.150	0.151	0.150	0.150
Temperatura de la Placa Caliente T(caliente)	°C	295.00	296.00	298.00	297.00	297.00	297.00
Temperatura de la Placa Fría T(fría)	°C	20.00	23.00	21.00	20.00	20.00	22.00

Tabla 36*Datos del ensayo de conductividad térmica del Bloque D – sustituido al 2.0%*

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA – BLOQUE D, SUSTITUIDO AL 2.0%							
DATOS DEL ENSAYO	UND	ESPÉCIMEN					
		D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6
Potencia de Energía Eléctrica (Pot)	W	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Altura del bloque de concreto (H)	m	0.192	0.194	0.195	0.195	0.199	0.195
Largo del bloque de concreto (L)	m	0.400	0.400	0.400	0.400	0.401	0.401
Ancho del bloque de concreto (A)	m	0.150	0.151	0.150	0.150	0.150	0.150
Temperatura de la Placa Caliente T(caliente)	°C	296.00	294.00	296.00	295.00	294.00	296.00
Temperatura de la Placa Fría T(fría)	°C	20.00	19.00	20.00	21.00	21.00	20.00

3.5.8 Alabeo

a) Equipos utilizados en la prueba

- Regla de acero milimetrada, de 60 cm de longitud.
- Cuña metálica graduada en milímetros.
- Superficie plana de vidrio, no menor de 300 mm x 300 mm con un rango de 0.025 mm.

b) Procedimiento

- Los especímenes se ensayarán tal cual se los recibe, únicamente se eliminará con una brocha el polvo adherido a las superficies.
- Se colocó la regla metálica de borde recto longitudinal o diagonalmente a lo largo de la superficie a ser medida, adoptándose la ubicación que da la mayor desviación de la línea recta.
- Usando la cuña se midió esta distancia con una aproximación de 1 mm y registró como la distorsión cóncava o convexa de la superficie.
- Usando la cuña se midió esta distancia con una aproximación de 1 mm y registró como la distorsión cóncava o convexa de los bordes.

c) Toma de Datos

Tabla 37

Datos del ensayo alabeo del Bloque patrón

Especimen	DATOS DE ALABEO – BLOQUE PATRÓN			
	SUPERFICIE CÓNCAVA (mm)		SUPERFICIE CONVEXA (mm)	
	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
PA 1	5.0	-	-	6.0
PA 2	-	4.0	-	4.0
PA 3	6.0	5.0	-	-
PA 4	4.0	-	-	5.0
PA 5	5.0	-	-	4.0
PA 6	-	4.0	4.0	-
PA 7	-	-	5.0	6.0
PA 8	6.0	-	-	5.0
PA 9	-	6.0	-	6.0
PA 10	5.0	5.0	-	-
PA 11	6.0	-	-	7.0
PA 12	-	-	6.0	4.0

Tabla 38

Datos del ensayo alabeo del Bloque A - sustituido al 0.5%

Especimen	DATOS DE ALABEO – BLOQUE A, SUSTITUIDO AL 0.5%			
	SUPERFICIE CÓNCAVA (mm)		SUPERFICIE CONVEXA (mm)	
	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
A 1	6.0	-	-	6.0
A 2	-	6.0	4.0	-
A 3	5.0	5.0	-	-
A 4	-	-	4.0	4.0
A 5	6.0	-	-	6.0
A 6	-	5.0	4.0	-
A 7	5.0	6.0	-	-
A 8	6.0	-	-	6.0
A 9	-	-	5.0	6.0
A 10	-	6.0	6.0	-
A 11	-	5.0	6.0	-
A 12	6.0	5.0	-	-

Tabla 39*Datos del ensayo alabeo del Bloque B - sustituido al 1.0%*

DATOS DE ALABEO – BLOQUE B, SUSTITUIDO AL 1.0%				
Especimen	SUPERFICIE CÓNCAVA (mm)		SUPERFICIE CONVEXA (mm)	
	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
B 1	6.0	-	-	6.0
B 2	-	7.0	6.0	-
B 3	-	-	6.0	6.0
B 4	-	6.0	7.0	-
B 5	-	-	6.0	7.0
B 6	6.0	-	-	6.0
B 7	6.0	-	-	6.0
B 8	-	6.0	5.0	-
B 9	7.0	6.0	-	-
B 10	-	-	6.0	7.0
B 11	6.0	-	-	6.0
B 12	6.0	6.0	-	-

Tabla 40*Datos del ensayo alabeo del Bloque C - sustituido al 1.5%*

DATOS DE ALABEO – BLOQUE C, SUSTITUIDO AL 1.5%				
Especimen	SUPERFICIE CÓNCAVA (mm)		SUPERFICIE CONVEXA (mm)	
	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
C 1	-	5.0	6.0	-
C 2	6.0	-	-	6.0
C 3	-	-	6.0	5.0
C 4	6.0	6.0	-	-
C 5	-	7.0	6.0	-
C 6	-	6.0	6.0	-
C 7	6.0	-	-	7.0
C 8	7.0	-	-	6.0
C 9	-	-	6.0	5.0
C 10	6.0	5.0	-	-
C 11	-	7.0	6.0	-
C 12	6.0	-	-	5.0

Tabla 41*Datos del ensayo alabeo del Bloque D - sustituido al 2.0%*

Especimen	DATOS DE ALABEO – BLOQUE D, SUSTITUIDO AL 2.0%			
	SUPERFICIE CÓNCAVA (mm)		SUPERFICIE CONVEXA (mm)	
	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
D 1	-	6.0	-	-
D 2	-	-	6.0	7.0
D 3	-	6.0	7.0	-
D 4	6.0	-	-	-
D 5	-	6.0	-	-
D 6	-	6.0	6.0	-
D 7	5.0	-	-	6.0
D 8	5.0	-	-	5.0
D 9	-	6.0	7.0	-
D 10	7.0	-	7.0	-
D 11	7.0	-	-	7.0
D 12	-	6.0	6.0	-

3.5.9 Variación dimensional

a) Equipos y materiales utilizados en la prueba

- Regla de acero graduada en divisiones de 1,0 mm.
- Los espesores de las paredes laterales y los tabiques se medirán con un calibre Vernier (pie de rey), graduado en divisiones de 0,4 mm y con quijadas paralelas de no menos de 12,7 mm ni más de 25,4 mm de longitud.

b) Procedimiento

- Se tomó las medidas de todas las dimensiones con una regla de acero graduada en divisiones de 1,0 mm.
- Los espesores de las paredes laterales se midieron con un calibre Vernier.
- Se midió tres unidades enteras para el ancho, la altura, longitud, y los espesores mínimos de las paredes laterales.
- Para cada unidad, se midió y registró el ancho (A) en la longitud media de las superficies de apoyo superior e inferior, la altura (H) en la longitud media de cada cara, y la longitud (L) en la altura media de cada cara.

Figura 20

Medición de bloque de concreto



c) Toma de Datos

Tabla 42

Datos del ensayo variación dimensional del Bloque patrón

VARIACIÓN DIMENSIONAL - BLOQUE PATRÓN												
Espécimen	Largo			Ancho			Altura			Espesor		
	L 1 mm	L 2 mm	L 3 mm	A 1 mm	A 2 mm	A 3 mm	H 1 mm	H 2 mm	H 3 mm	E 1 mm	E 2 mm	E 3 mm
PA 1	401	401	400	149	149	150	194	196	194	180.2	180.8	180.4
PA 2	401	400	401	150	150	149	194	196	196	180.6	181.0	180.8
PA 3	400	401	400	149	150	150	192	192	194	181.0	181.0	181.0
PA 4	401	400	401	150	150	150	194	195	195	182.6	183.0	183.0
PA 5	400	401	400	149	150	150	194	193	193	181.0	181.4	181.2
PA 6	401	400	400	150	150	150	197	198	197	183.0	183.2	182.8
PA 7	400	401	400	149	150	150	194	196	194	183.0	182.6	182.8
PA 8	401	400	401	150	149	150	194	196	196	182.2	182.0	182.0
PA 9	400	401	400	149	150	150	195	194	194	182.0	181.8	181.8
PA 10	401	400	400	150	150	149	194	195	195	183.0	182.8	183.0
PA 11	400	401	400	149	150	150	196	196	196	180.8	181.0	181.0
PA 12	401	400	400	150	150	150	194	194	195	180.0	180.6	180.6

Tabla 43

Datos del ensayo variación dimensional del Bloque A - sustituido al 0.5%

VARIACIÓN DIMENSIONAL - BLOQUE A, SUSTITUIDO AL 0.5%												
Especímen	Largo			Ancho			Altura			Espesor		
	L 1	L 2	L 3	A 1	A 2	A 3	H 1	H 2	H 3	E 1	E 2	E 3
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
A 1	401	401	401	151	151	150	195	195	196	179.8	179.8	180.0
A 2	400	400	400	149	150	149	201	200	200	180.6	180.8	180.6
A 3	399	400	400	149	149	149	193	194	194	180.6	180.8	180.6
A 4	400	400	400	150	150	150	197	197	198	181.6	181.8	181.8
A 5	401	401	400	150	150	150	192	192	193	181.0	181.2	181.2
A 6	401	402	402	150	150	150	196	197	196	182.4	182.4	182.6
A 7	400	399	399	148	149	149	194	195	194	180.6	180.4	180.6
A 8	399	400	400	150	151	151	195	196	196	181.8	182.0	181.8
A 9	400	400	400	150	150	150	201	200	201	180.2	180.2	180.2
A 10	400	400	401	148	149	149	196	195	195	181.4	181.2	181.2
A 11	401	401	400	151	150	150	193	192	192	182.2	182.2	182.2
A 12	400	400	401	150	149	150	195	194	196	180.4	180.6	180.6

Tabla 44

Datos del ensayo variación dimensional del Bloque B - sustituido al 1.0%

VARIACIÓN DIMENSIONAL - BLOQUE B, SUSTITUIDO AL 1.0%												
Especímen	Largo			Ancho			Altura			Espesor		
	L 1	L 2	L 3	A 1	A 2	A 3	H 1	H 2	H 3	E 1	E 2	E 3
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
B 1	400	401	400	150	149	150	194	195	195	181.2	181.2	181.0
B 2	400	400	401	150	150	151	198	198	198	179.4	179.4	179.6
B 3	400	401	401	150	150	150	196	195	195	181.2	181.2	181.2
B 4	400	400	401	151	150	150	201	200	201	180.4	180.4	180.8
B 5	400	400	400	150	151	151	196	196	197	181.6	181.8	181.6
B 6	400	400	400	151	150	150	197	198	198	182.4	182.4	182.4
B 7	400	401	401	150	150	150	198	198	197	183.6	183.4	183.4
B 8	401	400	400	150	150	150	198	198	199	182.8	182.6	182.8
B 9	400	400	401	150	150	149	198	198	199	180.2	180.2	180.2
B 10	401	401	400	150	150	150	196	195	195	179.8	179.8	179.6
B 11	400	400	400	150	151	150	196	196	197	179.6	179.6	179.6
B 12	401	400	401	150	150	151	199	200	200	180.2	180.2	180.0

Tabla 45*Datos del ensayo variación dimensional del Bloque C - sustituido al 1.5%*

VARIACIÓN DIMENSIONAL - BLOQUE C, SUSTITUIDO AL 1.5%												
Espécimen	Largo			Ancho			Altura			Espesor		
	L 1	L 2	L 3	A 1	A 2	A 3	H 1	H 2	H 3	E 1	E 2	E 3
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
C 1	400	400	400	150	151	150	193	194	193	181.2	181.2	181.0
C 2	400	401	401	149	150	150	198	199	198	179.4	179.4	179.6
C 3	400	400	400	150	149	149	195	194	195	181.2	181.2	181.2
C 4	400	401	400	151	150	149	194	195	195	180.4	180.4	180.8
C 5	401	400	400	150	149	150	199	200	200	181.6	181.8	181.6
C 6	401	402	402	150	150	150	196	197	196	182.4	182.4	182.4
C 7	400	400	400	150	150	149	192	192	192	182.8	182.8	182.8
C 8	401	401	400	150	150	151	196	197	196	181.2	181.4	181.4
C 9	400	401	400	150	151	150	194	194	195	179.8	179.6	179.8
C 10	400	400	400	150	150	150	194	195	195	180.2	180.4	180.2
C 11	401	400	400	150	150	150	197	196	197	180.4	180.4	180.4
C 12	400	401	401	150	150	150	195	196	196	181.6	181.8	181.8

Tabla 46*Datos del ensayo variación dimensional del Bloque D - sustituido al 2.0%*

VARIACIÓN DIMENSIONAL - BLOQUE D, SUSTITUIDO AL 2.0%												
Espécimen	Largo			Ancho			Altura			Espesor		
	L 1	L 2	L 3	A 1	A 2	A 3	H 1	H 2	H 3	E 1	E 2	E 3
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
D 1	400	401	400	150	150	150	192	192	192	180.6	180.8	180.8
D 2	400	400	401	151	150	150	194	195	194	181.6	181.4	181.6
D 3	400	401	400	150	150	149	195	194	195	181.2	181.2	181.2
D 4	400	401	400	150	150	150	195	195	195	181.2	181.2	181.4
D 5	401	401	400	150	150	150	199	198	199	180.6	180.8	180.6
D 6	401	400	400	150	151	150	195	194	195	181.4	181.4	181.4
D 7	400	400	400	150	150	149	192	192	192	181.8	181.8	181.6
D 8	401	401	400	150	150	151	196	197	196	182.2	182.0	182.4
D 9	400	401	400	150	151	150	194	194	195	182.6	182.4	182.4
D 10	400	400	400	150	150	150	194	195	195	181.2	181.4	181.4
D 11	401	400	400	150	150	150	197	196	197	180.6	180.6	180.6
D 12	400	401	401	150	150	150	195	196	196	182.2	182.2	182.4

3.5.10 Absorción y Densidad

a) Equipos utilizados en la prueba

- La balanza de flotación.
- Horno de secado a una temperatura de 110 ± 5 °C.

b) Procedimiento

- El ensayo se realizó con unidades enteras
- Se saturaron los especímenes de prueba en agua por 24 horas.
- Se pesaron los especímenes mientras estuvieron suspendidos por un alambre de metal y sumergidos totalmente en agua y registró W_i (peso sumergido)
- Se retiraron las muestras del agua y drenaron por 1 minuto, retirando el agua superficial visible con un paño húmedo; se pesaron como W_s (peso saturado)
- Después de la saturación, se secaron los especímenes en el horno a 110 °C por 24 horas y registró los pesos de los especímenes secados W_d (peso secado al horno)

Figura 21

Secado de bloques de concreto en horno





c) Toma de Datos

Tabla 47

Datos del ensayo absorción y densidad del Bloque patrón

ABSORCIÓN Y DENSIDAD – BLOQUE PATRÓN						
Espécimen #	Ws (Kg)	Wd (Kg)	Wi (Kg)	ABSORCIÓN		DENSIDAD
				Kg/m ³	%	Kg/m ³
PA 1	12.630	12.125	8.125			
PA 2	14.200	13.615	9.125			
PA 3	12.640	12.105	8.115			
PA 4	12.910	12.340	8.120			
PA 5	12.850	12.305	8.265			
PA 6	12.710	12.165	8.005			
PA 7	12.990	12.460	8.350			
PA 8	12.755	12.220	8.120			
PA 9	12.950	12.410	8.235			
PA 10	12.765	12.255	8.225			
PA 11	12.520	12.015	8.160			
PA 12	12.940	12.410	8.114			

Tabla 48

Datos del ensayo absorción y densidad del Bloque A - sustituido al 0.5%

ABSORCIÓN Y DENSIDAD – BLOQUE A, SUSTITUIDO AL 0.5%						
Espécimen #	Ws (Kg)	Wd (Kg)	Wi (Kg)	ABSORCIÓN		DENSIDAD
				Kg/m ³	%	Kg/m ³
A 1	9.880	9.510	5.320			
A 2	9.870	9.495	5.250			
A 3	9.640	9.285	5.200			
A 4	10.350	9.965	5.585			
A 5	9.875	9.515	5.360			
A 6	9.835	9.470	5.250			
A 7	9.730	9.365	5.235			
A 8	10.095	9.715	5.425			
A 9	9.600	9.255	5.130			
A 10	9.725	9.365	5.250			
A 11	9.815	9.450	5.220			
A 12	10.015	9.645	5.395			

**Tabla 49***Datos del ensayo absorción y densidad del Bloque B - sustituido al 1.0%*

ABSORCIÓN Y DENSIDAD – BLOQUE B, SUSTITUIDO AL 1.0%						
Espécimen	Ws	Wd	Wi	ABSORCIÓN		DENSIDAD
#	(Kg)	(Kg)	(Kg)	Kg/m³	%	Kg/m³
B 1	9.780	9.440	5.125			
B 2	9.775	9.425	5.115			
B 3	9.780	9.445	5.120			
B 4	9.750	9.420	5.095			
B 5	9.660	9.330	5.040			
B 6	9.785	9.455	5.135			
B 7	9.755	9.415	5.105			
B 8	9.795	9.450	5.155			
B 9	9.730	9.385	5.110			
B 10	9.695	9.370	5.120			
B 11	9.720	9.375	5.085			
B 12	9.760	9.415	5.100			

Tabla 50*Datos del ensayo absorción y densidad del Bloque C - sustituido al 1.5%*

ABSORCIÓN Y DENSIDAD – BLOQUE C, SUSTITUIDO AL 1.5%						
Espécimen	Ws	Wd	Wi	ABSORCIÓN		DENSIDAD
#	(Kg)	(Kg)	(Kg)	kg/m³	%	Kg/m³
C 1	8.450	8.155	3.755			
C 2	8.575	8.290	3.805			
C 3	8.615	8.335	3.935			
C 4	8.360	8.075	3.820			
C 5	8.655	8.350	3.925			
C 6	8.410	8.125	3.745			
C 7	8.615	8.320	3.920			
C 8	8.455	8.170	3.795			
C 9	8.620	8.310	3.980			
C 10	8.625	8.325	3.905			
C 11	8.395	8.105	3.735			
C 12	8.560	8.280	3.825			

Tabla 51*Datos del ensayo absorción y densidad del Bloque D - sustituido al 2.0%*

ABSORCIÓN Y DENSIDAD – BLOQUE D, SUSTITUIDO AL 2.0%						
Espécimen	Ws	Wd	Wi	ABSORCIÓN		DENSIDAD
#	(Kg)	(Kg)	(Kg)	kg/m³	%	Kg/m³
D 1	7.585	7.335	3.015			
D 2	7.650	7.390	3.055			
D 3	7.795	7.530	3.105			
D 4	7.590	7.325	3.005			
D 5	7.560	7.310	3.010			
D 6	7.615	7.360	3.055			
D 7	7.685	7.425	3.045			
D 8	7.710	7.450	3.080			
D 9	7.785	7.515	3.100			
D 10	7.610	7.350	3.055			
D 11	7.645	7.395	3.040			
D 12	7.610	7.360	3.035			

3.5.11 Resistencia a la compresión del bloque de concreto

a) Equipos y materiales utilizados en la prueba

- Equipo de compresión axial de 500,000 lb Humboldt.
- Placas de acero.

b) Procedimiento

- Previamente al ensayo se refrendó los bloques con yeso – cemento, extendiendo uniformemente la pasta hidratada con agua sobre un vidrio (superficie no absorbente).
- Se colocó la superficie de la unidad para ser refrendada en contacto con la pasta de refrendado; se presionó firmemente hacia abajo el espécimen con un solo movimiento, manteniéndolo de modo que su eje sea perpendicular a la superficie de refrendado.
- Se secó el refrendado durante 24 horas.

Figura 22

Refrendado de bloques con pasta yeso-cemento



- Se registraron las medidas de largo y ancho de los bloques con la finalidad de calcular el área de contacto neta y bruta.
- Se verificó que los bloques estén libres de humedad antes de iniciar el ensayo.
- Se ensayaron los bloques centrados y alineados verticalmente con el centro de empuje de la rótula de la máquina de ensayo con una velocidad no menor de 1 minuto ni mayor a 2 minutos.
- Se registró el valor de carga máxima por cada bloque ensayado.

Figura 23

Ensayo de Resistencia a la compresión



c) Toma de Datos

Tabla 52

Datos del ensayo resistencia a la compresión a los 7, 14 y 21 del Bloque Patrón

Especímen #	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kgf)		
				7 días	14 días	28 días
PA 1	400.67	149.33	59832.89	7260.00	9810.00	14240.00
PA 2	400.67	149.67	59966.44	7630.00	10580.00	13010.00
PA 3	400.33	149.67	59916.56	7250.00	9580.00	13540.00
PA 4	400.67	150.00	60100.00	6120.00	9750.00	12570.00
PA 5	400.33	149.67	59916.56	5680.00	10150.00	14520.00
PA 6	400.33	150.00	60050.00	6470.00	9650.00	14130.00
PA 7	400.33	149.67	59916.56	6140.00	10320.00	14360.00
PA 8	400.67	149.67	59966.44	6400.00	9680.00	12630.00
PA 9	400.33	149.67	59916.56	7270.00	10820.00	13580.00
PA 10	400.33	149.67	59916.56	7610.00	9650.00	14250.00
PA 11	400.33	149.67	59916.56	6740.00	9930.00	13620.00
PA 12	400.33	150.00	60050.00	5750.00	9880.00	14350.00

Tabla 53

Datos del ensayo resistencia a la compresión a los 7, 14 y 21 del Bloque A - sustituido al 0.5%

Especímen #	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kgf)		
				7 días	14 días	28 días
A 1	401.00	150.67	60417.33	6340.00	7260.00	14510.00
A 2	400.00	149.33	59733.33	5260.00	8880.00	15130.00
A 3	399.67	149.00	59550.33	5620.00	8350.00	15600.00
A 4	400.00	150.00	60000.00	4760.00	8790.00	16040.00
A 5	400.67	150.00	60100.00	4790.00	8010.00	15260.00
A 6	401.67	150.00	60250.00	5580.00	8310.00	15560.00
A 7	399.33	148.67	59367.56	6200.00	7500.00	15750.00
A 8	399.67	150.67	60216.44	5430.00	8840.00	16090.00
A 9	400.00	150.00	60000.00	5210.00	7600.00	15250.00
A 10	400.33	148.67	59516.22	6160.00	7800.00	15050.00
A 11	400.67	150.33	60233.56	5340.00	7360.00	14610.00
A 12	400.33	149.67	59916.56	6230.00	7420.00	14670.00

Tabla 54

Datos del ensayo resistencia a la compresión a los 7, 14 y 21 del Bloque B - sustituido al 1.0%

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL BLOQUE B, SUSTITUIDO AL 1.0%						
Espécimen #	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA BRUTA (mm²)	CARGA MÁXIMA (Kgf)		
				7 días	14 días	28 días
B 1	400.33	149.67	59916.56	4440.00	6630.00	11450.00
B 2	400.33	150.33	60183.44	4230.00	6220.00	11750.00
B 3	400.67	150.00	60100.00	4030.00	7250.00	11880.00
B 4	400.33	150.33	60183.44	4240.00	5990.00	10620.00
B 5	400.00	150.67	60266.67	4480.00	5800.00	11420.00
B 6	400.00	150.33	60133.33	4450.00	5700.00	10960.00
B 7	400.67	150.00	60100.00	4110.00	6050.00	11950.00
B 8	400.33	150.00	60050.00	4170.00	5910.00	11620.00
B 9	400.33	149.67	59916.56	4470.00	6070.00	10870.00
B 10	400.67	150.00	60100.00	4290.00	7100.00	11720.00
B 11	400.00	150.33	60133.33	4280.00	5970.00	11270.00
B 12	400.67	150.33	60233.56	4380.00	6230.00	10970.00

Tabla 55

Datos del ensayo resistencia a la compresión a los 7, 14 y 21 del Bloque C - sustituido al 1.5%

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL BLOQUE C, SUSTITUIDO AL 1.5%						
Espécimen #	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA BRUTA (mm²)	CARGA MÁXIMA (Kgf)		
				7 días	14 días	28 días
C 1	400.00	150.33	60133.33	3760.00	4320.00	9980.00
C 2	400.67	149.67	59966.44	3580.00	3820.00	9870.00
C 3	400.00	149.33	59733.33	3460.00	3940.00	9060.00
C 4	400.33	150.00	60050.00	3920.00	5320.00	9080.00
C 5	400.33	149.67	59916.56	3700.00	4590.00	9250.00
C 6	401.67	150.00	60250.00	4090.00	4660.00	9790.00
C 7	400.00	149.67	59866.67	3930.00	4450.00	9790.00
C 8	400.67	150.33	60233.56	3720.00	4270.00	10550.00
C 9	400.33	150.33	60183.44	3890.00	4160.00	9460.00
C 10	400.00	150.00	60000.00	3510.00	4520.00	9300.00
C 11	400.33	150.00	60050.00	3750.00	5160.00	9030.00
C 12	400.67	150.00	60100.00	4010.00	4600.00	9720.00

Tabla 56

Datos del ensayo resistencia a la compresión a los 7, 14 y 21 del Bloque D - sustituido al 2.0%

Espécimen #	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kgf)		
				7 días	14 días	28 días
D 1	400.33	150.00	60050.00	2720.00	3870.00	7540.00
D 2	400.33	150.33	60183.44	2830.00	3900.00	8250.00
D 3	400.33	149.67	59916.56	3040.00	4170.00	7680.00
D 4	400.33	150.00	60050.00	2150.00	3580.00	7920.00
D 5	400.67	150.00	60100.00	2210.00	3470.00	7730.00
D 6	400.33	150.33	60183.44	2570.00	3250.00	7410.00
D 7	400.00	149.67	59866.67	2750.00	3690.00	8040.00
D 8	400.67	150.33	60233.56	2570.00	3990.00	7280.00
D 9	400.33	150.33	60183.44	3020.00	3340.00	7390.00
D 10	400.00	150.00	60000.00	2750.00	3950.00	7950.00
D 11	400.33	150.00	60050.00	2580.00	4050.00	7460.00
D 12	400.67	150.00	60100.00	2670.00	3620.00	8150.00

3.6 Procedimiento de análisis de datos

ENSAYO EN AGREGADOS (CONFITILLO Y ARENA)

3.6.1 Cantidad de Material Fino que pasa el tamiz de 75 µm (N° 200) por lavado

a) Cálculos de la prueba.

Se calculó la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 µm (N° 200) por lavado con agua según lo establecido en la norma MTC E 202, mediante la siguiente fórmula:

$$A = \frac{B - C}{B} \times 100 \quad \text{Ecuación 10}$$

DONDE:

A= Porcentaje del material fino que pasa el tamiz de 75 µm (N° 200) por lavado.

B= Peso seco de la muestra original.

C= Peso seco de la muestra después de lavado.

b) Tablas y diagramas:

Tabla 57

Procesamiento de datos del ensayo cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (N° 200) por lavado – Arena de la cantera SERTRAQ

DESCRIPCIÓN		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo
Material que pasa el tamiz N° 200	gr	54.09	56.61	53.42
Porcentaje de material fino que pasa el tamiz N° 200	%	3.5%	3.4%	3.5%
Verificación	%	3.5%	3.4%	3.5%
% de Error en Peso	%	0.003%	0.004%	0.003%
Fracción Fina (Pasa el Tamiz N° 200)			3.5 %	
Fracción Gruesa (Retiene el Tamiz N° 200)			96.5%	

Tabla 58

Procesamiento de datos del ensayo cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (N° 200) por lavado – Arena de la cantera Pisac

DESCRIPCIÓN		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo
Material que pasa el tamiz N° 200	gr	34.05	24.54	36.75
Porcentaje de material fino que pasa el tamiz N° 200	%	2.7%	2.1%	2.7%
Verificación	%	2.7%	2.1%	2.7%
% de Error en Peso	%	0.004%	0.005%	0.004%
Fracción Fina (Pasa el Tamiz N° 200)			2.5%	
Fracción Gruesa (Retiene el Tamiz N° 200)			97.5%	

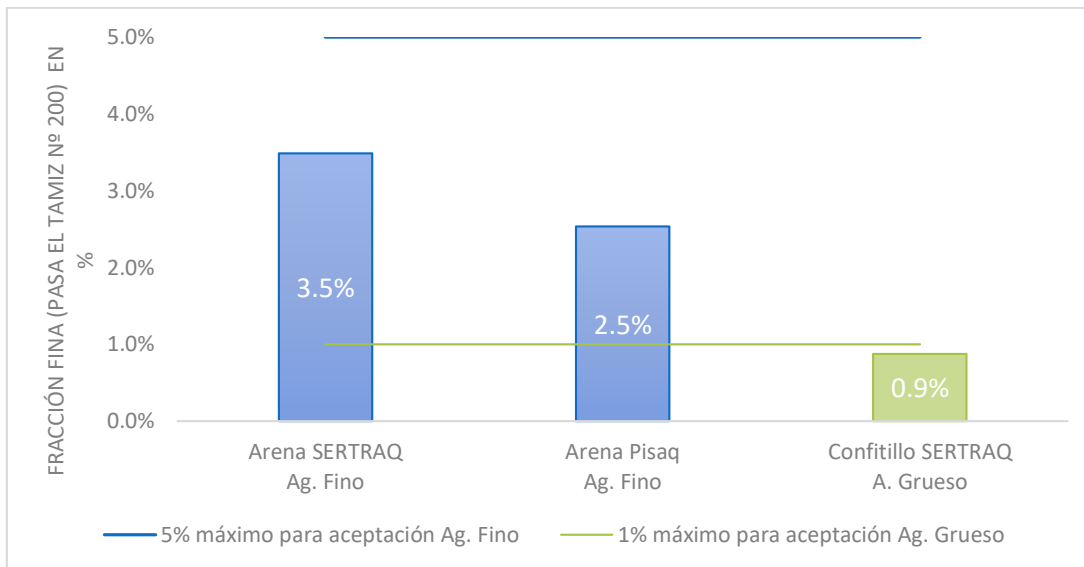
Tabla 59

Procesamiento de datos del ensayo cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (N° 200) por lavado – Confitillo de la cantera SERTRAQ

DESCRIPCIÓN		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo
Material que pasa el tamiz N° 200	gr	11.40	14.90	13.10
Porcentaje de material fino que pasa el tamiz N° 200	%	0.8%	1.0%	0.9%
Verificación	%	0.8%	1.0%	0.9%
% de Error en Peso	%	0.000%	0.000%	0.000%
Fracción Fina (Pasa el Tamiz N° 200)			0.9%	
Fracción Gruesa (Retiene el Tamiz N° 200)			99.1%	

Figura 24

Resumen de fracción fina (Pasa el Tamiz N° 200) de arena y confitillo de las canteras SERTRAQ y Pisac



c) Análisis de la prueba

Mediante la prueba se pudo determinar que el agregado de arena de la cantera SERTRAQ y arena de la cantera Pisac (agregados finos) cumplen con lo establecido en la norma ASTM C33: Máximo 5 % de porcentaje del material fino para su aceptación, en cuanto al confitillo de la cantera SERTRAQ considerado como agregado grueso también obtuvo menos del 1 % máximo de porcentaje del material grueso para su aceptación establecido en la norma antes mencionada.

3.6.2 Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

a) Cálculos de la prueba:

- Se realizó el cálculo del porcentaje que pasa con aproximación de 0,1% mediante las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ Retenido} = 100 \times \frac{\text{Peso Retenido Corregido (gr)}}{\text{Peso Total (gr)}} \quad \text{Ecuación 11}$$

$$\% \text{ Retenido Acumulado} = \% \text{ Retenido Acumulado Anterior} + \% \text{ Retenido}$$

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

- También se calculó el módulo de fineza, para el diseño de mezcla, método ACI:

$$\text{Módulo de fineza} = \frac{\sum \% \text{ Retenido Acumulado Tamiz N}^\circ 4, 8, 16, 30, 50 \text{ y } 100}{100}$$

b) Tablas y diagramas

Tabla 60

Procesamiento de datos del ensayo granulometría – Arena de la cantera SERTRAQ

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
Peso Muestra Inicial:	1474.20	gr			Diferencia de pesos (gr):	1.50	
Peso Muestra Final:	1472.70	gr			Compensación (gr):	1.50	
TAMIZ	Apertura del tamiz (mm)	Peso retenido (gr)	Peso retenido cmp (gr)	% Retenido	Peso retenido acumulado cmp (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa
#4	4.75	184.30	184.51	12.52	184.51	12.52	87.48
#8	2.36	413.40	413.61	28.06	598.12	40.58	59.42
#16	1.18	272.40	272.61	18.49	870.73	59.07	40.93
#30	0.60	182.50	182.71	12.39	1053.44	71.46	28.54
#50	0.300	173.20	173.41	11.76	1226.85	83.22	16.78
#100	0.149	126.80	127.01	8.62	1353.86	91.84	8.16
#200	0.074	74.60	74.81	5.07	1428.67	96.91	3.09
Fondo	0.000	45.50	45.50	3.09	1474.17	100.00	0.00
TOTAL:		1472.70	1474.20	100.00			
Módulo de fineza =			3.59	% de diferencia de pesos =		0.10%	

Figura 25

Curva Granulométrica – Arena de la cantera SERTRAQ

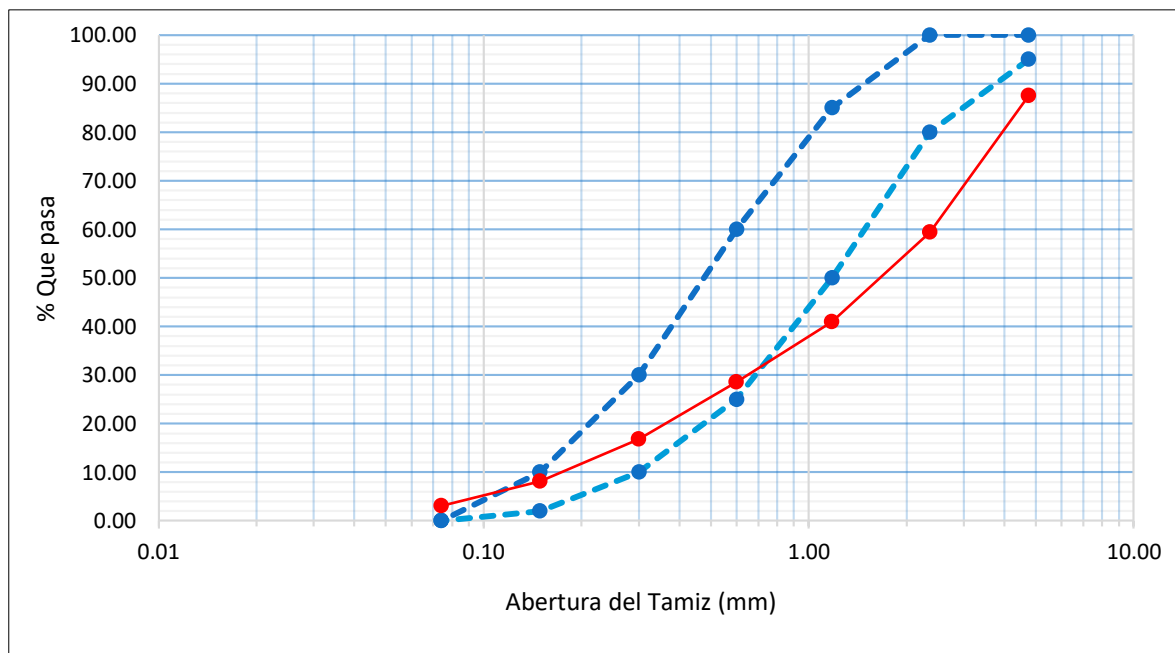


Tabla 61

Procesamiento de datos del ensayo granulometría – Arena de la cantera Pisac

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
Peso Muestra Inicial:	912.80	gr			Diferencia de pesos (gr):	1.90	
Peso Muestra Final:	910.90	gr			Compensación (gr):	1.90	
TAMIZ	Apertura del tamiz (mm)	Peso retenido (gr)	Peso retenido cmp (gr)	% Retenido	Peso retenido acumulado cmp (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa
#4	4.75	2.30	2.30	0.25	2.30	0.25	99.75
#8	2.36	10.00	10.00	1.10	12.3	1.35	98.65
#16	1.18	145.70	145.70	15.96	158.0	17.31	82.69
#30	0.60	145.50	145.50	15.94	303.5	33.25	66.75
#50	0.300	251.10	252.05	27.61	555.6	60.86	39.14
#100	0.149	268.60	269.55	29.53	825.1	90.39	9.61
#200	0.074	72.50	72.50	7.94	897.6	98.33	1.67
Fondo	0.000	15.20	15.20	1.67	912.80	100.00	0.00
TOTAL:		910.90	912.80	100.00			
Módulo de fineza =			2.03		% de diferencia de pesos =		0.21%

Figura 26

Curva Granulométrica – Arena de la cantera Pisac

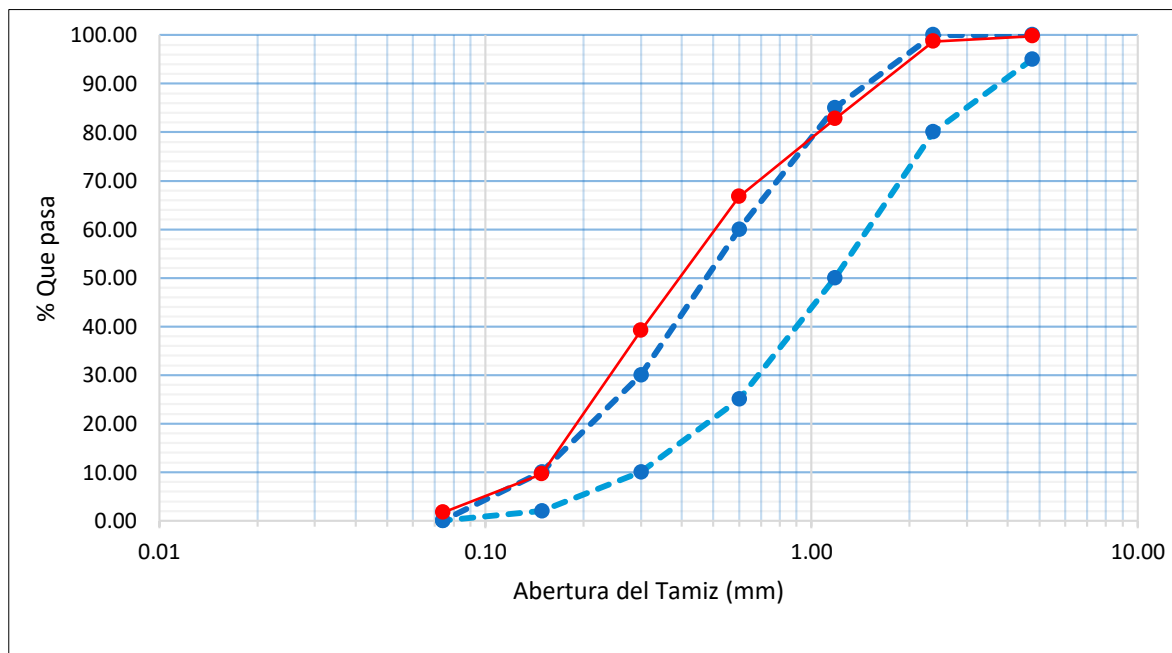


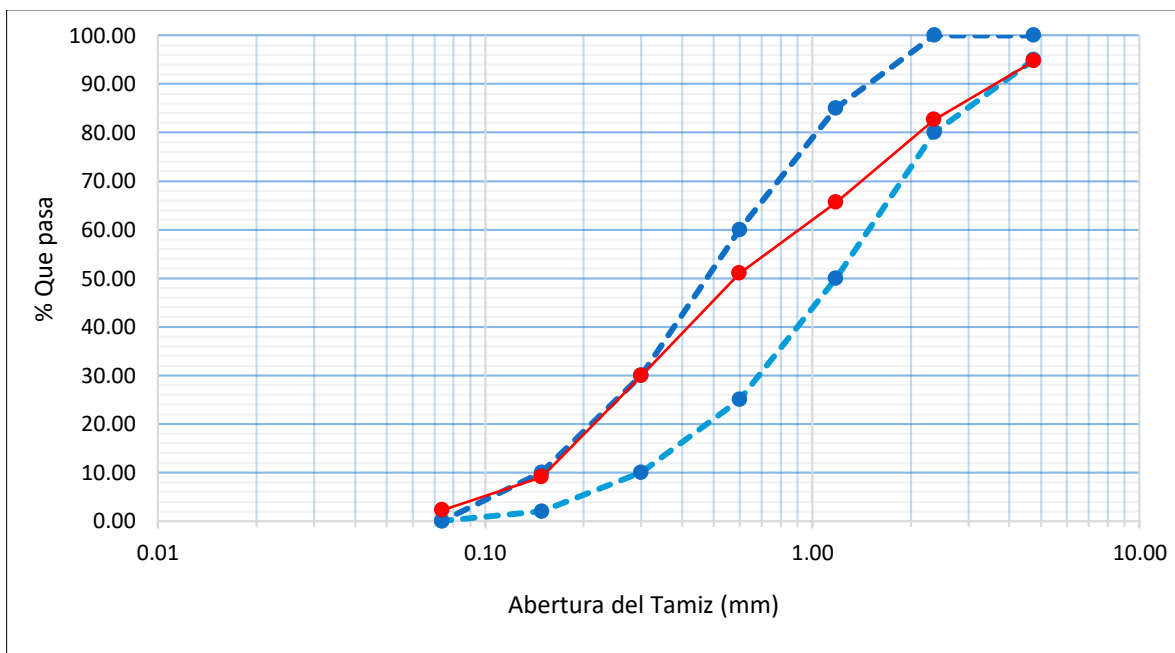
Tabla 62

Procesamiento de datos del ensayo granulometría – Arena Combinación de canteras = 70% PISAC + 30% SERTRAQ

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
Peso Muestra Inicial:	1080.80	gr			Diferencia de pesos (gr):	1.40	
Peso Muestra Final:	1079.40	gr			Compensación (gr):	1.40	
TAMIZ	Apertura del tamiz (mm)	Peso retenido (gr)	Peso retenido cmp (gr)	% Retenido	Peso retenido acumulado cmp (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa
#4	4.75	56.90	57.10	5.28	57.10	5.28	94.72
#8	2.36	131.00	131.20	12.14	188.30	17.42	82.58
#16	1.18	183.70	183.90	17.02	372.20	34.44	65.56
#30	0.60	156.60	156.80	14.51	529.00	48.95	51.05
#50	0.300	227.70	227.90	21.09	756.90	70.03	29.97
#100	0.149	226.10	226.30	20.94	983.20	90.97	9.03
#200	0.074	73.10	73.30	6.78	1056.50	97.75	2.25
Fondo	0.000	24.30	24.30	2.25	1080.80	100.00	0.00
TOTAL:		1079.40	1080.80	100.00			
Módulo de fineza =			2.67	% de diferencia de pesos =		0.13%	

Figura 27


Curva granulométrica – Arena Combinación de canteras = 70% PISAC + 30% SERTRAQ



- La granulometría del confitillo fue evaluada según los límites establecidos en el USO 8, en la Tabla 63 Requerimiento de gradación para agregados gruesos de la norma ASTM C33 debido a que el tamaño máximo nominal de nuestra muestra es 3/8", estos límites coinciden con los solicitados para confitillo en la Norma Técnica E.070.

Tabla 63

Requerimiento de gradación para agregados gruesos

 **C33/C33M – 18** **TABLE 3 Grading Requirements for Coarse Aggregates**

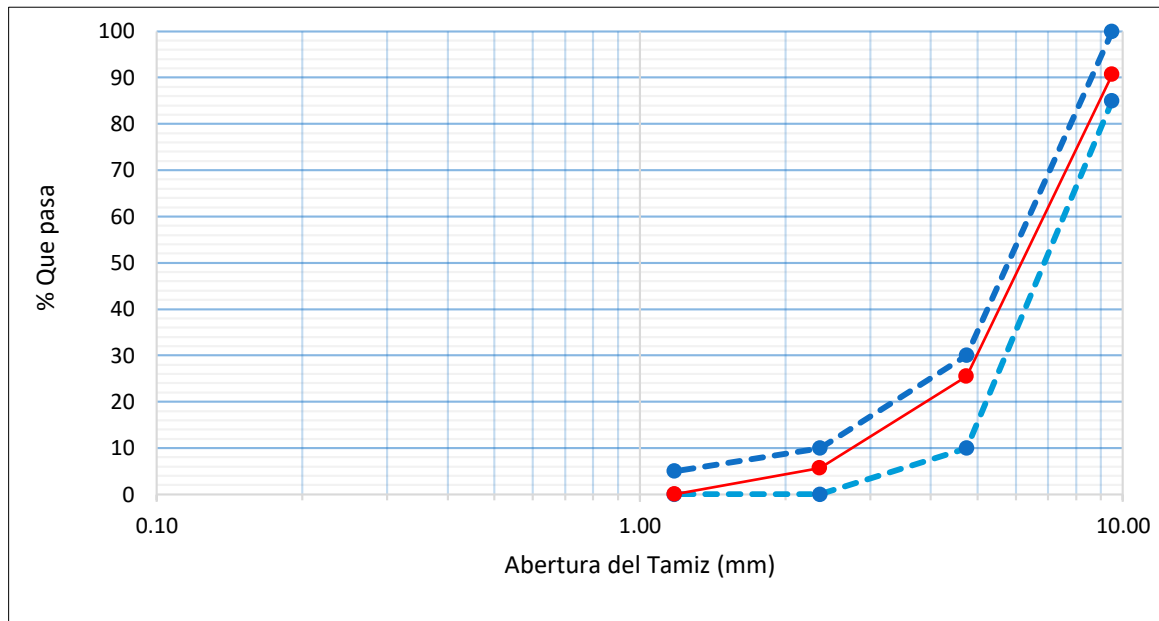
Size Number	Nominal Size (Sieves with Square Openings)	Amounts Finer than Each Laboratory Sieve (Square-Openings), Mass Percent						
		19.0 mm (¾ in.)	12.5 mm (½ in.)	9.5 mm (¾ in.)	4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16)	300 µm (No.50)
67	19.0 to 4.75 mm (¾ in. to No. 4)	90 to 100	...	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...	...
7	12.5 to 4.75 mm (½ in. to No. 4)	100	90 to 100	40 to 70	0 to 15	0 to 5	...	...
8	9.5 to 2.36 mm (¾ in. to No. 8)	...	100	85 to 100	10 to 30	0 to 10	0 to 5	...
89	9.5 to 1.18 mm (¾ in. to No. 16)	...	100	90 to 100	20 to 55	5 to 30	0 to 10	0 to 5
9 ^A	4.75 to 1.18 mm (No. 4 to No. 16)	...	...	100	85 to 100	10 to 40	0 to 10	0 to 5

Fuente: *ASTM C33/C33M-18, Standard Specification for Concrete Aggregates*

Tabla 64

Procesamiento de datos del ensayo granulometría – Confitillo de la cantera SERTRAQ

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
Peso Muestra Inicial:	1000.00	gr			Diferencia de pesos (gr):	0.20	
Peso Muestra Final:	999.80	gr			Compensación (gr):	0.20	
TAMIZ	Apertura del tamiz (mm)	Peso retenido (gr)	Peso retenido cmp (gr)	% Retenido	Peso retenido acumulado cmp (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa
3/8	9.50	93.70	93.75	9.38	93.75	9.38	90.63
#4	4.75	651.10	651.15	65.12	744.90	74.49	25.51
#8	2.36	198.80	198.85	19.89	943.75	94.38	5.63
#16	1.18	56.20	56.25	5.63	1000.00	100.00	0.00
TOTAL:		999.80	1000.00	100%			
Módulo de fineza =			5.78		% de diferencia de pesos =		0.02%

Figura 28*Curva granulométrica – Confitillo de la cantera SERTRAQ***c) Análisis de la prueba**

El análisis granulométrico de la arena de las Canteras SERTRAQ y Pisac no cumple con límites establecidos en la norma ASTM C33 para agregado fino, sin embargo, al ser combinadas en una proporción de 70% PISAC y 30% SERTRAQ entran dentro de los límites, para asegurar una gradación adecuada en nuestros bloques se utilizó una combinación para la arena, el confitillo de la cantera SERTRAQ de tamaño máximo nominal 3/8" si cumple con los requisitos de la misma norma.

3.6.3 Peso Unitario de los agregados**a) Cálculos de la prueba**

Se calculó el peso unitario y suelto con la siguiente fórmula:

$$M = \frac{(G - T)}{V} \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde:

- M = Peso unitario del agregado en Kg/m³
- G = Peso del recipiente de medida más el agregado en Kg
- T = Peso del recipiente de medida en Kg
- V = Factor del recipiente de medida en m³

b) Diagramas, tablas

Tabla 65

Procesamiento de datos del ensayo Peso Unitario Suelto de la Arena – Combinación de canteras = 70% PISAC + 30% SERTRAQ

PESO UNITARIO SUELTO DE LA ARENA					
Material:	Arena - Combinación = 70% PISAC + 30% SERTRAQ				
DATOS DEL ENSAYO		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo	4° Ensayo
Peso de la Muestra Suelta	gr	1425.20	1433.90	1428.80	1423.30
Volumen del Molde (4")	cm ³	956.04	956.04	956.04	956.04
Peso Unitario Suelto	gr/cm ³	1.49	1.50	1.49	1.49
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³	1490.73	1499.83	1494.50	1488.75
Peso Unitario Suelto	Kg/m³	1494.00			

Tabla 66

Procesamiento de datos del ensayo Peso Unitario Compactado de la Arena – Combinación de canteras = 70% PISAC + 30% SERTRAQ

PESO UNITARIO COMPACTADO DE LA ARENA					
Material:	Arena - Combinación = 70% PISAC + 30% SERTRAQ				
DATOS DEL ENSAYO		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo	4° Ensayo
Peso de la Muestra Compactado	gr	1465.10	1476.80	1463.50	1470.30
Volumen del Molde (4")	cm ³	916.56	916.56	916.56	916.56
Peso Unitario Compactado	gr/cm ³	1.60	1.61	1.60	1.60
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³	1598.48	1611.24	1596.73	1604.15
Peso Unitario Compactado	Kg/m³	1603.00			

Tabla 67

Procesamiento de datos del ensayo Peso Unitario Suelto del Confitillo de la Cantera SERTRAQ

PESO UNITARIO SUELTO DEL CONFITILLO					
Material:	Confitillo Cantera SERTRAQ				
DATOS DEL ENSAYO		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo	4° Ensayo
Peso de la Muestra Suelta	gr	4535.00	4525.00	4545.00	4540.00
Volumen del Molde (6")	cm ³	3243.33	3243.33	3243.33	3243.33
Peso Unitario Suelto	gr/cm ³	1.40	1.40	1.40	1.40
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³	1398.25	1395.17	1401.34	1399.79
Peso Unitario Suelto	Kg/m³	1399.00			

Tabla 68

Procesamiento de datos del ensayo Peso Unitario Suelto del Confitillo de la Cantera SERTRAQ

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONFITILLO					
Material:		Confitillo Cantera SERTRAQ			
DATOS DEL ENSAYO		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo	4° Ensayo
Peso de la Muestra Compactado	gr	5115.00	5050.00	5080.00	5140.00
Volumen del Molde	cm ³	3243.33	3243.33	3243.33	3243.33
Peso Unitario Compactado	gr/cm ³	1.58	1.56	1.57	1.58
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³	1577.08	1557.04	1566.29	1584.79
Peso Unitario Compactado	Kg/m³	1571.00			

c) Análisis de la prueba

El cálculo del peso unitario suelto y compactado se determinó con la finalidad de caracterizar los agregados utilizados en la mezcla de concreto y determinar el peso del confitillo requerido para la mezcla según el método ACI.

3.6.4 Gravedad específica y absorción de agregados finos

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Se calculó el peso específico o gravedad específica de la arena, absorción con las siguientes fórmulas:

Peso específico de masa (Pe_m)

$$Pe_m = \frac{W_0}{V - V_a} \times 100 \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

- Pe_m = Peso específico de masa
- W_0 = Peso en el aire de la muestra secada en el horno en gramos
- V = Volumen del frasco en cm³
- V_a = Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida al frasco

Peso específico de masa saturado con superficie seca (Pe_{sss})

$$Pe_{sss} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100 \quad \text{Ecuación 14}$$

Peso específico aparente (Pe_a)

$$Pe_a = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} \times 100 \quad \text{Ecuación 15}$$

Absorción (Ab)

$$A_b = \frac{500 - W_0}{W_0} \times 100 \quad \text{Ecuación 16}$$

b) Diagramas, tablas

Tabla 69

Procesamiento de datos de ensayo Peso Específico de la Arena – Combinación de canteras = 70% PISAC + 30% SERTRAQ

PESO ESPECÍFICO DE LA ARENA					
Material: Arena - Combinación = 70% PISAC + 30% SERTRAQ					
DATOS DEL ENSAYO		1°	2°	3°	4°
		Ensayo	Ensayo	Ensayo	Ensayo
Número de Picnómetro	#	3A- 21RC	3A- 21RC	3A- 21RC	3A- 21RC
Volumen del Picnómetro	cm ³	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso del Material Saturado con Superficie Seca	gr	496.20	497.40	495.00	495.40
Peso Picnómetro + agua	gr	672.10	673.80	670.10	671.10
Peso Picnómetro + agua + muestra	gr	985.30	987.10	983.10	983.10
Peso del Material Seco al aire.	gr	489.80	491.00	488.90	489.00
Peso Específico de masa (Pem)	gr/cm ³	2.68	2.67	2.69	2.67
Peso Específico saturado con superficie seca (Pesss)	gr/cm ³	2.71	2.70	2.72	2.70
Peso Específico Aparente (Pea)	gr/cm ³	2.77	2.76	2.78	2.76
Capacidad de Absorción	%	1.31%	1.30%	1.25%	1.31%
% DE ERROR		RESULTADOS			
Peso específico de masa:	0.75%	Peso específico de masa (Pem):		2680	
Capacidad de absorción:	4.90%	Capacidad de Absorción:		Kg/m ³ 1.3%	



c) Análisis de la prueba

El valor de la gravedad específica que se obtuvo se fue utilizado para calcular el volumen ocupado por el agregado en la mezcla de concreto para bloques, el valor de absorción se utiliza para la corrección por humedad de la mezcla, considerando la cantidad de humedad que contiene el agregado en el momento de la realización de la mezcla.

3.6.5 Peso específico y absorción de agregados gruesos

a) Cálculos de la prueba

Se calculó el peso específico y absorción del confitillo con las siguientes fórmulas:

Peso Específico de masa (P_{em})

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100 \quad \text{Ecuación 17}$$

Donde:

A= Peso de la muestra seca en el aire, gramos

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

C= Peso en el agua de la muestra saturada.

Peso específico de masa saturada con superficie seca (P_{esss})

$$P_{esss} = \frac{B}{(B - C)} \times 100 \quad \text{Ecuación 18}$$

Peso específico aparente (P_{ea})

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)} \times 100 \quad \text{Ecuación 19}$$

Absorción (A_b)

$$A_b(\%) = \frac{(B - A)}{A} \times 100 \quad \text{Ecuación 20}$$



b) Tablas

Tabla 70

Procesamiento de datos del ensayo peso específico del confitillo de la cantera SERTRAQ

PESO ESPECÍFICO DEL CONFITILLO					
Material: Confitillo Cantera SERTRAQ					
DATOS DEL ENSAYO		1° Ensayo	2° Ensayo	3° Ensayo	4° Ensayo
Peso de la muestra Seca Superficialmente Seca	gr	2645.50	2658.50	2649.50	2645.00
Peso muestra Seca Superficialmente Seca Sumergida	gr	1705.00	1711.00	1706.20	1704.80
Peso de la muestra secada al horno	gr	2598.50	2611.00	2603.00	2598.00
Peso Específico de masa (Pem)	gr/cm ³	2.76	2.76	2.76	2.76
Peso Específico saturado con superficie seca (Pesss)	gr/cm ³	2.81	2.81	2.81	2.81
Peso Específico Aparente (Pea)	gr/cm ³	2.91	2.90	2.90	2.91
Capacidad de Absorción	%	1.81%	1.82%	1.79%	1.81%
% ERROR		RESULTADOS			
Peso específico de masa:	0.27%	Peso Específico de masa (Pem):			2760 Kg/m ³
Capacidad de absorción:	1.84%	Capacidad de Absorción:			1.8%

c) Análisis de la prueba

Al igual que el peso específico de agregados finos, se obtuvieron los valores de peso específico y absorción del confitillo con la finalidad de calcular la cantidad de confitillo requerida para el diseño de mezcla según el método ACI y el cálculo de la capacidad de absorción se utilizó para realizar la corrección del diseño por humedad.

Los datos de peso específico saturado con superficie seca y peso específico aparente se calculan con la finalidad de controlar la uniformidad de las características físicas.

3.6.6 Diseño de Mezcla

- a) **Procesamiento:** con los datos obtenidos de los ensayos de los agregados, se realizó en diseño de mezcla para bloques de concreto por el método ACI. Se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 71

Volumen unitario de agua - Método ACI

Asentamiento	Agua, en m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos 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: ACI 211

- Esta tabla ha sido confeccionada por el comité 211 del ACI.
- Los valores de esta Tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corresponden al agregado grueso de perfil angular y granulometría comprendida dentro de los límites de la Norma ASTM C 33.
- Si el valor del tamaño máximo nominal del agregado grueso es mayor de 1 1/2", el asentamiento se determinará después de retirar, por cernido húmedo, las partículas mayores de 1 1/2". (Rivva López, 1992)

Tabla 72

Diseño de mezcla para bloques de concreto

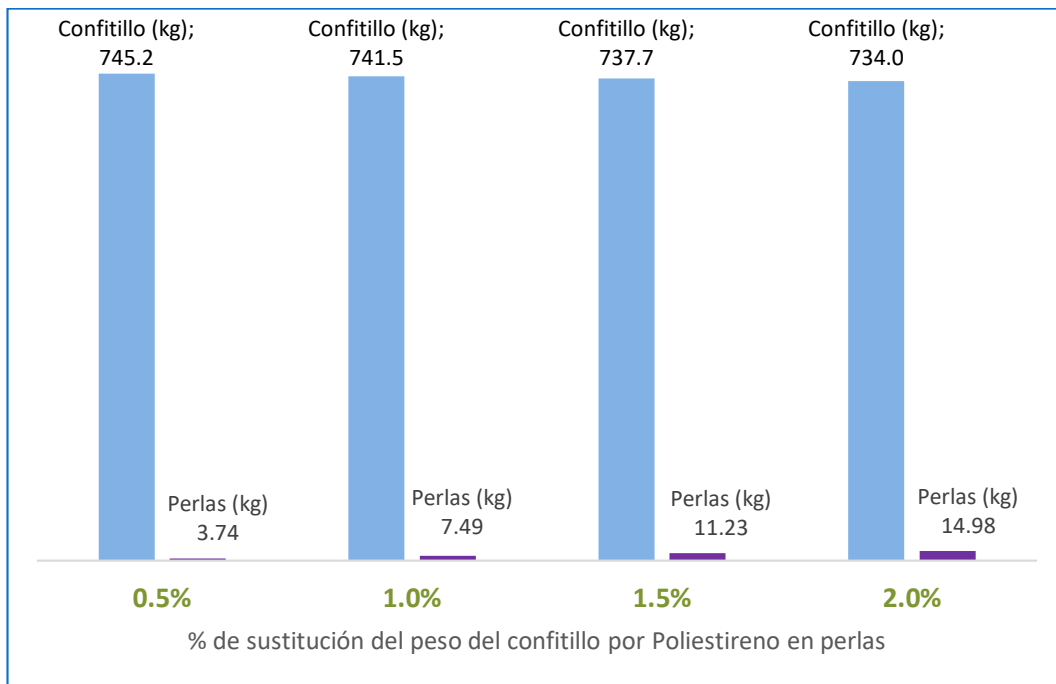
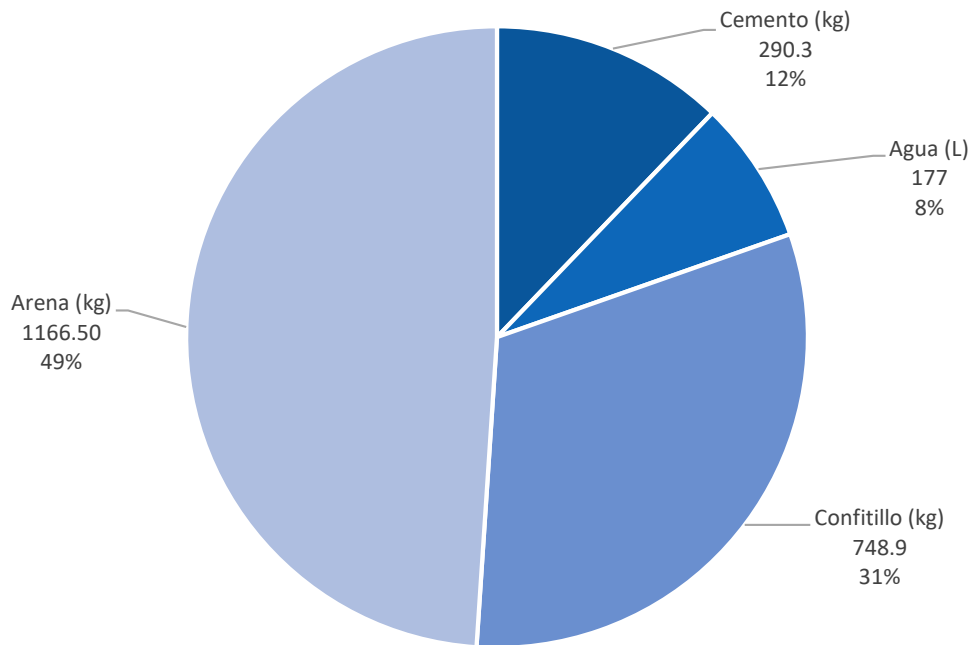
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
DISEÑO DE MEZCLA PARA BLOQUES DE CONCRETO								
TESIS: "EVALUACION DE LA CONDUCTIVIDAD TERMICA Y PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE BLOQUES DE CONCRETO SUSTITUYENDO EL CONFITILLO POR POLIESTIRENO EXPANDIDO TIPO PERLA"								
Responsables	CASAPINO JARA, MANUEL JESUS SERRANO QUINTANILLA, ANA CECILIA							
DATOS DE GENERALES DEL DISEÑO								
Metodo de diseño	ACI 211							
Resistencia a la compresión de diseño (kg/cm ²)	180							
Resistencia a la compresion requerida (kg/cm ²)	250							
Asentamiento (mezcla seca)	0" - 1"							
Tipo de vibrado	Alta frecuencia							
Peso especifico del cemento (Cemento Y ura tipo IP)	3.06							
DATOS DE ENSAYOS EN LABORATORIO								
	<i>Ensayos /Agregado</i>	<i>CONFITILLO</i>	<i>ARENA</i>					
	Módulo de Fienza	5.78	2.67					
	Tamaño Máximo Nominal	3/8"	—					
	Peso Especifico (kg/m ³)	2760	2680					
	% Absorción	1.81 %	1.31 %					
	Cont Humedad %	0.80%	2.20%					
	Peso Unitario Suelto	1399	1494					
	Peso Unitario Compactado	1571	1603					
CÁLCULO DEL PESO SECO								
		Peso Seco	V. Absoluto					
	R a/c (Tabla) =	0.62						
	Agua (tabla TMN vs Slump)=	180	0.1800					
	Aire atrapado (Tabla) =	3%	0.0300					
	Cemento =	290	0.0949	6.8 Bolsas x m3				
	Vol. Pasta =		0.3049 m ³					
	Vol. Agregados =		0.6951 m ³					
	b/b0 (Tabla) =	0.473						
	Peso A. Grueso (PUC x b/bo) =	743	kg					
	Volumen del A. Grueso =	0.2692	m ³	39%				
	Volumen del A. Fino =	0.4259	m ³	61%				
	Peso A. Fino =	1.141	kg					
DISEÑO HUMEDO								
DISEÑO SECO		PESOS						
	Cemento (kg)	290						
	Agua (litros)	180						
	Confitillo (kg)	743						
	Arena (kg)	1141						
		a) Pesos húmedos corregidos de los agregados						
		Confitillo	= 749	kg				
		Arena	= 1166	kg				
		b) Aporte de agua de los agregados						
		Confitillo	= -8	L				
		Arena	= 10	L				
		Agua efectiva	= 177	L				
PESOS POR TANDAS*								
DISEÑO HUMEDO		Und	PESOS x M3	Patron	% Peso Sustituido de Confitillo por perlas de poliestireno			
					0.5%	1.0%	1.5%	2.0%
	Cemento	kg	290	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5
	Agua	l	177	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0
	Confitillo	kg	749	109.7	109.2	108.6	108.1	107.5
	Arena	kg	1166	170.9	170.9	170.9	170.9	170.9
	Poliestireno en perlas	kg	0.00	0.00	0.55	1.10	1.65	2.19

*Tandas para mezclador vertical (0.147 m³) , calculado para 1 bolsa de cemento

b) Diagramas.

Figura 29

Diseño de mezcla húmeda para bloques de concreto patrón, al 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de sustitución del confitillo por perlas de poliestireno para 1 m³ de concreto



c) *Análisis de la prueba*

Se obtuvieron 5 diseños de mezcla calculados para 1 metro cubico de concreto: uno para los bloques patrón (que no contienen perlas de poliestireno), y cuatro diseños para la sustitución de confitillo por perlas de poliestireno al 0.5%, 1%, 1.5% y 2% del peso del confitillo, es preciso señalar que las proporciones de cemento, agua y arena no cambian entre los diseños, solo cambian los pesos de confitillo y perlas. El cálculo final se ajustó considerando la humedad de los agregados y se consideró una mezcla seca con 0" - 1" de asentamiento.

ENSAYO EN BLOQUES DE CONCRETO

3.6.7 Conductividad térmica

a) **Procesamiento**

Tabla 73

Procesamiento de datos del ensayo alabeo del Bloque patrón

DATOS DEL ENSAYO	UND	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA – BLOQUE PATRÓN					
		ESPÉCIMEN					
		PA 1	PA 2	PA 3	PA 4	PA 5	PA 6
Potencia de Energía Eléctrica (Pot)	W	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Altura del bloque de concreto (H)	m	0.194	0.194	0.192	0.194	0.194	0.197
Largo del bloque de concreto (L)	m	0.401	0.401	0.400	0.401	0.400	0.401
Ancho del bloque de concreto (A)	m	0.149	0.150	0.149	0.150	0.149	0.150
Área del bloque de concreto (ÁREA)	m ²	0.078	0.078	0.077	0.078	0.078	0.079
Temperatura de la Placa Caliente T(caliente)	°C	291.00	285.00	295.00	295.00	290.00	292.60
Temperatura de la Placa Caliente T(caliente)	°K	564.15	558.15	568.15	568.15	563.15	565.75
Temperatura de la Placa Fría T(fría)	°C	51.00	40.00	48.00	52.30	53.40	54.80
Temperatura de la Placa Fría T(fría)	°K	324.15	313.15	321.15	325.45	326.55	327.95
Conductividad Térmica (λ)	W/m.°K	0.239	0.236	0.236	0.238	0.243	0.239

Tabla 74*Procesamiento de datos del ensayo alabeo del Bloque A - sustituido al 0.5%*

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA – BLOQUE A, SUSTITUIDO AL 0.5%							
DATOS DEL ENSAYO	UND	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6
Potencia de Energía Eléctrica (Pot)	W	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Altura del bloque de concreto (H)	m	0.195	0.201	0.193	0.197	0.192	0.196
Largo del bloque de concreto (L)	m	0.401	0.400	0.399	0.400	0.401	0.401
Ancho del bloque de concreto (A)	m	0.151	0.149	0.149	0.150	0.150	0.150
Área del bloque de concreto (ÁREA)	m ²	0.078	0.080	0.077	0.079	0.077	0.079
Temperatura de la Placa Caliente T(caliente)	°C	288.00	293.00	288.00	293.00	291.00	295.00
Temperatura de la Placa Caliente T(caliente)	°K	561.15	566.15	561.15	566.15	564.15	568.15
Temperatura de la Placa Fría T(fría)	°C	27.00	26.00	28.00	25.00	26.00	27.00
Temperatura de la Placa Fría T(fría)	°K	300.15	299.15	301.15	298.15	299.15	300.15
Conductividad Térmica (λ)	W/m.°K	0.222	0.208	0.223	0.213	0.221	0.217

Tabla 75*Procesamiento de datos del ensayo alabeo del Bloque B - sustituido al 1.0%*

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA – BLOQUE B, SUSTITUIDO AL 1.0%							
DATOS DEL ENSAYO	UND	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6
Potencia de Energía Eléctrica (Pot)	W	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Altura del bloque de concreto (H)	m	0.194	0.198	0.196	0.201	0.196	0.197
Largo del bloque de concreto (L)	m	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
Ancho del bloque de concreto (A)	m	0.150	0.150	0.150	0.151	0.150	0.151
Área del bloque de concreto (ÁREA)	m ²	0.078	0.079	0.078	0.080	0.078	0.079
Temperatura de la Placa Caliente T(caliente)	°C	295.00	297.00	297.00	298.00	297.00	298.00
Temperatura de la Placa Caliente T(caliente)	°K	568.15	570.15	570.15	571.15	570.15	571.15
Temperatura de la Placa Fría T(fría)	°C	20.00	21.00	24.00	24.00	21.00	20.00
Temperatura de la Placa Fría T(fría)	°K	293.15	294.15	297.15	297.15	294.15	293.15
Conductividad Térmica (λ)	W/m.°K	0.211	0.206	0.210	0.206	0.208	0.208

Tabla 76

Procesamiento de datos del ensayo alabeo del Bloque C - sustituido al 1.5%

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA – BLOQUE C, SUSTITUIDO AL 1.5%							
DATOS DEL ENSAYO	UND	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
Potencia de Energía Eléctrica (Pot)	W	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Altura del bloque de concreto (H)	m	0.193	0.198	0.195	0.194	0.199	0.196
Largo del bloque de concreto (L)	m	0.400	0.400	0.400	0.400	0.401	0.401
Ancho del bloque de concreto (A)	m	0.150	0.149	0.150	0.151	0.150	0.150
Área del bloque de concreto (ÁREA)	m ²	0.077	0.079	0.078	0.078	0.080	0.079
Temperatura de la Placa Caliente T(caliente)	°C	295.00	296.00	298.00	297.00	297.00	297.00
Temperatura de la Placa Caliente T(caliente)	°K	568.15	569.15	571.15	570.15	570.15	570.15
Temperatura de la Placa Fría T(fría)	°C	20.00	23.00	21.00	20.00	20.00	22.00
Temperatura de la Placa Fría T(fría)	°K	293.15	296.15	294.15	293.15	293.15	295.15
Conductividad Térmica (λ)	W/m.°K	0.212	0.207	0.208	0.211	0.204	0.208

Tabla 77

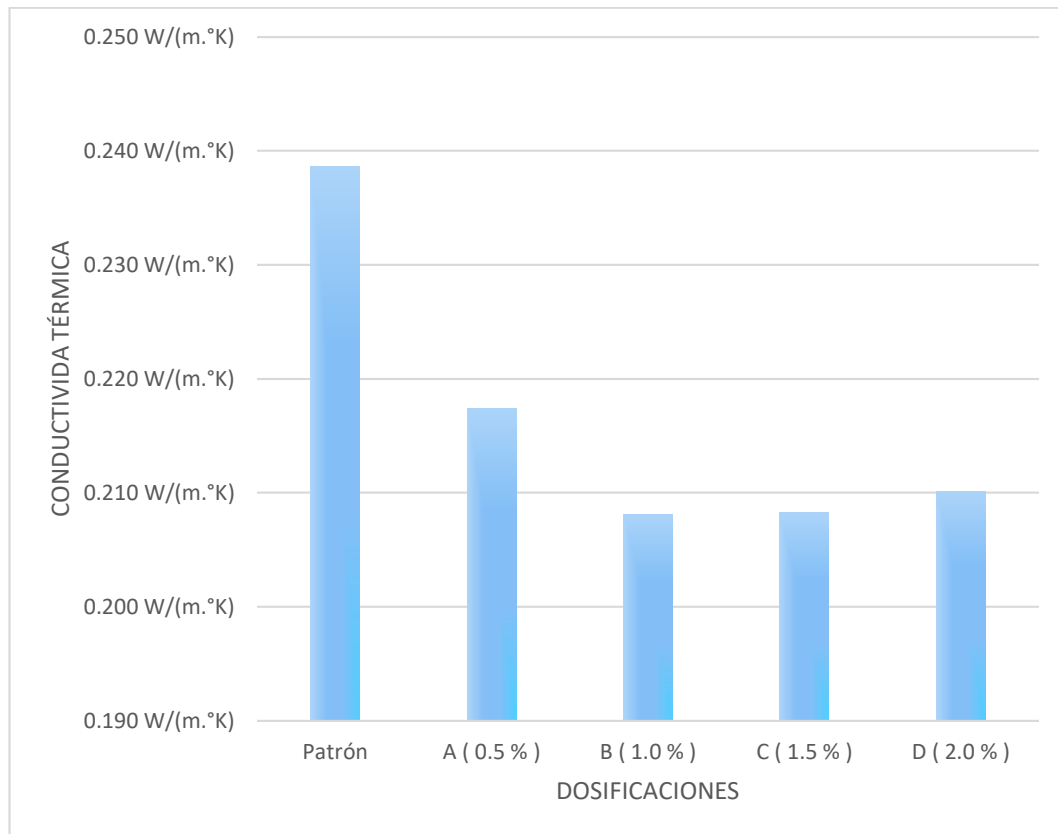
Procesamiento de datos del ensayo alabeo del Bloque D - sustituido al 2.0%

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA – BLOQUE D, SUSTITUIDO AL 2.0%							
DATOS DEL ENSAYO	UND	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6
Potencia de Energía Eléctrica (Pot)	W	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Altura del bloque de concreto (H)	m	0.192	0.194	0.195	0.195	0.199	0.195
Largo del bloque de concreto (L)	m	0.400	0.400	0.400	0.400	0.401	0.401
Ancho del bloque de concreto (A)	m	0.150	0.151	0.150	0.150	0.150	0.150
Área del bloque de concreto (ÁREA)	m ²	0.077	0.078	0.078	0.078	0.080	0.078
Temperatura de la Placa Caliente T(caliente)	°C	296.00	294.00	296.00	295.00	294.00	296.00
Temperatura de la Placa Caliente T(caliente)	°K	569.15	567.15	569.15	568.15	567.15	569.15
Temperatura de la Placa Fría T(fría)	°C	20.00	19.00	20.00	21.00	21.00	20.00
Temperatura de la Placa Fría T(fría)	°K	293.15	292.15	293.15	294.15	294.15	293.15
Conductividad Térmica (λ)	W/m.°K	0.212	0.212	0.209	0.211	0.207	0.210

b) Diagrama

Figura 30

Conductividad térmica de los bloques Patrón, A, B, C y D



- c) **Análisis de la prueba:** La conductividad térmica de los bloques de concreto disminuye en proporción al incremento del porcentaje de sustitución del confitillo por las perlas de poliestireno.

La gráfica expone una estabilización de la conductividad térmica en la dosificación del 2.0% de sustitución, esto permite diferir que, a un incremento mayor del porcentaje, la conductividad térmica permanecerá sin mayores modificaciones.

3.6.8 Alabeo

a) Procesamiento

Tabla 78*Procesamiento de datos del ensayo alabeo del Bloque patrón*

Espécimen	ALABEO – BLOQUE PATRÓN			
	SUPERFICIE CÓNCAVA (mm)		SUPERFICIE CONVEXA (mm)	
	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
PA 1	5.0	-	-	6.0
PA 2	-	4.0	-	4.0
PA 3	6.0	5.0	-	-
PA 4	4.0	-	-	5.0
PA 5	5.0	-	-	4.0
PA 6	-	4.0	4.0	-
PA 7	-	-	5.0	6.0
PA 8	6.0	-	-	5.0
PA 9	-	6.0	-	6.0
PA 10	5.0	5.0	-	-
PA 11	6.0	-	-	7.0
PA 12	-	-	6.0	4.0
Promedio (mm)	5.3	4.8	5.0	5.2
Resultado	Cóncavo	5.0	Convexo	5.1

Tabla 79*Procesamiento de datos del ensayo alabeo del Bloque A - sustituido al 0.5%*

Espécimen	ALABEO – BLOQUE A, SUSTITUIDO AL 0.5%			
	SUPERFICIE CÓNCAVA (mm)		SUPERFICIE CONVEXA (mm)	
	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
A 1	6.0	-	-	6.0
A 2	-	6.0	4.0	-
A 3	5.0	5.0	-	-
A 4	-	-	4.0	4.0
A 5	6.0	-	-	6.0
A 6	-	5.0	4.0	-
A 7	5.0	6.0	-	-
A 8	6.0	-	-	6.0
A 9	-	-	5.0	6.0
A 10	-	6.0	6.0	-
A 11	-	5.0	6.0	-
A 12	6.0	5.0	-	-
Promedio (mm)	5.7	5.4	4.8	5.6
Resultado	Cóncavo	5.5	Convexo	5.2

Tabla 80*Procesamiento de datos del ensayo alabeo del Bloque B - sustituido al 1.0%*

ALABEO – BLOQUE B, SUSTITUIDO AL 1.0%				
Espécimen	SUPERFICIE CÓNCAVA		SUPERFICIE CONVEXA	
	(mm)		(mm)	
	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
B 1	6.0	-	-	6.0
B 2	-	7.0	6.0	-
B 3	-	-	6.0	6.0
B 4	-	6.0	7.0	-
B 5	-	-	6.0	7.0
B 6	6.0	-	-	6.0
B 7	6.0	-	-	6.0
B 8	-	6.0	5.0	-
B 9	7.0	6.0	-	-
B 10	-	-	6.0	7.0
B 11	6.0	-	-	6.0
B 12	6.0	6.0	-	-
Promedio (mm)	6.2	6.2	6.0	6.3
Resultado	Cóncavo	6.2	Convexo	6.1

Tabla 81*Procesamiento de datos del ensayo alabeo del Bloque C - sustituido al 1.5%*

ALABEO – BLOQUE C, SUSTITUIDO AL 1.5%				
Espécimen	SUPERFICIE CÓNCAVA		SUPERFICIE CONVEXA	
	(mm)		(mm)	
	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
C 1	-	5.0	6.0	-
C 2	6.0	-	-	6.0
C 3	-	-	6.0	5.0
C 4	6.0	6.0	-	-
C 5	-	7.0	6.0	-
C 6	-	6.0	6.0	-
C 7	6.0	-	-	7.0
C 8	7.0	-	-	6.0
C 9	-	-	6.0	5.0
C 10	6.0	5.0	-	-
C 11	-	7.0	6.0	-
C 12	6.0	-	-	5.0
Promedio (mm)	6.2	6.0	6.0	5.7
Resultado	Cóncavo	6.1	Convexo	5.8

Tabla 82

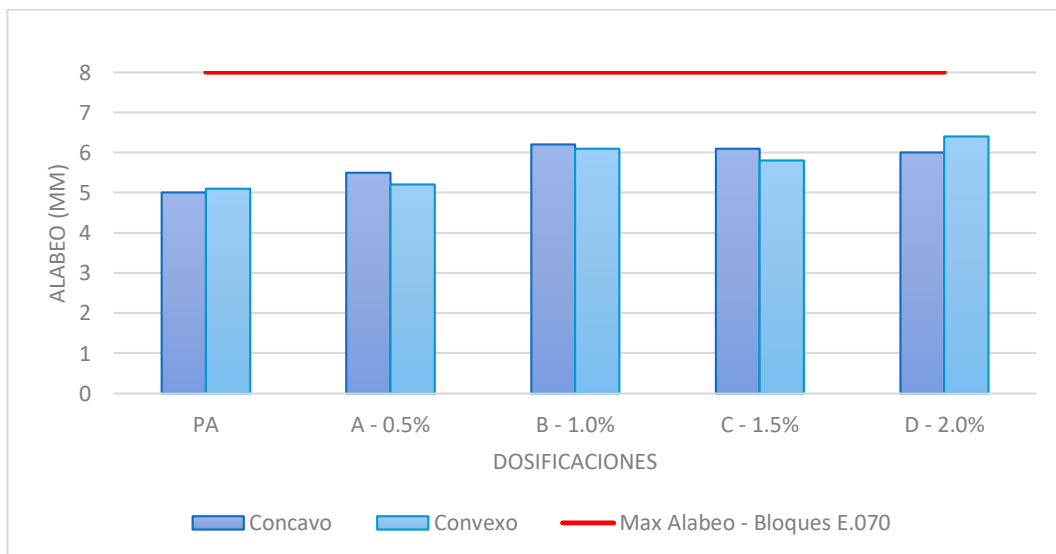
Procesamiento de datos del ensayo alabeo del Bloque D - sustituido al 2.0%

Espécimen	ALABEO – BLOQUE C, SUSTITUIDO AL 2.0%			
	SUPERFICIE CÓNCAVA		SUPERFICIE CONVEXA	
	(mm)		(mm)	
	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
D 1	-	6.0	-	-
D 2	-	-	6.0	7.0
D 3	-	6.0	7.0	-
D 4	6.0	-	-	-
D 5	-	6.0	-	-
D 6	-	6.0	6.0	-
D 7	5.0	-	-	6.0
D 8	5.0	-	-	5.0
D 9	-	6.0	7.0	-
D 10	7.0	-	7.0	-
D 11	7.0	-	-	7.0
D 12	-	6.0	6.0	-
Promedio (mm)	6.0	6.0	6.5	6.3
Resultado	Cóncavo	6.0	Convexo	6.4

b) Diagramas

Figura 31

Alabeo de los bloques Patrón, A, B, C y D



- c) **Análisis de la prueba:** La Norma Técnica E.070 requiere 8 mm como máximo para la aceptación de una unidad de albañilería tipo bloque NP no portante, para los 5 tipos de bloques de la presente investigación se obtuvieron resultados inferiores a este valor, valores que indican que todos los tipos de bloques cumplen con la Norma E.070.

3.6.9 Variación Dimensional

a) Procesamiento

Tabla 83

Procesamiento de datos del ensayo variación dimensional del Bloque patrón

VARIACIÓN DIMENSIONAL – BLOQUE PATRÓN												
Espécimen	Largo			Ancho			Altura			Espesor		
	L 1 mm	L 2 mm	L 3 mm	A 1 mm	A 2 mm	A 3 mm	H 1 mm	H 2 mm	H 3 mm	E 1 mm	E 2 mm	E 3 mm
PA 1	401	401	400	149	149	150	194	196	194	180.2	180.8	180.4
PA 2	401	400	401	150	150	149	194	196	196	180.6	181.0	180.8
PA 3	400	401	400	149	150	150	192	192	194	181.0	181.0	181.0
PA 4	401	400	401	150	150	150	194	195	195	182.6	183.0	183.0
PA 5	400	401	400	149	150	150	194	193	193	181.0	181.4	181.2
PA 6	401	400	400	150	150	150	197	198	197	183.0	183.2	182.8
PA 7	400	401	400	149	150	150	194	196	194	183.0	182.6	182.8
PA 8	401	400	401	150	149	150	194	196	196	182.2	182.0	182.0
PA 9	400	401	400	149	150	150	195	194	194	182.0	181.8	181.8
PA 10	401	400	400	150	150	149	194	195	195	183.0	182.8	183.0
PA 11	400	401	400	149	150	150	196	196	196	180.8	181.0	181.0
PA 12	401	400	400	150	150	150	194	194	195	180.0	180.6	180.6
Promedio	400.44 mm			149.72 mm			194.78 mm			181.69 mm		
Medida patrón:	400.00 mm			150.00 mm			150.00 mm			180.00 mm		
Variación Dimensional:	0.1%			0.2%			2.6%			0.9%		

Tabla 84

Datos del ensayo variación dimensional del Bloque A - sustituido al 0.5%

VARIACIÓN DIMENSIONAL – BLOQUE A, SUSTITUIDO AL 0.5%												
Espécimen	Largo			Ancho			Altura			Espesor		
	L 1 mm	L 2 mm	L 3 mm	A 1 mm	A 2 mm	A 3 mm	H 1 mm	H 2 mm	H 3 mm	E 1 mm	E 2 mm	E 3 mm
A 1	401	401	401	151	151	150	195	195	196	179.8	179.8	180.0
A 2	400	400	400	149	150	149	201	200	200	180.6	180.8	180.6
A 3	399	400	400	149	149	149	193	194	194	180.6	180.8	180.6
A 4	400	400	400	150	150	150	197	197	198	181.6	181.8	181.8
A 5	401	401	400	150	150	150	192	192	193	181.0	181.2	181.2
A 6	401	402	402	150	150	150	196	197	196	182.4	182.4	182.6
A 7	400	399	399	148	149	149	194	195	194	180.6	180.4	180.6
A 8	399	400	400	150	151	151	195	196	196	181.8	182.0	181.8
A 9	400	400	400	150	150	150	201	200	201	180.2	180.2	180.2
A 10	400	400	401	148	149	149	196	195	195	181.4	181.2	181.2
A 11	401	401	400	151	150	150	193	192	192	182.2	182.2	182.2
A 12	400	400	401	150	149	150	195	194	196	180.4	180.6	180.6
Promedio:	400.28 mm			149.75 mm			195.72 mm			181.09 mm		
Medida patrón:	400.00 mm			150.00 mm			200.00 mm			180.00 mm		
Variación Dimensional:	-0.1%			0.2%			2.1%			-0.6%		

Tabla 85

Datos del ensayo variación dimensional del Bloque B - sustituido al 1.0%

VARIACIÓN DIMENSIONAL – BLOQUE B, SUSTITUIDO AL 1.0%												
Espécimen	Largo			Ancho			Altura			Espesor		
	L 1 mm	L 2 mm	L 3 mm	A 1 mm	A 2 mm	A 3 mm	H 1 mm	H 2 mm	H 3 mm	E 1 mm	E 2 mm	E 3 mm
B 1	400	401	400	150	149	150	194	195	195	181.2	181.2	181.0
B 2	400	400	401	150	150	151	198	198	198	179.4	179.4	179.6
B 3	400	401	401	150	150	150	196	195	195	181.2	181.2	181.2
B 4	400	400	401	151	150	150	201	200	201	180.4	180.4	180.8
B 5	400	400	400	150	151	151	196	196	197	181.6	181.8	181.6
B 6	400	400	400	151	150	150	197	198	198	182.4	182.4	182.4
B 7	400	401	401	150	150	150	198	198	197	183.6	183.4	183.4
B 8	401	400	400	150	150	150	198	198	199	182.8	182.6	182.8
B 9	400	400	401	150	150	149	198	198	199	180.2	180.2	180.2
B 10	401	401	400	150	150	150	196	195	195	179.8	179.8	179.6
B 11	400	400	400	150	151	150	196	196	197	179.6	179.6	179.6
B 12	401	400	401	150	150	151	199	200	200	180.2	180.2	180.0
Promedio	400.36 mm			150.14 mm			197.36 mm			181.02 mm		
Medida patrón:	400.00 mm			150.00 mm			200.00 mm			180.00 mm		
Variación Dimensional:	0.1%			0.1%			1.3%			0.6%		

Tabla 86

Datos del ensayo variación dimensional del Bloque C - sustituido al 1.5%

VARIACIÓN DIMENSIONAL – BLOQUE C, SUSTITUIDO AL 1.5%												
Especimen	Largo			Ancho			Altura			Espesor		
	L 1 mm	L 2 mm	L 3 mm	A 1 mm	A 2 mm	A 3 mm	H 1 mm	H 2 mm	H 3 mm	E 1 mm	E 2 mm	E 3 mm
C 1	400	400	400	150	151	150	193	194	193	181.2	181.2	181.0
C 2	400	401	401	149	150	150	198	199	198	179.4	179.4	179.6
C 3	400	400	400	150	149	149	195	194	195	181.2	181.2	181.2
C 4	400	401	400	151	150	149	194	195	195	180.4	180.4	180.8
C 5	401	400	400	150	149	150	199	200	200	181.6	181.8	181.6
C 6	401	402	402	150	150	150	196	197	196	182.4	182.4	182.4
C 7	400	400	400	150	150	149	192	192	192	182.8	182.8	182.8
C 8	401	401	400	150	150	151	196	197	196	181.2	181.4	181.4
C 9	400	401	400	150	151	150	194	194	195	179.8	179.6	179.8
C 10	400	400	400	150	150	150	194	195	195	180.2	180.4	180.2
C 11	401	400	400	150	150	150	197	196	197	180.4	180.4	180.4
C 12	400	401	401	150	150	150	195	196	196	181.6	181.8	181.8
Promedio	400.42 mm			149.94 mm			195.56 mm			181.06 mm		
Medida patrón:	400.00 mm			150.00 mm			200.00 mm			180.00 mm		
Variación Dimensional:	0.1%			0.0%			2.2%			0.6%		

Tabla 87

Datos del ensayo variación dimensional del Bloque D - sustituido al 2.0%

VARIACIÓN DIMENSIONAL – BLOQUE D, SUSTITUIDO AL 2.0%												
Especimen	Largo			Ancho			Altura			Espesor		
	L 1 mm	L 2 mm	L 3 mm	A 1 mm	A 2 mm	A 3 mm	H 1 mm	H 2 mm	H 3 mm	E 1 mm	E 2 mm	E 3 mm
D 1	400	401	400	150	150	150	192	192	192	180.6	180.8	180.8
D 2	400	400	401	151	150	150	194	195	194	181.6	181.4	181.6
D 3	400	401	400	150	150	149	195	194	195	181.2	181.2	181.2
D 4	400	401	400	150	150	150	195	195	195	181.2	181.2	181.4
D 5	401	401	400	150	150	150	199	198	199	180.6	180.8	180.6
D 6	401	400	400	150	151	150	195	194	195	181.4	181.4	181.4
D 7	400	400	400	150	150	149	192	192	192	181.8	181.8	181.6
D 8	401	401	400	150	150	151	196	197	196	182.2	182.0	182.4
D 9	400	401	400	150	151	150	194	194	195	182.6	182.4	182.4
D 10	400	400	400	150	150	150	194	195	195	181.2	181.4	181.4
D 11	401	400	400	150	150	150	197	196	197	180.6	180.6	180.6
D 12	400	401	401	150	150	150	195	196	196	182.2	182.2	182.4
Promedio:	400.36 mm			150.06 mm			194.92 mm			181.45 mm		
Medida patrón:	400.00 mm			150.00 mm			200.00 mm			180.00 mm		
Variación Dimensional:	0.1%			0.0%			2.5%			0.8%		

b) Diagramas

Figura 32

Resultado de Variación Dimensional Largo de los Bloques

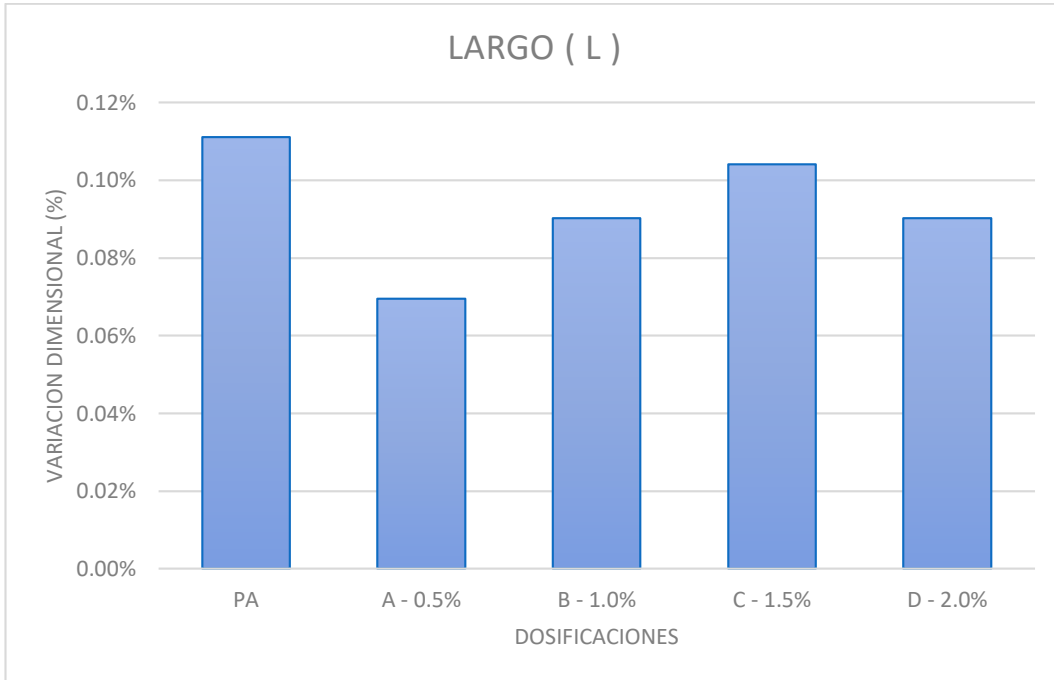


Figura 33

Resultado de Variación Dimensional Ancho de los Bloques

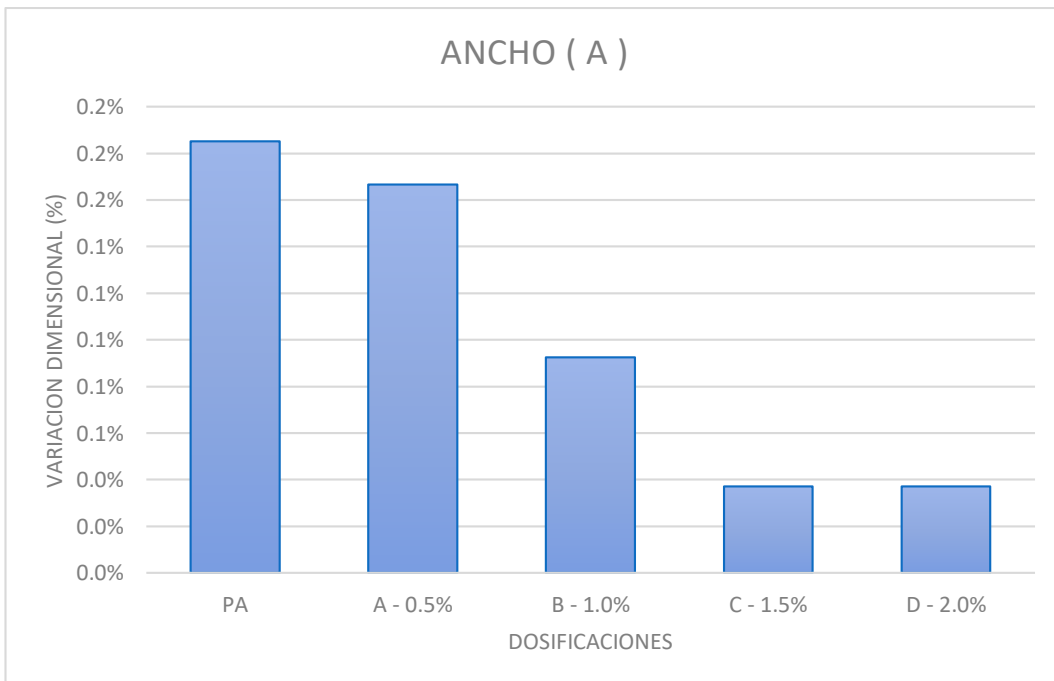


Figura 34

Resultado de Variación Dimensional Alto de los Bloques

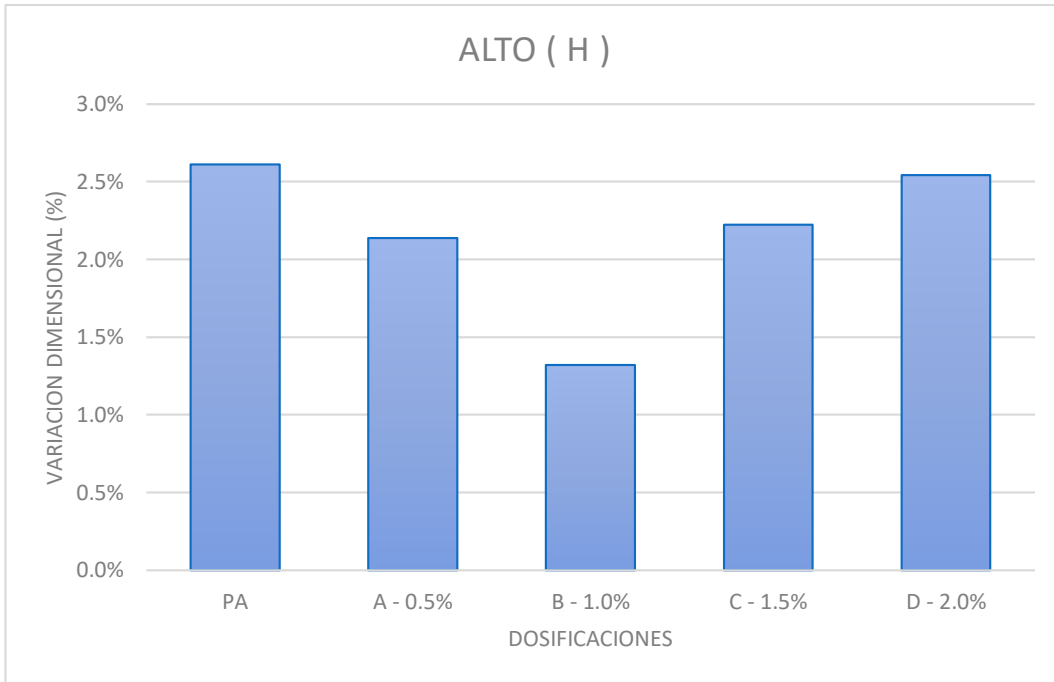
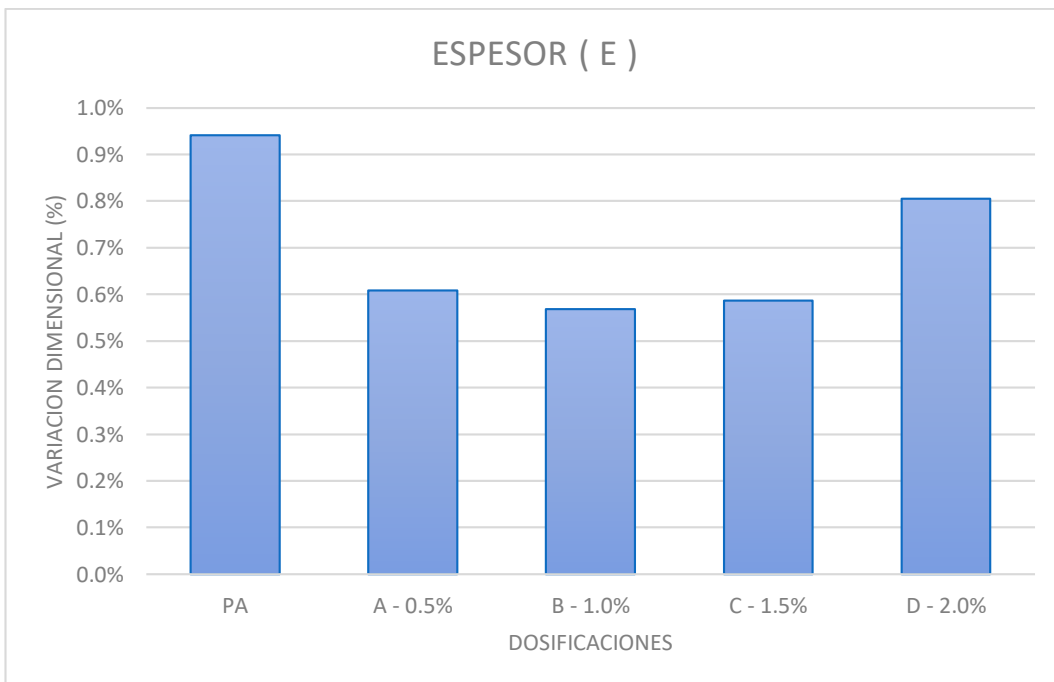


Figura 35

Resultado de Variación Dimensional Espesor de los Bloques



**c) Análisis de la prueba**

La Norma Técnica E.070 requiere una variación dimensional de +-6% para dimensiones hasta 150 mm, +-4% para dimensiones mayores a 150 mm, se obtuvieron resultados de variación dimensional menores de 3% en todas las dimensiones: largo, ancho, altura y espesor para todos los tipos de bloques por lo tanto todos cumplen con lo solicitado en la norma en mención para bloques NP (No Portantes)

3.6.10 Absorción y Densidad**a) Cálculos de la prueba**

$$\text{Absorción}, \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{(W_s - W_d)}{(W_s - W_i)} \times 1000 \quad \text{Ecuación 21}$$

$$\text{Absorción}, \% = \frac{(W_s - W_d)}{W_d} \times 100 \quad \text{Ecuación 22}$$

$$\text{Densidad}, \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{W_d}{(W_s - W_i)} \times 1000 \quad \text{Ecuación 23}$$

Donde:

W_s = peso saturado del espécimen, (kg)

W_i = peso sumergido del espécimen, (kg)

W_d = peso seco al horno del espécimen, (kg)



b) Tablas

Tabla 88

Procesamiento de datos del ensayo absorción y densidad del Bloque patrón

ABSORCIÓN Y DENSIDAD – BLOQUE PATRÓN						
Especimen #	Ws	Wd	Wi	ABSORCIÓN		DENSIDAD
	(Kg)	(Kg)	(Kg)	Kg/m ³	%	Kg/m ³
PA 1	12.630	12.125	8.125	112.10	4.2%	2691.45
PA 2	14.200	13.615	9.125	115.27	4.3%	2682.76
PA 3	12.640	12.105	8.115	118.23	4.4%	2675.14
PA 4	12.910	12.340	8.120	119.00	4.6%	2576.20
PA 5	12.850	12.305	8.265	118.87	4.4%	2683.75
PA 6	12.710	12.165	8.005	115.83	4.5%	2585.55
PA 7	12.990	12.460	8.350	114.22	4.3%	2685.34
PA 8	12.755	12.220	8.120	115.43	4.4%	2636.46
PA 9	12.950	12.410	8.235	114.53	4.4%	2632.03
PA 10	12.765	12.255	8.225	112.33	4.2%	2699.34
PA 11	12.520	12.015	8.160	115.83	4.2%	2755.73
PA 12	12.940	12.410	8.114	109.82	4.3%	2571.49
Promedio				115.12	4.3%	2656.27

Tabla 89

Procesamiento de datos del ensayo absorción y densidad del Bloque A - sustituido al 0.5%

ABSORCIÓN Y DENSIDAD – BLOQUE A, SUSTITUIDO AL 0.5%						
Especimen #	Ws	Wd	Wi	ABSORCIÓN		DENSIDAD
	(Kg)	(Kg)	(Kg)	Kg/m ³	%	Kg/m ³
A 1	9.880	9.510	5.320	81.14	3.9%	2085.53
A 2	9.870	9.495	5.250	81.17	3.9%	2055.19
A 3	9.640	9.285	5.200	79.95	3.8%	2091.22
A 4	10.350	9.965	5.585	80.80	3.9%	2091.29
A 5	9.875	9.515	5.360	79.73	3.8%	2107.42
A 6	9.835	9.470	5.250	79.61	3.9%	2065.43
A 7	9.730	9.365	5.235	81.20	3.9%	2083.43
A 8	10.095	9.715	5.425	81.37	3.9%	2080.30
A 9	9.600	9.255	5.130	77.18	3.7%	2070.47
A 10	9.725	9.365	5.250	80.45	3.8%	2092.74
A 11	9.815	9.450	5.220	79.43	3.9%	2056.58
A 12	10.015	9.645	5.395	80.09	3.8%	2087.66
Promedio				80.18	3.9%	2080.60



Tabla 90

Procesamiento de datos del ensayo absorción y densidad del Bloque B - sustituido al 1.0%

ABSORCIÓN Y DENSIDAD – BLOQUE B, SUSTITUIDO AL 1.0%						
Espécimen	Ws	Wd	Wi	ABSORCIÓN		DENSIDAD
#	(Kg)	(Kg)	(Kg)	Kg/m³	%	Kg/m³
B 1	9.780	9.440	5.125	73.04	3.6%	2027.93
B 2	9.775	9.425	5.115	75.11	3.7%	2022.53
B 3	9.780	9.445	5.120	71.89	3.5%	2026.82
B 4	9.750	9.420	5.095	70.89	3.5%	2023.63
B 5	9.660	9.330	5.040	71.43	3.5%	2019.48
B 6	9.785	9.455	5.135	70.97	3.5%	2033.33
B 7	9.755	9.415	5.105	73.12	3.6%	2024.73
B 8	9.795	9.450	5.155	74.35	3.7%	2036.64
B 9	9.730	9.385	5.110	74.68	3.7%	2031.39
B 10	9.695	9.370	5.120	71.04	3.5%	2048.09
B 11	9.720	9.375	5.085	74.43	3.7%	2022.65
B 12	9.760	9.415	5.100	74.03	3.7%	2020.39
Promedio				72.91	3.6%	2028.13

Tabla 91

Procesamiento de datos del ensayo absorción y densidad del Bloque C - sustituido al 1.5%

ABSORCIÓN Y DENSIDAD – BLOQUE C, SUSTITUIDO AL 1.5%						
Espécimen	Ws	Wd	Wi	ABSORCIÓN		DENSIDAD
#	(Kg)	(Kg)	(Kg)	Kg/m³	%	Kg/m³
C 1	8.450	8.155	3.755	62.83	3.6%	1736.95
C 2	8.575	8.290	3.805	59.75	3.4%	1737.95
C 3	8.615	8.335	3.935	59.83	3.4%	1780.98
C 4	8.360	8.075	3.820	62.78	3.5%	1778.63
C 5	8.655	8.350	3.925	64.48	3.7%	1765.33
C 6	8.410	8.125	3.745	61.09	3.5%	1741.69
C 7	8.615	8.320	3.920	62.83	3.5%	1772.10
C 8	8.455	8.170	3.795	61.16	3.5%	1753.22
C 9	8.620	8.310	3.980	66.81	3.7%	1790.95
C 10	8.625	8.325	3.905	63.56	3.6%	1763.77
C 11	8.395	8.105	3.735	62.23	3.6%	1739.27
C 12	8.560	8.280	3.825	59.13	3.4%	1748.68
Promedio				62.21	3.5%	1759.13

Tabla 92

Procesamiento de datos del ensayo absorción y densidad del Bloque D - sustituido al 2.0%

ABSORCIÓN Y DENSIDAD – BLOQUE D, SUSTITUIDO AL 2.0%						
Espécimen	Ws	Wd	Wi	ABSORCIÓN		DENSIDAD
#	(Kg)	(Kg)	(Kg)	Kg/m³	%	Kg/m³
D 1	7.585	7.335	3.015	54.70	3.4%	1605.03
D 2	7.650	7.390	3.055	56.58	3.5%	1608.27
D 3	7.795	7.530	3.105	56.50	3.5%	1605.54
D 4	7.590	7.325	3.005	57.80	3.6%	1597.60
D 5	7.560	7.310	3.010	54.95	3.4%	1606.59
D 6	7.615	7.360	3.055	55.92	3.5%	1614.04
D 7	7.685	7.425	3.045	56.03	3.5%	1600.22
D 8	7.710	7.450	3.080	56.16	3.5%	1609.07
D 9	7.785	7.515	3.100	57.63	3.6%	1604.06
D 10	7.610	7.350	3.055	57.08	3.5%	1613.61
D 11	7.645	7.395	3.040	54.29	3.4%	1605.86
D 12	7.610	7.360	3.035	54.64	3.4%	1608.74
Promedio				56.02	3.5%	1606.55

c) Análisis de la prueba

Figura 36

Resultados del ensayo de absorción de los bloques

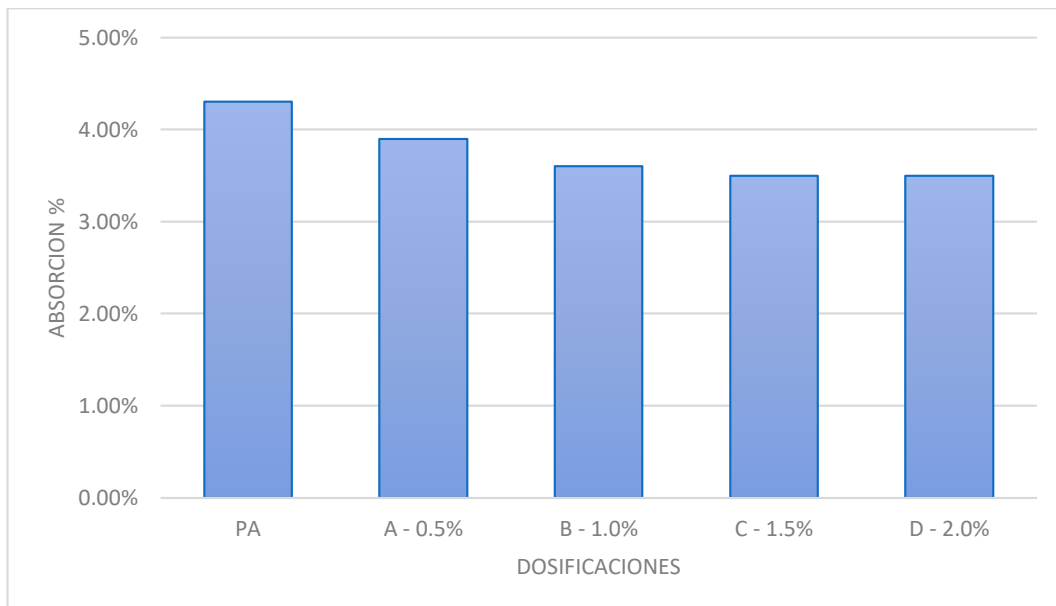
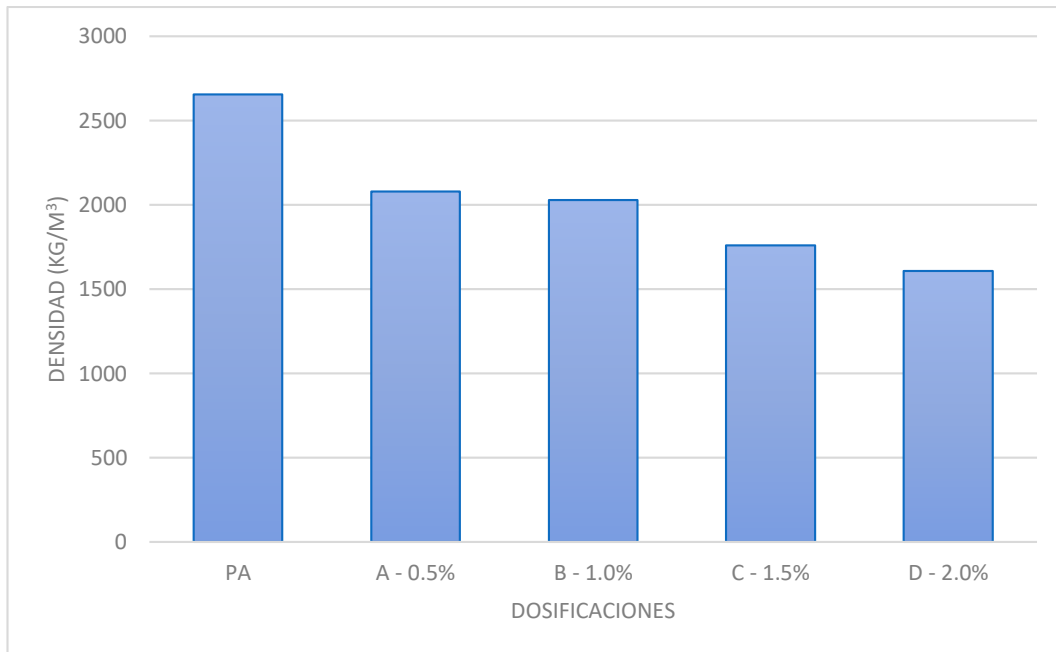


Figura 37

Resultados del ensayo de densidad de los bloques



La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%, según lo solicitado en la Norma Técnica E.070, los resultados obtenidos fueron menores al 4%, por lo que todos los tipos de bloques son aceptables en esta característica.

En cuanto a la densidad se puede observar que mientras más perlas de poliestireno contienen los bloques como en la dosificación D, la densidad es menor y los pesos también.

3.6.11 Resistencia a la compresión del bloque de concreto

a) Cálculos de la prueba

$$\text{Área bruta } (A_g), \text{mm}^2 = L \times W \quad \text{Ecuación 24}$$

Donde:

L = longitud del bloque de concreto

W = ancho del bloque de concreto

$$\text{Esfuerzo a la compresión del área bruta, MPa} = \frac{P_{\text{máx}}}{A_g} \quad \text{Ecuación 25}$$

P_{máx} = carga máxima

A_g = área bruta

b) Tablas

Tabla 93

Procesamiento de datos del ensayo resistencia a la compresión a los 7 días – Patrón

ESFUERZO DE COMPRESIÓN DE BLOQUES A LOS 7 DÍAS								
Espécimen	LARGO	ANCHO	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA	CARGA MÁX.Pmáx	ESFUERZO	ESFUERZO (f' b)	PROMEDIO (f' b)
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(Kgf)	(KN)	Kgf/m ²	MPa	MPa
PA 1	400	150	60000	7260	71.2	121000.00	1.19	
PA 2	400	150	60000	7630	74.82	127166.67	1.25	
PA 3	400	150	60000	7250	71.10	120833.33	1.18	
PA 4	400	150	60000	6120	60.02	102000.00	1.00	
PA 5	400	150	60000	5680	55.70	94666.67	0.93	
PA 6	400	150	60000	6470	63.45	107833.33	1.06	
PA 7	400	150	60000	6140	60.21	102333.33	1.00	1.09
PA 8	400	150	60000	6400	62.76	106666.67	1.05	
PA 9	400	150	60000	7270	71.29	121166.67	1.19	
PA 10	400	150	60000	7610	74.63	126833.33	1.24	
PA 11	400	150	60000	6740	66.10	112333.33	1.10	
PA 12	400	150	60000	5750	56.39	95833.33	0.94	

Tabla 94

Procesamiento de datos del ensayo resistencia a la compresión a los 7 días – Bloque A

ESFUERZO DE COMPRESIÓN DE BLOQUES A LOS 7 DÍAS								
Espécimen	LARGO	ANCHO	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA	CARGA MÁX.Pmáx	ESFUERZO	ESFUERZO (f' b)	PROMEDIO (f' b)
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(Kgf)	(KN)	Kgf/m ²	MPa	MPa
A 1 - 0.5%	400	150	60000	6340	62.17	105666.67	1.04	
A 2 - 0.5%	400	150	60000	5260	51.58	87666.67	0.86	
A 3 - 0.5%	400	150	60000	5620	55.11	93666.67	0.92	
A 4 - 0.5%	400	150	60000	4760	46.68	79333.33	0.78	
A 5 - 0.5%	400	150	60000	4790	46.97	79833.33	0.78	
A 6 - 0.5%	400	150	60000	5580	54.72	93000.00	0.91	
A 7 - 0.5%	400	150	60000	6200	60.80	103333.33	1.01	0.91
A 8 - 0.5%	400	150	60000	5430	53.25	90500.00	0.89	
A 9 - 0.5%	400	150	60000	5210	51.09	86833.33	0.85	
A 10 - 0.5%	400	150	60000	6160	60.41	102666.67	1.01	
A 11 - 0.5%	400	150	60000	5340	52.37	89000.00	0.87	
A 12 - 0.5%	400	150	60000	6230	61.10	103833.33	1.02	

Tabla 95

Procesamiento de datos del ensayo resistencia a la compresión a los 7 días – Bloque B

ESFUERZO DE COMPRESIÓN DE BLOQUES A LOS 7 DÍAS								
Espécimen	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kgf)	CARGA MÁX.Pmáx (KN)	ESFUERZO Kgf/m ²	ESFUERZO (f'b) MPa	PROMEDIO (f'b) MPa
B 1 - 1.0%	400	150	60000	4440	43.54	74000.00	0.73	
B 2 - 1.0%	400	150	60000	4230	41.48	70500.00	0.69	
B 3 - 1.0%	400	150	60000	4030	39.52	67166.67	0.66	
B 4 - 1.0%	400	150	60000	4240	41.58	70666.67	0.69	
B 5 - 1.0%	400	150	60000	4480	43.93	74666.67	0.73	
B 6 - 1.0%	400	150	60000	4450	43.64	74166.67	0.73	
B 7 - 1.0%	400	150	60000	4110	40.31	68500.00	0.67	0.7
B 8 - 1.0%	400	150	60000	4170	40.89	69500.00	0.68	
B 9 - 1.0%	400	150	60000	4470	43.84	74500.00	0.73	
B 10 - 1.0%	400	150	60000	4290	42.07	71500.00	0.70	
B 11 - 1.0%	400	150	60000	4280	41.97	71333.33	0.70	
B 12 - 1.0%	400	150	60000	4380	42.95	73000.00	0.72	

Tabla 96

Procesamiento de datos del ensayo resistencia a la compresión a los 7 días – Bloque C

ESFUERZO DE COMPRESIÓN DE BLOQUES A LOS 7 DÍAS								
Espécimen	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kgf)	CARGA MÁX.Pmáx (KN)	ESFUERZO Kgf/m ²	ESFUERZO (f'b) MPa	PROMEDIO (f'b) MPa
C 1 - 1.5%	400	150	60000	3760	36.87	62666.67	0.61	
C 2 - 1.5%	400	150	60000	3580	35.11	59666.67	0.59	
C 3 - 1.5%	400	150	60000	3460	33.93	57666.67	0.57	
C 4 - 1.5%	400	150	60000	3920	38.44	65333.33	0.64	
C 5 - 1.5%	400	150	60000	3700	36.28	61666.67	0.60	
C 6 - 1.5%	400	150	60000	4090	40.11	68166.67	0.67	
C 7 - 1.5%	400	150	60000	3930	38.54	65500.00	0.64	0.62
C 8 - 1.5%	400	150	60000	3720	36.48	62000.00	0.61	
C 9 - 1.5%	400	150	60000	3890	38.15	64833.33	0.64	
C 10 - 1.5%	400	150	60000	3510	34.42	58500.00	0.57	
C 11 - 1.5%	400	150	60000	3750	36.77	62500.00	0.61	
C 12 - 1.5%	400	150	60000	4010	39.32	66833.33	0.66	

Tabla 97

Procesamiento de datos del ensayo resistencia a la compresión a los 7 días – Bloque D

ESFUERZO DE COMPRESIÓN DE BLOQUES A LOS 7 DÍAS								
Espécimen	LARGO	ANCHO	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA	CARGA MÁX.Pmáx	ESFUERZO	ESFUERZO (f'b)	PROMEDIO (f'b)
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(Kgf)	(KN)	Kgf/m ²	MPa	MPa
D 1 - 2.0%	400	150	60000	2720	26.67	45333.33	0.44	
D 2 - 2.0%	400	150	60000	2830	27.75	47166.67	0.46	
D 3 - 2.0%	400	150	60000	3040	29.81	50666.67	0.50	
D 4 - 2.0%	400	150	60000	2150	21.08	35833.33	0.35	
D 5 - 2.0%	400	150	60000	2210	21.67	36833.33	0.36	
D 6 - 2.0%	400	150	60000	2570	25.20	42833.33	0.42	0.43
D 7 - 2.0%	400	150	60000	2750	26.97	45833.33	0.45	
D 8 - 2.0%	400	150	60000	2570	25.20	42833.33	0.42	
D 9 - 2.0%	400	150	60000	3020	29.62	50333.33	0.49	
D 10 - 2.0%	400	150	60000	2750	26.97	45833.33	0.45	
D 11 - 2.0%	400	150	60000	2580	25.30	43000.00	0.42	

Tabla 98

Procesamiento de datos del ensayo resistencia a la compresión a los 14 días - Patrón

ESFUERZO DE COMPRESIÓN DE BLOQUES A LOS 14 DÍAS								
Espécimen	LARGO	ANCHO	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA	CARGA MÁX.Pmáx	ESFUERZO	ESFUERZO (f'b)	PROMEDIO (f'b)
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(Kgf)	(KN)	Kgf/m ²	MPa	MPa
PA 1	400	150	60000	9810	96.20	163500.00	1.60	
PA 2	400	150	60000	10580	103.75	176333.33	1.73	
PA 3	400	150	60000	9580	93.95	159666.67	1.57	
PA 4	400	150	60000	9750	95.61	162500.00	1.59	
PA 5	400	150	60000	10150	99.54	169166.67	1.66	
PA 6	400	150	60000	9650	94.63	160833.33	1.58	1.63
PA 7	400	150	60000	10320	101.20	172000.00	1.69	
PA 8	400	150	60000	9680	94.93	161333.33	1.58	
PA 9	400	150	60000	10820	106.11	180333.33	1.77	
PA 10	400	150	60000	9650	94.63	160833.33	1.58	
PA 11	400	150	60000	9930	97.38	165500.00	1.62	
PA 12	400	150	60000	9880	96.89	164666.67	1.61	

Tabla 99

Procesamiento de datos del ensayo resistencia a la compresión a los 14 días – Bloque A

ESFUERZO DE COMPRESIÓN DE BLOQUES A LOS 14 DÍAS								
Espécimen	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kgf)	CARGA MÁX.Pmáx (KN)	ESFUERZO Kgf/m ²	ESFUERZO (f'b) MPa	PROMEDIO (f'b) MPa
A 1 - 0.5%	400	150	60000	7260	71.20	121000.00	1.19	
A 2 - 0.5%	400	150	60000	8880	87.08	148000.00	1.45	
A 3 - 0.5%	400	150	60000	8350	81.89	139166.67	1.36	
A 4 - 0.5%	400	150	60000	8790	86.20	146500.00	1.44	
A 5 - 0.5%	400	150	60000	8010	78.55	133500.00	1.31	
A 6 - 0.5%	400	150	60000	8310	81.49	138500.00	1.36	
A 7 - 0.5%	400	150	60000	7500	73.55	125000.00	1.23	1.31
A 8 - 0.5%	400	150	60000	8840	86.69	147333.33	1.44	
A 9 - 0.5%	400	150	60000	7600	74.53	126666.67	1.24	
A 10 - 0.5%	400	150	60000	7800	76.49	130000.00	1.27	
A 11 - 0.5%	400	150	60000	7360	72.18	122666.67	1.20	
A 12 - 0.5%	400	150	60000	7420	72.77	123666.67	1.21	

Tabla 100

Procesamiento de datos del ensayo resistencia a la compresión a los 14 días – Bloque B

ESFUERZO DE COMPRESIÓN DE BLOQUES A LOS 14 DÍAS								
Espécimen	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kgf)	CARGA MÁX.Pmáx (KN)	ESFUERZO Kgf/m ²	ESFUERZO (f'b) MPa	PROMEDIO (f'b) MPa
B 1 - 1.0%	400	150	60000	6630	65.02	110500.00	1.08	
B 2 - 1.0%	400	150	60000	6220	61.00	103666.67	1.02	
B 3 - 1.0%	400	150	60000	7250	71.10	120833.33	1.18	
B 4 - 1.0%	400	150	60000	5990	58.74	99833.33	0.98	
B 5 - 1.0%	400	150	60000	5800	56.88	96666.67	0.95	
B 6 - 1.0%	400	150	60000	5700	55.90	95000.00	0.93	
B 7 - 1.0%	400	150	60000	6050	59.33	100833.33	0.99	1.02
B 8 - 1.0%	400	150	60000	5910	57.96	98500.00	0.97	
B 9 - 1.0%	400	150	60000	6070	59.53	101166.67	0.99	
B 10 - 1.0%	400	150	60000	7100	69.63	118333.33	1.16	
B 11 - 1.0%	400	150	60000	5970	58.55	99500.00	0.98	
B 12 - 1.0%	400	150	60000	6230	61.10	103833.33	1.02	

Tabla 101

Procesamiento de datos del ensayo resistencia a la compresión a los 14 días – Bloque C

ESFUERZO DE COMPRESIÓN DE BLOQUES A LOS 14 DÍAS								
Espécimen	LARGO	ANCHO	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA	CARGA MÁX.Pmáx	ESFUERZO	ESFUERZO (f'b)	PROMEDIO (f'b)
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(Kg _f)	(KN)	Kg _f /m ²	MPa	MPa
C 1 - 1.5%	400	150	60000	4320	42.36	72000.00	0.71	
C 2 - 1.5%	400	150	60000	3820	37.46	63666.67	0.62	
C 3 - 1.5%	400	150	60000	3940	38.64	65666.67	0.64	
C 4 - 1.5%	400	150	60000	5320	52.17	88666.67	0.87	
C 5 - 1.5%	400	150	60000	4590	45.01	76500.00	0.75	
C 6 - 1.5%	400	150	60000	4660	45.70	77666.67	0.76	
C 7 - 1.5%	400	150	60000	4450	43.64	74166.67	0.73	0.73
C 8 - 1.5%	400	150	60000	4270	41.87	71166.67	0.70	
C 9 - 1.5%	400	150	60000	4160	40.80	69333.33	0.68	
C 10 - 1.5%	400	150	60000	4520	44.33	75333.33	0.74	
C 11 - 1.5%	400	150	60000	5160	50.60	86000.00	0.84	
C 12 - 1.5%	400	150	60000	4600	45.11	76666.67	0.75	

Tabla 102

Procesamiento de datos del ensayo resistencia a la compresión a los 14 días – Bloque D

ESFUERZO DE COMPRESIÓN DE BLOQUES A LOS 14 DÍAS								
Espécimen	LARGO	ANCHO	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA	CARGA MÁX.Pmáx	ESFUERZO	ESFUERZO (f'b)	PROMEDIO (f'b)
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(Kg _f)	(KN)	Kg _f /m ²	MPa	MPa
D 1 - 2.0%	400	150	60000	3870	37.95	64500.00	0.63	
D 2 - 2.0%	400	150	60000	3900	38.25	65000.00	0.64	
D 3 - 2.0%	400	150	60000	4170	40.89	69500.00	0.68	
D 4 - 2.0%	400	150	60000	3580	35.11	59666.67	0.59	
D 5 - 2.0%	400	150	60000	3470	34.03	57833.33	0.57	
D 6 - 2.0%	400	150	60000	3250	31.87	54166.67	0.53	0.61
D 7 - 2.0%	400	150	60000	3690	36.19	61500.00	0.60	
D 8 - 2.0%	400	150	60000	3990	39.13	66500.00	0.65	
D 9 - 2.0%	400	150	60000	3340	32.75	55666.67	0.55	
D 10 - 2.0%	400	150	60000	3950	38.74	65833.33	0.65	
D 11 - 2.0%	400	150	60000	4050	39.72	67500.00	0.66	

Tabla 103

Procesamiento de datos del ensayo resistencia a la compresión a los 28 días – Patrón

ESFUERZO DE COMPRESIÓN DE BLOQUES A LOS 28 DÍAS								
Espécimen	LARGO	ANCHO	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA	CARGA MÁX.Pmáx	ESFUERZO	ESFUERZO (f'b)	PROMEDIO (f'b)
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(Kgf)	(KN)	Kgf/m ²	MPa	MPa
PA 1	400.67	149.33	59833	14240	139.65	237996.20	2.33	
PA 2	400.67	149.67	59966	13010	127.58	216954.67	2.13	
PA 3	400.33	149.67	59917	13540	132.78	225980.95	2.22	
PA 4	400.67	150.00	60100	12570	123.27	209151.41	2.05	
PA 5	400.33	149.67	59917	14520	142.39	242337.03	2.38	
PA 6	400.33	150.00	60050	14130	138.57	235303.91	2.31	
PA 7	400.33	149.67	59917	14360	140.82	239666.65	2.35	2.25
PA 8	400.67	149.67	59966	12630	123.86	210617.79	2.07	
PA 9	400.33	149.67	59917	13580	133.17	226648.54	2.22	
PA 10	400.33	149.67	59917	14250	139.74	237830.76	2.33	
PA 11	400.33	149.67	59917	13620	133.57	227316.14	2.23	
PA 12	400.33	150.00	60050	14350	140.73	238967.53	2.34	

Tabla 104

Procesamiento de datos del ensayo resistencia a la compresión a los 28 días – Bloque A

ESFUERZO DE COMPRESIÓN DE BLOQUES A LOS 28 DÍAS								
Espécimen	LARGO	ANCHO	ÁREA BRUTA	CARGA MÁXIMA	CARGA MÁX.Pmáx	ESFUERZO	ESFUERZO (f'b)	PROMEDIO (f'b)
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(Kgf)	(KN)	Kgf/m ²	MPa	MPa
A 1 - 0.5%	401.00	150.67	60417	14510	142.29	240162.87	2.36	
A 2 - 0.5%	400.00	149.33	59733	15130	148.37	253292.41	2.48	
A 3 - 0.5%	399.67	149.00	59550	15600	152.98	261963.27	2.57	
A 4 - 0.5%	400.00	150.00	60000	16040	157.30	267333.33	2.62	
A 5 - 0.5%	400.67	150.00	60100	15260	149.65	253910.15	2.49	
A 6 - 0.5%	401.67	150.00	60250	15560	152.59	258257.26	2.53	
A 7 - 0.5%	399.33	148.67	59368	15750	154.45	265296.42	2.60	2.5
A 8 - 0.5%	399.67	150.67	60216	16090	157.79	267202.76	2.62	
A 9 - 0.5%	400.00	150.00	60000	15250	149.55	254166.67	2.49	
A 10 - 0.5%	400.33	148.67	59516	15050	147.59	252872.23	2.48	
A 11 - 0.5%	400.67	150.33	60234	14610	143.28	242555.83	2.38	
A 12 - 0.5%	400.33	149.67	59917	14670	143.86	244840.51	2.40	

Tabla 105

Procesamiento de datos del ensayo resistencia a la compresión a los 28 días – Bloque B

Especímen	ESFUERZO DE COMPRESIÓN DE BLOQUES A LOS 28 DÍAS							PROMEDIO (f' b) MPa
	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kgf)	CARGA MÁX.Pmáx (KN)	ESFUERZO (Kgf/m ²)	ESFUERZO (f' b) MPa	
B 1 - 1.0%	400.33	149.67	59917	11450	112.29	191099.10	1.87	1.86
B 2 - 1.0%	400.33	150.33	60183	11750	115.23	195236.42	1.91	
B 3 - 1.0%	400.67	150.00	60100	11880	116.50	197670.55	1.94	
B 4 - 1.0%	400.33	150.33	60183	10620	104.15	176460.49	1.73	
B 5 - 1.0%	400.00	150.67	60267	11420	111.99	189491.15	1.86	
B 6 - 1.0%	400.00	150.33	60133	10960	107.48	182261.64	1.79	
B 7 - 1.0%	400.67	150.00	60100	11950	117.19	198835.27	1.95	
B 8 - 1.0%	400.33	150.00	60050	11620	113.95	193505.41	1.9	
B 9 - 1.0%	400.33	149.67	59917	10870	106.60	181418.97	1.78	
B 10 - 1.0%	400.67	150.00	60100	11720	114.93	195008.32	1.91	
B 11 - 1.0%	400.00	150.33	60133	11270	110.52	187416.85	1.84	
B 12 - 1.0%	400.67	150.33	60234	10970	107.58	182124.40	1.79	

Tabla 106

Procesamiento de datos del ensayo resistencia a la compresión a los 28 días – Bloque C

Especímen	ESFUERZO DE COMPRESIÓN DE BLOQUES A LOS 28 DÍAS							PROMEDIO (f' b) MPa
	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kgf)	CARGA MÁX.Pmáx (KN)	ESFUERZO (Kgf/m ²)	ESFUERZO (f' b) MPa	
C 1 - 1.5%	400.00	150.33	60133	9980	97.87	165964.52	1.63	1.56
C 2 - 1.5%	400.67	149.67	59966	9870	96.79	164592.05	1.61	
C 3 - 1.5%	400.00	149.33	59733	9060	88.85	151674.11	1.49	
C 4 - 1.5%	400.33	150.00	60050	9080	89.04	151207.33	1.48	
C 5 - 1.5%	400.33	149.67	59917	9250	90.71	154381.37	1.51	
C 6 - 1.5%	401.67	150.00	60250	9790	96.01	162489.63	1.59	
C 7 - 1.5%	400.00	149.67	59867	9790	96.01	163530.07	1.60	
C 8 - 1.5%	400.67	150.33	60234	10550	103.46	175151.54	1.72	
C 9 - 1.5%	400.33	150.33	60183	9460	92.77	157186.08	1.54	
C 10 - 1.5%	400.00	150.00	60000	9300	91.20	155000.00	1.52	
C 11 - 1.5%	400.33	150.00	60050	9030	88.55	150374.69	1.47	
C 12 - 1.5%	400.67	150.00	60100	9720	95.32	161730.45	1.59	

Tabla 107

Procesamiento de datos del ensayo resistencia a la compresión a los 28 días – Bloque D

ESFUERZO DE COMPRESIÓN DE BLOQUES A LOS 28 DÍAS								
Espécimen	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kgf)	CARGA MÁX.P _{máx} (KN)	ESFUERZO Kgf/m ²	ESFUERZO (f' b) MPa	PROMEDIO (f' b) MPa
D 1 - 2.0%	400.33	150.00	60050	7540	73.94	125562.03	1.23	
D 2 - 2.0%	400.33	150.33	60183	8250	80.90	137080.89	1.34	
D 3 - 2.0%	400.33	149.67	59917	7680	75.32	128178.26	1.26	
D 4 - 2.0%	400.33	150.00	60050	7920	77.67	131890.09	1.29	
D 5 - 2.0%	400.67	150.00	60100	7730	75.81	128618.97	1.26	
D 6 - 2.0%	400.33	150.33	60183	7410	72.67	123123.56	1.21	1.26
D 7 - 2.0%	400.00	149.67	59867	8040	78.85	134298.44	1.32	
D 8 - 2.0%	400.67	150.33	60234	7280	71.39	120862.86	1.19	
D 9 - 2.0%	400.33	150.33	60183	7390	72.47	122791.24	1.20	
D 10 - 2.0%	400.00	150.00	60000	7950	77.96	132500.00	1.30	
D 11 - 2.0%	400.33	150.00	60050	7460	73.16	124229.81	1.22	

c) Análisis de la prueba

Figura 38

Resultados del ensayo resistencia a la compresión a los 7 días

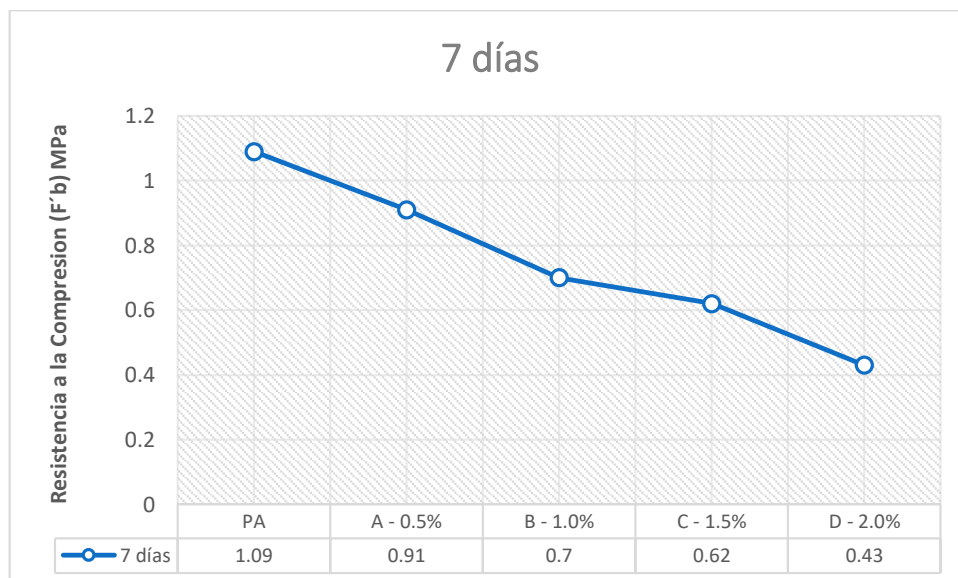
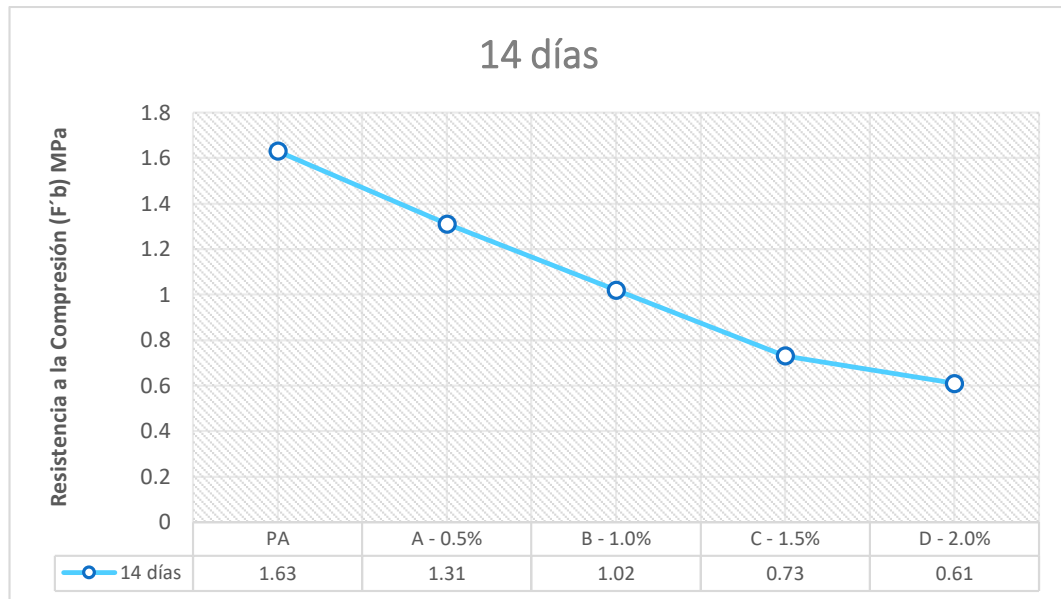
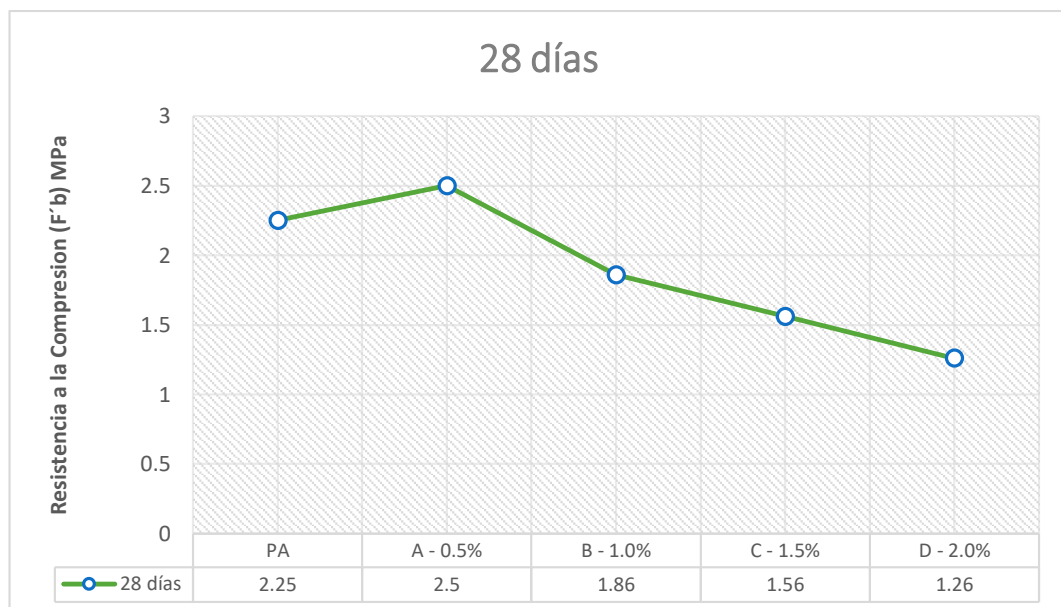


Figura 39*Resultados del ensayo resistencia a la compresión a los 14 días***Figura 40***Resultados del ensayo resistencia a la compresión a los 28 días*

La Norma Técnica E.070 (MVCS, 2006) solicita como mínimo una resistencia a la compresión f'_b de 2.0 MPa, en la presente investigación se realizó el ensayo a los 7, 14 y 28 días de elaborados los bloques con la finalidad de hacer verificar la evolución de la resistencia a compresión de todos los tipos de bloques, en esta prueba se verificó que solo el bloque patrón y el tipo A, sustitución de confitillo por perlas de poliestireno al 0.5% del peso superan el 2.0 MPa o 20 Kg/cm² de resistencia a la compresión.

Capítulo IV: Resultados

4.1 De la proporción de poliestireno expandido tipo perla – Diseño de mezcla

Para la presente investigación se tiene el resultado de la proporción de las cantidades para cada material utilizado, todo esto descrito en unidades correspondientes a un diseño de mezcla, como se observan en la siguiente tabla:

Tabla 108

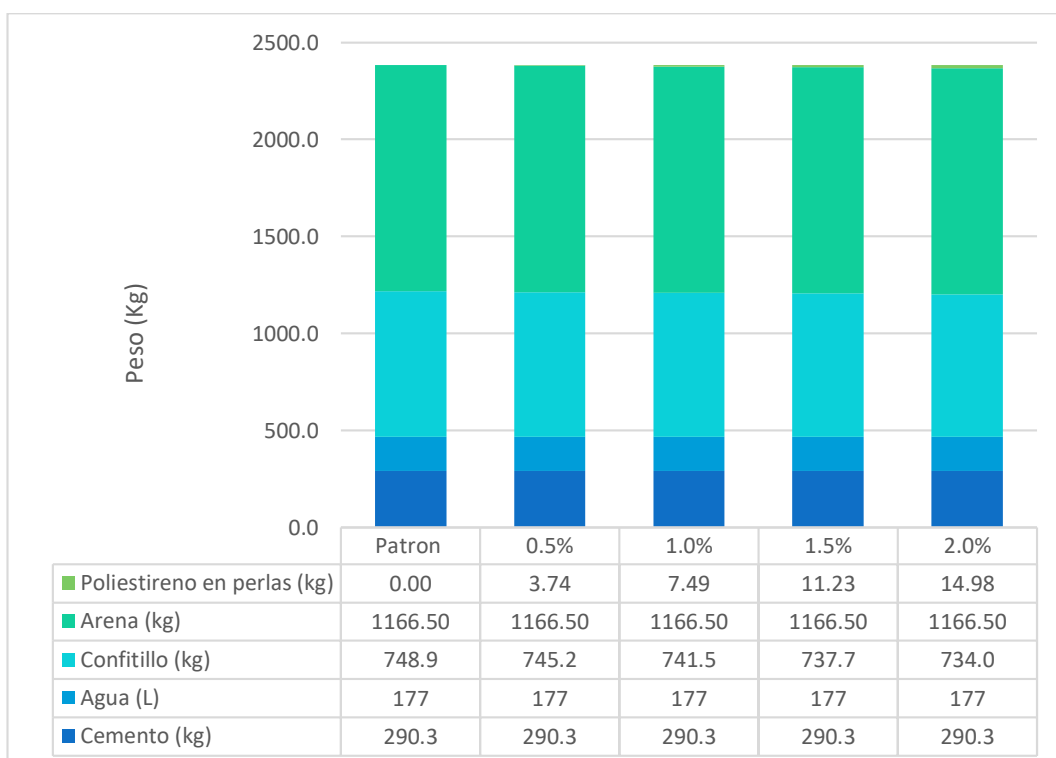
Proporción de los componentes en el diseño de mezcla

DISEÑO HÚMEDO	Und	Pesos x m ³	Patrón	PESOS POR TANDAS*			
				% Peso Sustituido de Confitillo por perlas de poliestireno			
				0.5%	1.0%	1.5%	2.0%
Cemento	kg	290.00	42.50	290.00	290.00	290.00	290.00
Agua	l	177.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00
Confitillo	kg	749.00	109.70	109.20	108.60	108.10	107.50
Arena	kg	1166.00	170.90	170.90	170.90	170.90	170.90
Poliestireno en perlas	kg		0.00	0.55	1.10	1.65	2.19

* Tandas para mezclador vertical (0.147 m³) calculado para 1 bolsa de cemento.

Figura 41

Diseño de mezcla húmeda por peso por m³



4.2 De las propiedades físicas de los bloques

4.2.1 Conductividad Térmica

Los resultados obtenidos del ensayo de conductividad térmica están normados por la “Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus” ASTM C177-13, cuyos valores son presentados en la siguiente tabla:

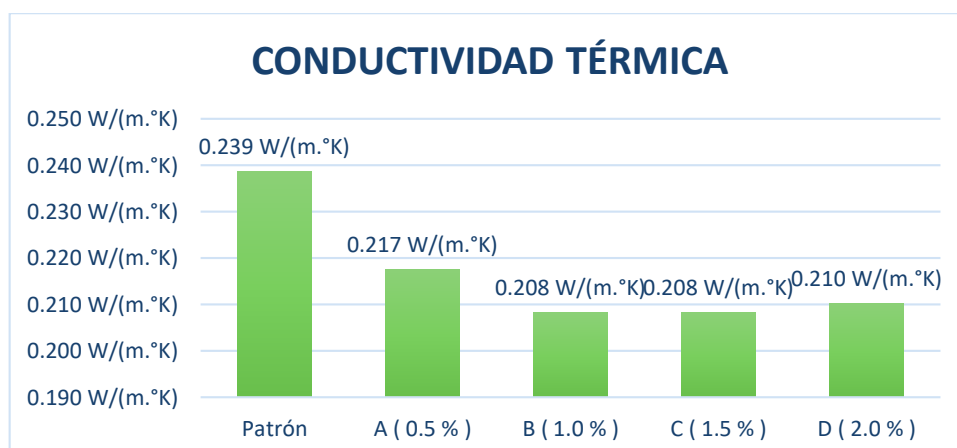
Tabla 109

Resultados del ensayo de conductividad térmica

Resultado del ensayo de Conductividad Térmica							
Especimen (Patrón)		PA 1	PA 2	PA 3	PA 4	PA 5	PA 6
Conductividad Térmica (λ)	W/(m.°K)	0.239	0.236	0.236	0.238	0.243	0.239
Promedio (λ): 0.239 W/(m.°K)							
Especimen A (0.5 %)		A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6
Conductividad Térmica (λ)	W/(m.°K)	0.222	0.208	0.223	0.213	0.221	0.217
Promedio (λ): 0.217 W/(m.°K)							
Especimen B (1.0 %)		B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6
Conductividad Térmica (λ)	W/(m.°K)	0.211	0.206	0.210	0.206	0.208	0.208
Promedio (λ): 0.208 W/(m.°K)							
Especimen C (1.5 %)		C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
Conductividad Térmica (λ)	W/(m.°K)	0.212	0.207	0.208	0.211	0.204	0.208
Promedio (λ): 0.208 W/(m.°K)							
Especimen D (2.0 %)		D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6
Conductividad Térmica (λ)	W/(m.°K)	0.212	0.212	0.209	0.211	0.207	0.210
Promedio (λ): 0.210 W/(m.°K)							

Figura 42

Resultados del ensayo de Conductividad Térmica



4.2.2 Alabeo

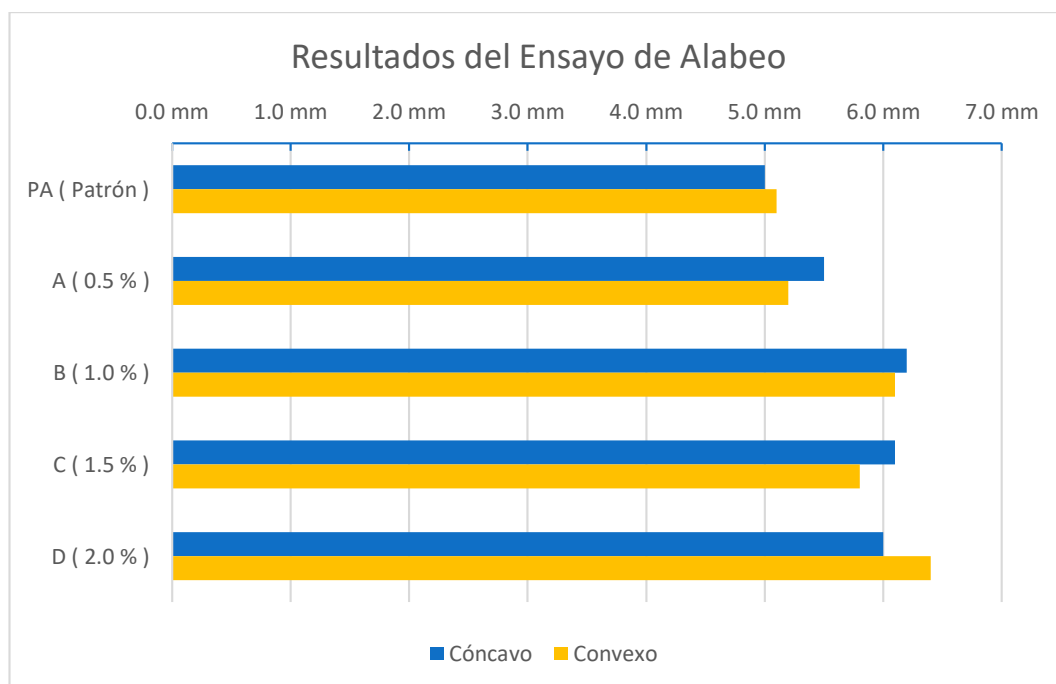
Tabla 110

Resultados del ensayo de alabeo

Resultados Del Ensayo De Alabeo				
Espécimen	Superficie Cóncava (mm)		Superficie Convexa (mm)	
	Superior	Inferior	Superficie	Inferior
PA (Patrón) Promedio (mm):	5.3	4.8	5.0	5.2
Resultado:	Cóncavo	5.0	Convexo	5.1
A (0.5 %) Promedio (mm):	5.7	5.4	4.8	5.6
Resultado:	Cóncavo	5.5	Convexo	5.2
B (1.0 %) Promedio (mm):	6.2	6.2	6.0	6.3
Resultado:	Cóncavo	6.2	Convexo	6.1
C (1.5 %) Promedio (mm):	6.2	6.0	6.0	5.7
Resultado:	Cóncavo	6.1	Convexo	5.8
D (2.0 %) Promedio (mm):	6.0	6.0	6.5	6.3
Resultado:	Cóncavo	6.0	Convexo	6.4

Figura 43

Resultados del ensayo de Alabeo



4.2.3 Variación Dimensional

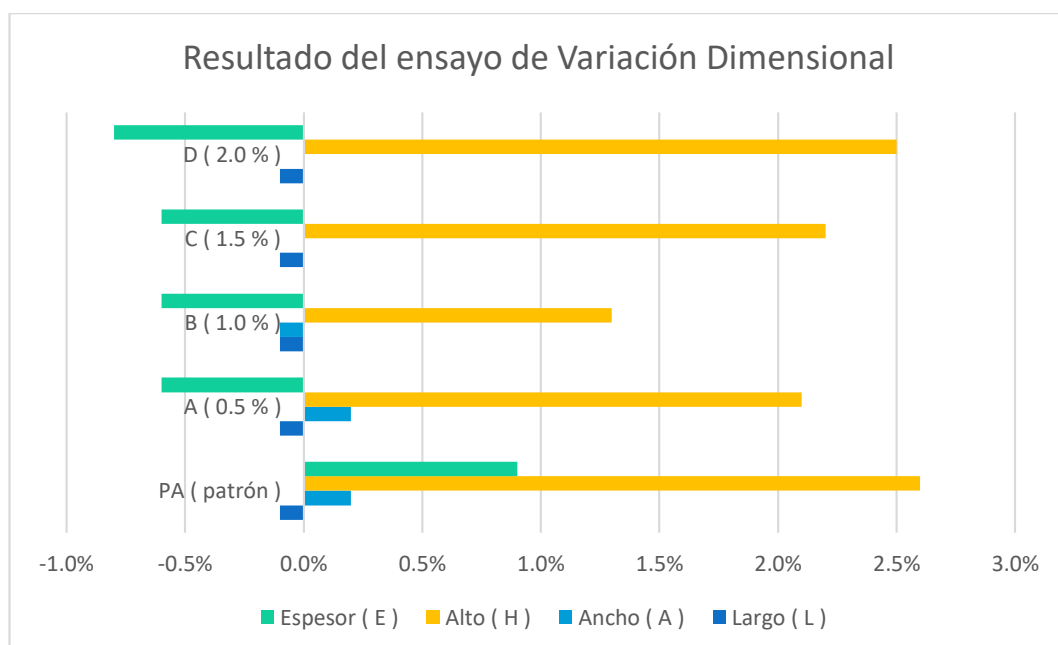
Tabla 111

Resultados del ensayo de variación dimensional

Resultados del Ensayo de Variación Dimensional				
Espécimen PA (Patrón)	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)	Espesor (E)
Dimensión Efectiva:	400.44 mm	149.72 mm	194.78 mm	181.69 mm
Variación Dimensional:	-0.1 %	0.2 %	2.6 %	-0.9 %
Espécimen A (0.5 %)	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)	Espesor (E)
Dimensión Efectiva:	400.28 mm	149.75 mm	195.72 mm	181.09 mm
Variación Dimensional:	-0.1 %	0.2 %	2.1 %	-0.6 %
Espécimen B (1.0 %)	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)	Espesor (E)
Dimensión Efectiva:	400.36 mm	150.14 mm	197.36 mm	181.02 mm
Variación Dimensional:	-0.1 %	-0.1 %	1.3 %	-0.6 %
Espécimen C (1.5 %)	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)	Espesor (E)
Dimensión Efectiva:	400.42 mm	149.94 mm	195.56 mm	181.06 mm
Variación Dimensional:	-0.1 %	0.0 %	2.2 %	-0.6 %
Espécimen D (2.0 %)	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)	Espesor (E)
Dimensión Efectiva:	400.36 mm	150.06 mm	194.92 mm	181.45 mm
Variación Dimensional:	-0.1 %	0.0 %	2.5 %	-0.8 %

Figura 44

Resultados del ensayo de Variación Dimensional



4.2.4 Absorción

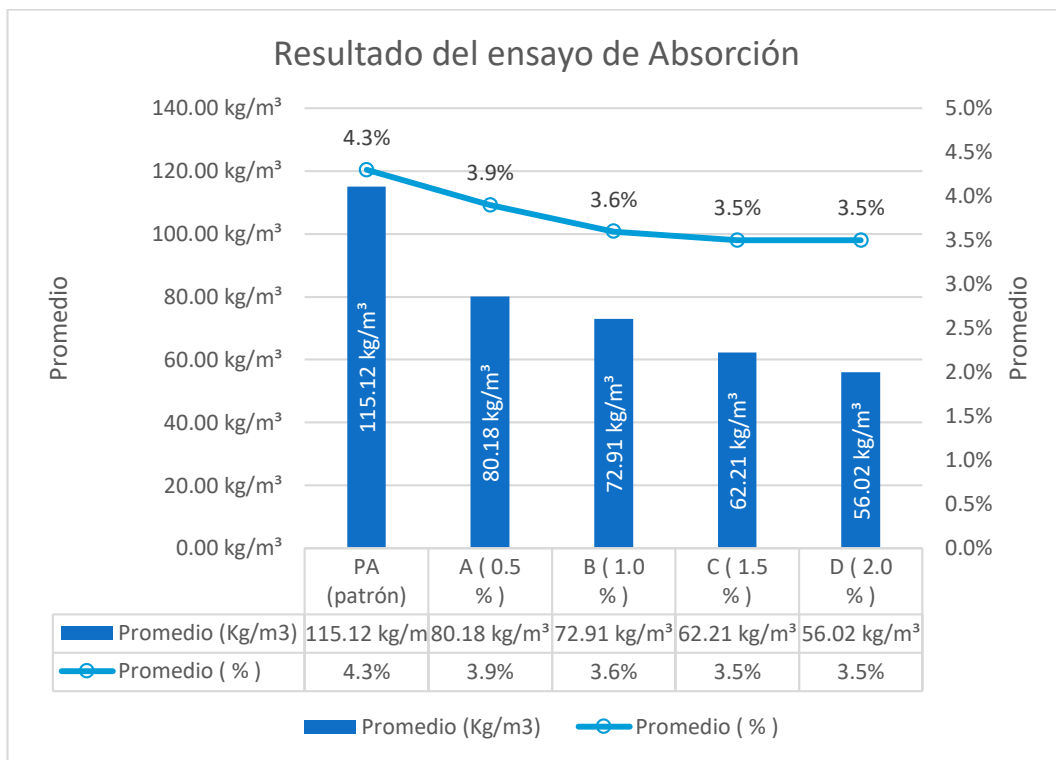
Tabla 112

Resultados del ensayo de absorción

Resultados del Ensayo de Absorción					
Espécimen	PA (patrón)	A (0.5 %)	B (1.0 %)	C (1.5 %)	D (2.0 %)
Promedio (Kg/m ³)	115.12	80.18	72.91	62.21	56.02
Promedio (%)	4.3	3.9	3.6	3.5	3.5

Figura 45

Resultados del ensayo de Absorción



4.2.5 Densidad

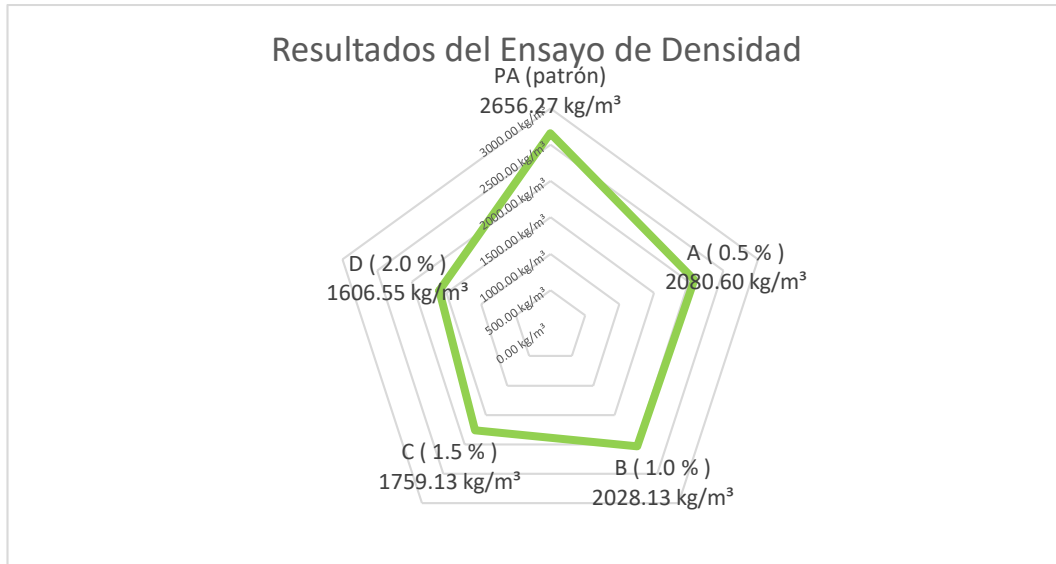
Tabla 113

Resultados del ensayo de densidad

Resultados del Ensayo de Densidad					
Espécimen	PA (patrón)	A (0.5 %)	B (1.0 %)	C (1.5 %)	D (2.0 %)
Promedio (Kg/m ³)	2656.27	2080.60	2028.13	1759.13	1606.55

Figura 46

Resultados del ensayo de Densidad



4.3 De la propiedad mecánica de los bloques

4.3.1 Resistencia de la compresión del bloque de concreto

Tabla 114

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión

Especimen	Esfuerzo de compresión (Mpa)		
	07 días	14 días	28 días
PA (Patrón)	1.1	1.6	2.2
A (0.5 %)	0.9	1.3	2.5
B (1.0 %)	0.7	1.0	1.9
C (1.5 %)	0.6	0.7	1.6
D (2.0 %)	0.4	0.6	1.3

Figura 47

Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días

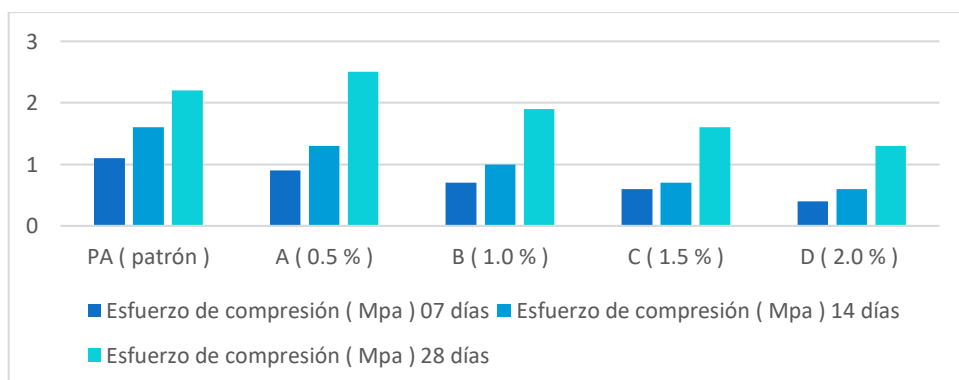


Figura 48

Resistencia a la compresión de los bloques

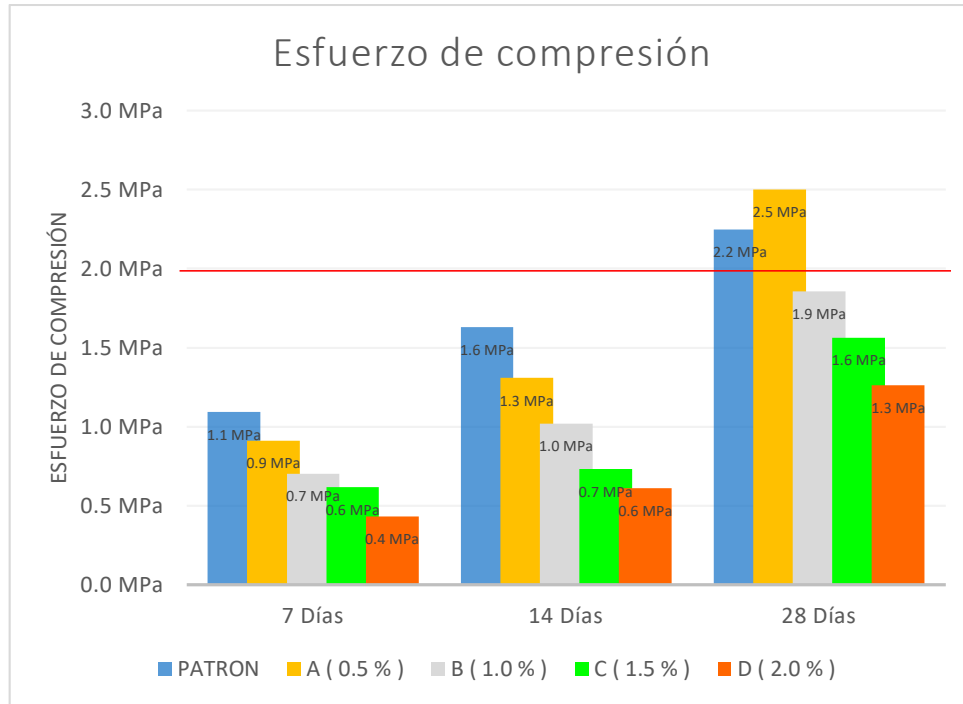
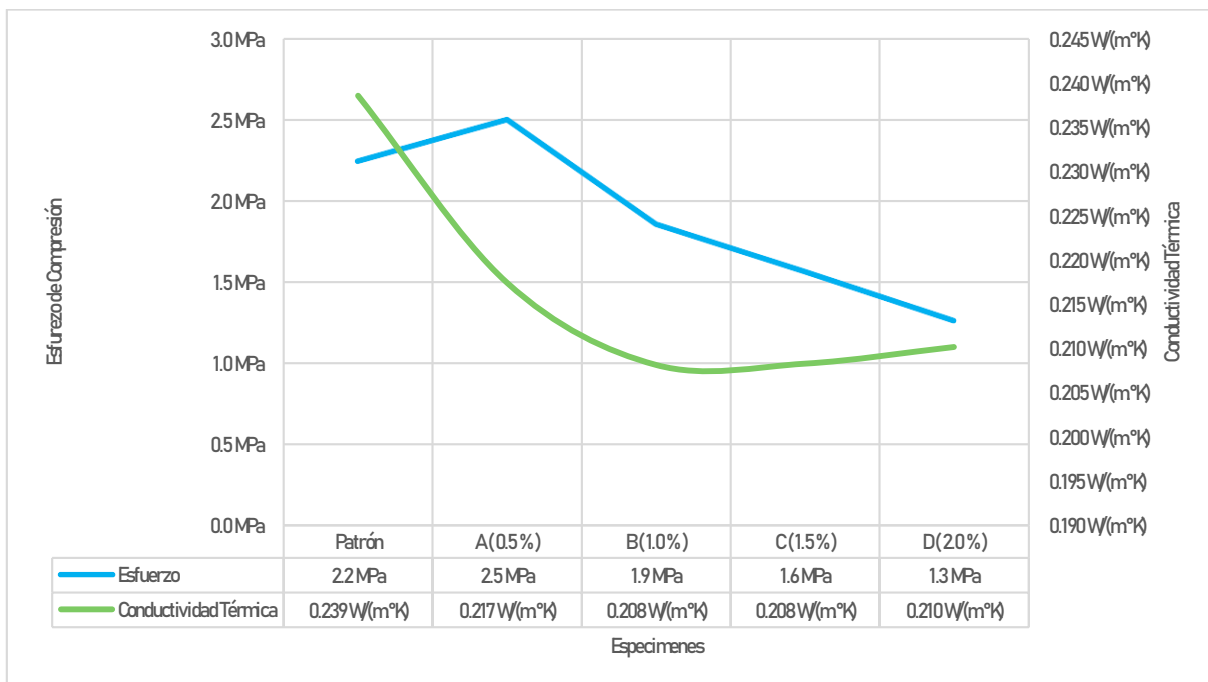


Figura 49

Esfuerzo de compresión VS Conductividad térmica





Capítulo V: Discusión

En la investigación presentada, se evaluó la conductividad térmica y las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto sustituyendo el confitillo por poliestireno expandido tipo perla en porcentajes de 0.5 %, 1.0 %, 1.5 % y 2.0 % del volumen.

5.1 Contraste de resultados con referentes del marco teórico

Discusión N° 01.- ¿Por qué se utilizó el poliestireno expandido tipo perla para elaborar los bloques de concreto?

Las características térmicas están directamente relacionadas con las propiedades de los materiales, por tal motivo es que se utilizó el poliestireno expandido tipo perla, al tener una propiedad individual de un bajo coeficiente de conductividad térmica, proporcionaría esta propiedad al bloque completo, además que disminuye el peso propio del bloque.

5.2 Interpretación de los resultados encontrados en la investigación

Discusión N° 02.- ¿Cómo se establece la conductividad térmica y las propiedades físico-mecánicas de los bloques de concreto?

La evolución de las propiedades es significativa en función a las características de los bloques de concreto.

Para un análisis a los 7 días de secado, se tienen resultados no muy distantes al bloque patrón en todas las proporciones. Para un análisis a los 28 días de secado, es el momento en el que los bloques, con poliestireno expandido tipo perla, obtuvieron mejoras en la característica de la conductividad térmica.

En la propiedad de alabeo, los valores se mantuvieron dentro lo establecido para un bloque tipo NP especificada en la Norma Técnica E.070.

La variación dimensional de los bloques de concreto sustituidos en todos los porcentajes cumple con los parámetros establecidos en la Norma Técnica E.070. La absorción es inversamente proporcional al porcentaje de poliestireno sustituido, lo que se considera como una mejora a esta propiedad.

Para la densidad, a mayor porcentaje de sustitución de poliestireno expandido se obtuvo una disminución de la densidad, haciendo los bloques de concreto más livianos para su operación y manipuleo, se considera como una mejora a esta propiedad.



El porcentaje que presentó mayor esfuerzo a la resistencia de compresión es de 0.5% de sustitución de poliestireno expandido tipo perla, obteniendo los demás porcentajes, menos resistencia a la compresión.

5.3 Comentarios de la demostración de la hipótesis

Discusión N° 03.- ¿La sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla resulta favorable en la evaluación de la conductividad térmica y las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto?

La sustitución del confitillo en los porcentajes de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% genera una ganancia en la conductividad térmica del bloque de concreto en relación al patrón. Sin dejar de lado las propiedades físico-mecánicas, de los cuales, el esfuerzo a la compresión se vio comprometida al disminuir con una sustitución del 2.0% del confitillo a una evaluación de 28 días de curado.

5.4 Aporte de la investigación

Discusión N° 04.- ¿Por qué se evaluó la conductividad térmica de los bloques de concreto?

En el campo de la ingeniería civil, es de vital importancia la obtención de valores numéricos que nos indiquen las propiedades y características de los diversos materiales y/o componentes presentes en la misma.

El poliestireno expandido, al ser un material presente en la industria de la construcción civil, es de fácil acceso al público en general.

5.5 Incorporación de temas nuevos

Discusión N° 05.- ¿Existe una guía a nivel local para la valoración de la conductividad térmica de distintos materiales?

Para obtener la información necesaria, se hizo indagaciones a nivel local con respecto a la existencia de una guía o protocolo para la valoración de la conductividad térmica, dando un resultado nulo, ante este déficit, se hace de necesidad la implementación de una guía para la evaluación de la conductividad térmica, teniendo en cuenta los parámetros propios de la localidad.



Glosario

ACI:	American Concrete Institute o Instituto Americano del Concreto.
Agente expansor:	Permite la expansión durante el proceso de transformación del poliestireno.
Agregado:	Mezcla de arena y piedra de granulometría variable, empleada en la elaboración de mortero, concreto, etc.
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).
Albañilería:	Arte de construir edificios u obras en que se empleen, según los casos, ladrillos, piedra, cal, arena, yeso, cemento u otros materiales semejantes.
Arena:	Agregado fino que cumple con los límites establecidos en la Tabla Nº 1 – Requerimientos de gradación para el agregado fino de la norma ASTM C33.
ASTM:	American Society for Testing Materials o Sociedad Americana para Pruebas de Materiales.
Bovedillas:	Bóveda pequeña que se forja entre viga y viga del techo de una habitación, con piezas cerámicas, hormigón, escayola u otro material.
Bols:	Un cuenco o bol es todo aquel recipiente que tiene las funciones de un tazón, pero de forma semiesférica y sin asas.
Calor:	Es la energía que se traspa de un sistema a otro o de un cuerpo a otro, transferencia vinculada al movimiento de moléculas, átomos y otras partículas.
Caravista:	Terminación de un recubrimiento.
Conductancia:	El recíproco de la resistencia térmica se conoce como la conductancia térmica.
Conducción:	Es la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes, menos energéticas, como resultado de la interacción entre ellas.
Conductividad térmica:	Es una medida de la capacidad de un material para conducir calor.
Confitillo:	Agregado grueso que cumple con los límites establecidos en el huso 8 de la Tabla Nº 3 – Requerimientos de gradación para el agregado grueso de la norma ASTM C33 y la Tabla Nº 5 – Granulometría del confitillo de la Norma Técnica E.070.
Cuarteo:	Reducción las muestras de material a cantidades menores viendo que las mismas sean representativas y homogéneas.
EPS:	Del inglés expanded polystyrene, poliestireno expandido.



Espécimen:	Muestra, modelo, ejemplar, normalmente con las características de su especie muy bien definidas.
Fraguado:	Efecto de fraguar o endurecerse un material.
Granulometría:	La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices.
MTC:	Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
Norma E 0.70:	Norma Peruana de Albañilería.
NTP:	Norma Técnica Peruana.
Perla de poliestireno:	Son el resultado de la expansión de la perlita pura.
Piseta:	Es un recipiente cilíndrico sellado con tapa rosca, el cual posee un pequeño tubo con una abertura capaz de entregar agua o cualquier líquido que se encuentre contenido en su interior, en pequeñas cantidades
Poliestireno:	Resina sintética que se emplea principalmente en la fabricación de lentes plásticas y aislantes térmicos y eléctricos.
Probeta:	Vaso de vidrio de forma tubular, con pie, generalmente graduado, que se usa en los laboratorios para medir líquidos o gases.
Slump:	O revenimiento, prueba que se le realiza al concreto fresco para determinar su consistencia.
Tamices:	Utensilios que consisten en una malla de filamentos.
Termocupla:	Sensor de temperatura.
TMN:	Tamaño Máximo Nominal.
Transferencia de calor:	Es la transmisión de energía de una región a otra como resultado de una diferencia de temperatura entre ellas.
Vibrado de alta frecuencia:	Ciclo de vibración igual o superior a 6000 vibraciones/minuto.



Conclusiones

- a. Se demostró la hipótesis general, “La conductividad térmica y las propiedades físico-mecánicas de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla es menor a $0.288 \text{ (W/m.}^\circ\text{K)}$ y cumplen con las exigencias de la Norma E 0.70 para bloques No Portantes”. La sustitución del confitillo con el poliestireno expandido tipo perlo incremento las propiedades térmicas del bloque de concreto al ir disminuyendo la conductividad térmica, las propiedades físico-mecánicas cumplieron con lo requerido por la Norma Técnica E.070, ver figura 49.
- b. Se demostró la primera sub hipótesis, “A mayor porcentaje de poliestireno expandido tipo perla se obtiene menor conductividad térmica de los bloques de concreto”. La conductividad térmica es directamente proporcional a las propiedades de cada material, al adicionar un mayor porcentaje de poliestireno expandido tipo perla a los bloques de concreto, el poliestireno actúa como un aislante térmico, permitiendo obtener una menor conductividad térmica, ver figura 42 y tabla 109.
- c. Se demostró la segunda sub hipótesis, “El alabeo de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla será menor a 8 mm ”. La propiedad físico-mecánica del alabeo, no se vio afectada por la sustitución del confitillo con perlas de poliestireno expandido, ver figura 43 y tabla 110.
- d. Se demostró la tercera sub hipótesis, “La variación dimensional de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla, máxima en porcentaje, será de ± 4 ”. La propiedad físico-mecánica de la variación dimensional, no se vio afectada por la sustitución del confitillo con perlas de poliestireno expandido, ver figura 44 y tabla 111.
- e. Se demostró la cuarta sub hipótesis, “La absorción de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla será menor al 15% ”. La propiedad físico-mecánica de la absorción, no se vio afectada por la sustitución del confitillo con perlas de poliestireno expandido, ver figura 45 y tabla 112.
- f. Se demostró la quinta sub hipótesis, “La densidad de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla será menor a 1300 Kg/cm^3 ”. La propiedad físico-mecánica de la densidad, cumple con requisitos, por lo tanto, no se vio afectada por la sustitución del confitillo con perlas de poliestireno expandido, ver figura 46 y tabla 113.



- g. Se demostró la sexta hipótesis, “La propiedad mecánica de la resistencia a la compresión de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla es superior a 20 Kg/cm²”. La propiedad físico-mecánica de la resistencia a la compresión, cumple con la norma, por lo tanto, no se vio afectada por la sustitución del confitillo con perlas de poliestireno expandido, ver figura 47 y tabla 114.

Recomendaciones

- i. Investigar la propiedad de conductividad térmica en unidades de albañilería de otras medidas y tipos.
- ii. Investigar otros materiales para unidades de albañilería que mejoren la eficiencia energética en construcción de viviendas y edificaciones.
- iii. Tener en cuenta la importancia de los materiales con alto grado de protección térmica y el análisis de los mismos, enfocado en la ingeniería civil y sus afines.
- iv. Teniendo como base la presente investigación, buscar la relación en la cual se obtengan los valores más idóneos para la conductividad térmica con la propiedad de la resistencia a la compresión.



Referencias

- Abanto Castillo, F. (2016). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos.
- Arrieta Freyre, J., & Peñaherrera Deza, E. (Enero de 2001). *Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora*. Lima, Perú: PC-CISMID.
- ASTM. (15 de Setiembre de 2013). ASTM C177 - 13. - *Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus*. Filadelfia, Estados Unidos: ASTM INTERNATIONAL.
- ASTM. (1 de Junio de 2015). ASTM C128-15. *Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate*. Filadelfia, Estados Unidos: ASTM INTERNATIONAL.
- ASTM. (15 de Marzo de 2018). ASTM C33/C33M-18. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. Filadelfia, Estados Unidos: ASTM INTERNATIONAL.
- ASTM. (10 de Enero de 2020). *ASTM C566-97*. Obtenido de Historical Standard: Estándar Método de ensayo para medir el contenido total de humedad en agregados mediante secado: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C566-97R04-SP.htm>
- Collieu, A. (1977). *Propiedades mecánicas y térmicas de materiales*. Editorial Reverte.
- COMISIÓN de Normalización y de Fiscalización de Barreras y Comerciales No. (2002). Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. *NTP 399.604*. Lima.
- COMISIÓN de Normalización y de Fiscalización de Barreras y Comerciales No. (2002). Unidades de albañilería: bloque de concreto para uso estructural. *NTP 399.602*. Lima.
- COMISIÓN de Normalización y de Fiscalización de Barreras y Comerciales No. (2003). Elementos de concreto. Ladrillos y bloques usados en albañilería. *NTP 400.012*. Lima, Perú.
- COMISIÓN de Normalización y de Fiscalización de Barreras y Comerciales No. (2011). (Agregados)Método de Ensayo Para Determinar El Peso Unitario Del Agregado. *NTP 400.017*. Lima, Perú.



- COMISIÓN de Normalización y de Fiscalización de Barreras y Comerciales No. (2013). AGREGADOS. Metodo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino. *NTP 400.022*. Lima, Perú.
- concretonline. (25 de Enero de 2020). *concretonline.com*. Obtenido de <https://www.concretonline.com/>
- Córdova , I., & Pinchi, M. (2017). *Uso del poliestireno expandido y su resistencia en las losas deportivas en el Distrito de Morales, Provincia y Región de San Martín* . Perú: Universidad Científica del Perú.
- Fowler, R. J. (1994). *ELECTRICIDAD. Principios y Aplicaciones*. Barcelona: Reverte.
- Gallegos , H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería estructural*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gil Vivas, A. M., & Rivera Medina, P. A. (2015). Análisis del concreto con poliestireno expandido como aditivo para aligerar elementos estructurales. *Tesis de pregrado*. Pereira, Colombia: Universidad Libre Seccional Pereira.
- Grupo Oceano. (2010). *Física y Química para aprender y aprobar 1*. ESPAÑA: MMX EDITORIAL OCEANO.
- Hernández Sampieri, R. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- INDECOPI. (21 de Abril de 1999). NTP 400.017. AGREGADOS. *Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. Lima, Perú: INDECOPI.
- INDECOPI. (31 de Mayo de 2001). NTP 400.012. AGREGADOS. *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Lima, Perú: INDECOPI.
- INDECOPI. (5 de Mayo de 2001). NTP 400.021. AGREGADOS. *Métodos de Ensayo Normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*. Lima, Perú: INDECOPI.
- INDECOPI. (1 de Mayo de 2001). NTP 400.022. AGREGADOS. *Métodos de Ensayo Normalizado para peso específico y absorción del agregado fino*. Lima, Perú: INDECOPI.
- INDECOPI. (14 de Enero de 2002). NTP 339.005. *ELEMENTOS DE CONCRETO. Ladrillos y bloques usados en albañilería*. Lima, Perú: INDECOPI.



- INDECOPI. (05 de diciembre de 2002). NTP 399.602. *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Bloques de concreto para uso estructural. Requisitos*. Lima, Perú: INDECOPI.
- INDECOPI. (05 de diciembre de 2002). NTP 399.604. *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto*. Lima, Perú: INDECOPI.
- INDECOPI. (31 de Marzo de 2005). NTP 334.009. *CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos*. Lima, Perú: INDECOPI.
- INDECOPI. (14 de junio de 2005). NTP 399.613. *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañillería*. Lima, Perú: INDECOPI.
- INDECOPI. (18 de Febrero de 2006). NTP 339.088. *HORMIGÓN (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos*. Lima, Perú: INDECOPI.
- INDECOPI. (25 de marzo de 2010). NTP 399.600. *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Bloques de concreto para uso no estructurales. Requisitos*. Lima, Perú: INDECOPI.
- INEI. (2017). *Características de la infraestructura de las viviendas particulares*. Lima.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO. (s.f.). *Fabricación de Bloques de Concreto*. Bogotá: Camacol.
- Izquierdo, M., & Ortega, O. (2017). Desarrollo y aplicación del concreto celular a base de aditivo espumante para la elaboración de bloques macizos destinados a tabiquerías no portantes en edificaciones. LIMA, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Kan, A., & Demirboğa, R. (2009). *A new technique of processing for wasteexpanded polystyrene foams as aggregates*. Erzurum: Journal of Materials Processing Technology.
- Knauf Industries. (2020). *Knauf Industries © - Technical packaging solutions*. Obtenido de Knauf Industries © - Technical packaging solutions: <https://www.knauf-industries.com/en/our-expertise/airpop/>
- Kosmatka, S. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*. Mexico: Portland Cement Association.



- Kreith, F., Manglik, R., & Bohn, M. (2012). *Principios de transferencia de calor*. Ciudad de México: Editec SA. de CV.
- MINAM. (2014). *Informe nacional de la calidad del aire*. Lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (23 de mayo de 2006). Norma Técnica E.070. *Albañilería*. Lima, Perú: El peruano.
- Molano , C., & Torres , N. (2017). *Prácticas de laboratorio de materiales para obras de ingeniería civil* . Colombia : Escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito .
- Naiza Ramírez, G. R. (2017). Aplicación del poliestireno expandido en la fabricación de unidades de concreto liviano para muros de tabiquería en la Ciudad de Arequipa. *Tesis de pregrado*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María.
- NAVARRO LACOPA, R. (01 de 04 de 2020). *ELECTRICIDAD FICHAS DE FÍSICA*. Obtenido de google books: <https://books.google.com.pe/books?id=dTePAgAAQBAJ>
- NTP 399.604. (2002). UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. Peru.
- Pallás Areny, R. (2006). *Instrumentos Electrónicos Básicos*. Marcombo.
- Paulino Fierro, J., & Espino Almeyda, R. (2017). *Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú*. Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas .
- Quesada Víquez, N. M. (Agosto de 2014). Estudio exploratorio en diseños de mezclas de concreto liviano para Holcim (Costa Rica) S.A. *Tesis de pregrado*. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Quiroz Crespo, M., & Salamanca Osuna , L. (2006). *Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de "Tecnología del Hormigón"*. Cochabamba: Universidad Mayor San Simon .
- Rivera López, G. (2013). *Concreto simple*. Colombia : Universidad del Cauca .
- Rivva López, E. (1992). *Tecnología del Concreto. Diseño de Mezclas*. Lima: UNI.
- Rivva Lopez, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Lima: ICG.



Rodriguez Chico, H. E. (2017). Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca. *Tesis de pregrado*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.

San Bartolomé, A., Quiun, D., & Silva, W. (2013). *Diseño y construcción de estructuras sismoresistentes de albañilería*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Sánchez Lopez, J. d. (2002). *Dispositivos electrónicos de potencia*. UABC.

Staff USERS. (2014). *ELECTRÓNICA - Conceptos básicos y diseño de circuitos: Conceptos básicos y diseño de circuitos*. USERS.

Yunus A, C., & Afshin J, G. (2011). *Transferencia de calor y masa*. México: Mc Graw Hill.



Anexos

Tabla 115

Matriz de consistencia

Evaluación de la conductividad térmica y propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto sustituyendo el confitillo por poliestireno expandido tipo perla					
Problemas General	Objetivos General	Hipótesis General	Variable Independientes	Dimensión Para variable independiente	Indicadores
¿Cuál es la conductividad térmica y las propiedades físico-mecánicas de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla?	Determinar la conductividad térmica y las propiedades físico-mecánicas de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla.	La conductividad térmica y las propiedades físico-mecánicas de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla es menor a 0.288 (W/m.°K) y cumplen con las exigencias de la Norma E 0.70 para bloques No Portantes.	X1= Proporción de poliestireno expandido tipo perla	Porcentaje de poliestireno. (en función al peso del confitillo)	0.5 % 1.0 % 1.5 % 2.0 %
Específicos	Específicos	Específicos	Dependientes	Para variables dependientes	
¿Cómo varía la conductividad térmica de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla?	Determinar la variación de la conductividad térmica de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla	A mayor porcentaje de poliestireno expandido tipo perla se obtiene menor conductividad térmica de los bloques de concreto.		Conductividad térmica	Capacidad de conducción de calor [W/(m.K)]
¿Cuál es el alabeo de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla?	Medir el alabeo de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla.	El alabeo de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla será menor a 8 mm.		Alabeo	Concavidad y convexidad (mm)
¿Cuál es la variación dimensional de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla?	Determinar la variación dimensional de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla	La variación dimensional de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla será +- 4	Y1=Propiedades físicas Y2=Propiedades mecánicas	Variación dimensional	Porcentaje (%)
¿Cuál es la absorción de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla?	Medir la absorción de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla	La absorción de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla será menor al 15%.		Absorción	Porcentaje de absorción (%)
¿Cuál es la densidad de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla?	Calcular la densidad de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla.	La densidad de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla será menor al 1300 Kg/cm ³ .		Densidad	Peso / Volumen (gr)/(cm ³)
¿Qué resistencia a la compresión alcanzan los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla?	Determinar la resistencia a la compresión de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla.	La propiedad mecánica de la resistencia a la compresión de los bloques de concreto elaborados a partir de la sustitución del confitillo por poliestireno expandido tipo perla es superior a 20 Kg/cm.		Resistencia a la compresión	Fuerza/ área (Kgf/cm ²)