





Tabla 96: Análisis del Ensayo de Resistencia a Compresión de Concreto Autocompactante Patrón a los 28 días de curado

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 													
TESIS:		“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM®-1 FIBER – CUSCO 2019”											
TESISTA:		BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO											
LUGAR:		CORPORACIÓN AYAR SAC - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES											
FECHA:		20/07/2020											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 </div>													
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante Patrón											
BRIQUETA	TIPO DE FALLA	REGISTRO	FECHA DE FABRICACIÓN	EDAD (Días)	DIMENSIONES					AREA (cm ²)	CARGA (kg-f)	F'C = CARGA/AREA (kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
					Ø SUP 1 (cm)	Ø SUP 2 (cm)	Ø INF 1 (cm)	Ø INF 2 (cm)	Ø prom (cm)				
1	II	M1-7	15/06/2019	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	20546.5	251.4	271.3
2	II	M1-8	15/06/2019	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	21835.5	267.2	
3	II	M1-9	15/06/2019	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	21422.8	262.2	
4	II	M1-10	15/06/2019	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	20223.5	247.5	
5	V	M1-11	15/06/2019	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	23678.0	255.9	
6	II	M1-12	15/06/2019	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	23720.7	290.3	
7	II	M1-13	15/06/2019	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	24135.0	295.4	
8	II	M1-14	15/06/2019	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	23615.2	289.0	
9	II	M1-15	15/06/2019	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	23129.9	283.1	



Fuente: Elaboración propia



Tabla 97: *Análisis del Ensayo de Resistencia a Compresión de Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 7 días de curado.*

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 													
TESIS:		“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM@-1 FIBER – CUSCO 2019”											
TESISTA:		BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO											
LUGAR:		CORPORACIÓN AYAR SAC - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES											
FECHA:		20/07/2020											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 </div>													
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM@-1 FIBER por bolsa de cemento											
BRIQUETA	TIPO DE FALLA	REGISTRO	FECHA DE FABRICACIÓN	EDAD (Días)	DIMENSIONES					AREA (cm ²)	CARGA (kg-f)	F ^c = CARGA/AREA (kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
					Ø SUP 1 (cm)	Ø SUP 2 (cm)	Ø INF 1 (cm)	Ø INF 2 (cm)	Ø prom (cm)				
1	II	M2-1	16/06/2019	7	10.0	10.0	10.4	10.4	10.2	81.7	19322.7	236.5	227.5
2	II	M2-2	16/06/2019	7	10.0	10.0	10.5	10.5	10.3	82.5	18835.1	228.3	
3	II	M2-3	16/06/2019	7	10.1	10.1	10.4	10.4	10.3	82.5	18547.7	224.8	
4	II	M2-4	16/06/2019	7	10.0	10.0	10.4	10.4	10.2	81.7	18087.2	221.4	
5	II	M2-5	16/06/2019	7	10.0	10.0	10.3	10.3	10.2	80.9	18357.6	226.9	
6	II	M2-6	16/06/2019	7	9.8	9.8	10.4	10.4	10.1	80.1	18197.4	227.1	

Fuente: Elaboración propia



Tabla 98: *Análisis del Ensayo de Resistencia a Compresión de Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 28 días de curado.*

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 													
TESIS:		“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM@-1 FIBER – CUSCO 2019”											
TESISTA:		BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO											
LUGAR:		CORPORACIÓN AYAR SAC - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES											
FECHA:		20/07/2020											
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034													
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM@-1 FIBER por bolsa de cemento											
BRIQUETA	TIPO DE FALLA	REGISTRO	FECHA DE FABRICACIÓN	EDAD (Días)	DIMENSIONES					AREA (cm ²)	CARGA (kg-f)	F'C = CARGA/AREA (kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
					Ø SUP 1 (cm)	Ø SUP 2 (cm)	Ø INF 1 (cm)	Ø INF 2 (cm)	Ø prom (cm)				
1	II	M2-7	16/06/2019	28	10.2	10.2	10.4	10.4	10.3	84.0	24502.8	291.8	289.3
2	III	M2-8	16/06/2019	28	10.1	10.1	10.4	10.4	10.2	82.0	23173.1	282.8	
3	II	M2-9	16/06/2019	28	10.3	10.3	9.9	9.9	10.1	80.2	24023.3	299.6	
4	II	M2-10	16/06/2019	28	10.1	10.1	10.4	10.4	10.2	82.0	23656	288.4	
5	III	M2-11	16/06/2019	28	10.1	10.1	10.4	10.4	10.2	82.1	23685.8	288.5	
6	III	M2-12	16/06/2019	28	10.3	10.3	10.7	10.7	10.5	86.1	25673.6	298.2	
7	II	M2-13	16/06/2019	28	10.3	10.3	10.0	10.0	10.2	81.6	23702.7	290.6	
8	II	M2-14	16/06/2019	28	10.0	10.0	10.3	10.3	10.2	80.9	22560.4	278.8	
9	II	M2-15	16/06/2019	28	10.5	10.5	10.1	10.1	10.3	82.8	23587.3	284.7	

Fuente: Elaboración propia





Tabla 99: *Análisis del Ensayo de Resistencia a Compresión de Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 7 días de curado.*

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 													
TESIS:		“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM®-1 FIBER – CUSCO 2019”											
TESISTA:		BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO											
LUGAR:		CORPORACIÓN AYAR SAC - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES											
FECHA:		20/07/2020											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 </div>													
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento											
BRIQUETA	TIPO DE FALLA	REGISTRO	FECHA DE FABRICACIÓN	EDAD (Días)	DIMENSIONES					AREA (cm ²)	CARGA (kg-f)	F'c = CARGA/AREA (kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
					Ø SUP 1 (cm)	Ø SUP 2 (cm)	Ø INF 1 (cm)	Ø INF 2 (cm)	Ø prom (cm)				
1	V	M3-1	16/06/2019	7	10.1	10.1	10.4	10.4	10.3	82.5	16988.3	205.9	216.0
2	II	M3-2	16/06/2019	7	10.0	10.0	10.4	10.4	10.2	81.7	17374.2	212.6	
3	II	M3-3	16/06/2019	7	10.1	10.1	10.4	10.4	10.3	82.5	18045.3	218.7	
4	II	M3-4	16/06/2019	7	10.1	10.1	10.4	10.4	10.3	82.5	18243.6	221.1	
5	II	M3-5	16/06/2019	7	10.1	10.1	10.4	10.4	10.3	82.5	18798.8	227.8	
6	II	M3-6	16/06/2019	7	10.0	10.0	10.4	10.4	10.2	81.7	17144.6	209.8	

Fuente: Elaboración propia



Tabla 100: *Análisis del Ensayo de Resistencia a Compresión de Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 28 días de curado.*

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 													
TESIS:		"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM®-1 FIBER – CUSCO 2019"											
TESISTA:		BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO											
LUGAR:		CORPORACIÓN AYAR SAC - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES											
FECHA:		20/07/2020											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 </div>													
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento											
BRIQUETA	TIPO DE FALLA	REGISTRO	FECHA DE FABRICACIÓN	EDAD (Días)	DIMENSIONES					AREA (cm ²)	CARGA (kg-f)	F ^c = CARGA/AREA (kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
					Ø SUP 1 (cm)	Ø SUP 2 (cm)	Ø INF 1 (cm)	Ø INF 2 (cm)	Ø prom (cm)				
1	II	M3-7	16/06/2019	28	10.1	10.1	10.4	10.4	10.3	82.5	24030.2	291.2	302.2
2	V	M3-8	16/06/2019	28	10.1	10.1	10.4	10.4	10.2	82.1	25655.1	312.4	
3	V	M3-9	16/06/2019	28	10.1	10.1	10.4	10.4	10.2	82.4	26672.7	323.9	
4	V	M3-10	16/06/2019	28	10.2	10.2	10.5	10.5	10.3	83.9	24572.1	292.9	
5	II	M3-11	16/06/2019	28	10.1	10.1	10.5	10.5	10.3	83.5	25465.6	305.0	
6	II	M3-12	16/06/2019	28	10.2	10.2	10.3	10.3	10.3	82.7	25742.3	311.4	
7	II	M3-13	16/06/2019	28	9.9	9.9	10.5	10.5	10.2	81.6	23814.9	292.0	
8	II	M3-14	16/06/2019	28	10.1	10.1	10.3	10.3	10.2	82.0	24578.9	299.6	
9	II	M3-15	16/06/2019	28	10.1	10.1	10.4	10.4	10.2	82.0	23916.7	291.5	

Fuente: Elaboración Propia



c) Análisis de la prueba

La resistencia a compresión promedio a los 28 días de curado del concreto autocompactante (CAC) es de 271.3 kg/cm², con 100 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento es de 289.3 kg/cm² y finalmente con 200 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento es de 302.2 kg/cm².

3.6.6.2 Evaluación de la Resistencia a la Flexión

a) Procesamiento de la prueba

Se determinó el promedio de las dimensiones de las viguetas, se calculó el módulo de ruptura con la siguiente formula:

$$\text{Modulo de Ruptura} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{\text{Fuerza (kgf)} \times \text{Distancia entre los apoyos}}{\text{Base de la Sección} \times \text{Peralte de la sección}^2}$$

Se determinaron las relaciones entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión, donde este último es el valor promedio obtenido del “Ensayo de Resistencia a la Compresión” de acuerdo al tipo de concreto y tiempo de curado, siendo este un valor constante, la relación se determinó de acuerdo a la siguiente formula:



Relación entre el modulo de rotura y resistencia a la compresion (%)

$$= \frac{\text{Modulo de Rotura} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)}{\text{Resistencia a la Compresión} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)} \times 100\%$$

b) Diagramas y/o tablas





Tabla 101: *Análisis del Ensayo de Resistencia a Flexión de Concreto Autocompactante Patrón a los 7 días de curado*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																				
		TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM@-1 FIBER – CUSCO 2019" TESISTA: BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO LUGAR: CORPORACIÓN AYAR SAC - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES FECHA: 20/07/2020																		
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NTP 339.078																				
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante Patrón																		
VIGUETA	REGISTRO	EDAD (Días)	LONGITUD				ANCHO				PERALTE				PROMEDIO (cm)			CARGA (KG-F)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PROMEDIO (Kg/cm ²)
			L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	LONGITUD	ANCHO	PERALTE			
1	VI-1	7	50.0	50.1	50.2	50.2	15.3	14.8	15.0	15.3	15.2	15.1	15.3	14.8	50.1	15.1	15.1	2699.2	39.3	42.7
2	VI-2	7	50.0	50.1	50.0	49.9	15.0	15.0	14.9	15.3	14.8	14.8	15.1	15.2	50.0	15.1	15.0	2594.4	38.4	
3	VI-3	7	50.0	50.0	50.0	50.3	15.3	15.2	15.0	15.3	15.1	14.8	14.9	15.3	50.1	15.2	15.0	2884.3	42.1	
4	VI-4	7	50.1	50.4	50.4	50.2	15.0	15.0	14.8	15.0	15.4	14.7	14.9	15.1	50.3	15.0	15.0	3031.8	45.2	
5	VI-5	7	50.1	50.0	50.0	50.0	15.5	15.3	15.0	14.7	14.9	14.7	14.8	15.4	50.0	15.1	15.0	3030.9	44.9	
6	VI-6	7	50.0	49.9	50.4	50.2	15.4	15.2	15.1	14.8	15.3	15.0	14.8	14.8	50.1	15.1	15.0	3139.5	46.4	

Fuente: Elaboración Propia





Tabla 102: *Análisis del Ensayo de Resistencia a Flexión de Concreto Autocompactante Patrón a los 28 días de curado*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																				
		TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM®-1 FIBER – CUSCO 2019" TESISTA: BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO LUGAR: CORPORACIÓN AYAR SAC - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES FECHA: 20/07/2020																		
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NTP 339.078																				
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante Patrón																		
VIGUETA	REGISTRO	EDAD (Días)	LONGITUD				ANCHO				PERALTE				PROMEDIO (cm)			CARGA (KG-F)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PROMEDIO (Kg/cm ²)
			L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	LONGITUD	ANCHO	PERALTE			
1	V1-7	28	50.2	50.2	50.2	50.2	14.6	14.5	14.7	14.6	14.7	15.0	14.9	14.9	50.2	14.6	14.9	3794.4	59.0	57.6
2	V1-8	28	50.0	50.1	50.0	50.0	14.7	15.2	14.7	14.8	14.7	15.1	14.9	14.7	50.0	14.9	14.9	3432.7	52.4	
3	V1-9	28	50.1	50.1	50.2	50.3	14.5	14.7	14.9	14.9	15.1	15.0	14.6	14.6	50.2	14.8	14.8	3465.7	53.6	
4	V1-10	28	50.2	50.0	50.2	50.3	15.2	15.0	15.2	15.3	14.8	14.7	15.3	15.3	50.2	15.2	15.0	3515.6	51.5	
5	V1-11	28	50.1	50.0	50.0	50.3	15.2	15.1	15.2	14.9	15.4	15.2	15.4	15.4	50.1	15.1	15.4	4141.8	58.3	
6	V1-12	28	50.1	50.3	50.2	49.9	15.3	15.4	15.1	15.4	15.0	14.9	14.7	14.8	50.1	15.3	14.9	3874.6	57.6	
7	V1-13	28	50.2	50.3	50.0	50.0	14.9	15.0	14.9	15.1	15.1	15.2	14.7	14.8	50.1	15.0	15.0	4435.1	66.4	
8	V1-14	28	50.3	50.0	50.0	50.1	15.1	15.2	15.2	15.1	15.3	15.2	15.1	15.4	50.1	15.2	15.3	4213.7	59.9	
9	V1-15	28	50.2	50.0	49.9	49.9	14.9	14.8	15.2	15.2	15.0	15.1	15.4	15.1	50.0	15.0	15.2	4119.9	59.7	

Fuente: Elaboración Propia





Tabla 103: *Análisis del Ensayo de Resistencia a Flexión de Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 7 días de curado.*

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 																				
TESIS:		"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM@-1 FIBER – CUSCO 2019"																		
TESISTA:		BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO																		
LUGAR:		CORPORACIÓN AYAR SAC - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES																		
FECHA:		20/07/2020																		
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NTP 339.078																				
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM@-1 FIBER por bolsa de cemento																		
VIGUETA	REGISTRO	EDAD (Días)	LONGITUD				ANCHO				PERALTE				PROMEDIO (cm)			CARGA (KG-F)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PROMEDIO (Kg/cm ²)
			L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	LONGITUD	ANCHO	PERALTE			
1	V2-1	7	50.0	49.9	50.0	50.0	14.7	14.7	15.0	15.1	15.1	15.1	15.0	15.1	50.0	14.9	15.1	3310.3	48.9	48.1
2	V2-2	7	50.1	50.0	50.1	50.1	14.8	15.0	15.0	15.0	15.0	14.9	15.0	14.9	50.1	15.0	15.0	3406.0	51.0	
3	V2-3	7	50.0	49.9	50.1	50.2	14.8	15.0	15.0	14.9	14.7	14.7	15.1	14.7	50.1	14.9	14.8	3004.9	46.0	
4	V2-4	7	50.1	50.0	50.2	50.0	15.0	14.9	15.1	15.0	15.1	14.8	15.1	15.1	50.1	15.0	15.0	2982.5	44.1	
5	V2-5	7	49.9	50.0	50.0	50.2	15.2	15.1	14.7	14.7	15.0	15.0	15.1	14.8	50.0	14.9	15.0	3427.6	51.2	
6	V2-6	7	50.2	50.1	50.1	50.0	15.0	15.2	14.7	14.7	15.2	15.2	14.8	14.8	50.1	14.9	15.0	3154.2	47.1	

Fuente: Elaboración Propia





Tabla 104: *Análisis del Ensayo de Resistencia a Flexión de Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 28 días de curado.*

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 																				
TESIS:		"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM@-1 FIBER – CUSCO 2019"																		
TESISTA:		BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO																		
LUGAR:		CORPORACIÓN AYAR SAC - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES																		
FECHA:		20/07/2020																		
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NTP 339.078																				
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM@-1 FIBER por bolsa de cemento																		
VIGUETA	REGISTRO	EDAD (Días)	LONGITUD				ANCHO				PERALTE				PROMEDIO (cm)			CARGA (KG-F)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PROMEDIO (Kg/cm ²)
			L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	LONGITUD	ANCHO	PERALTE			
1	V2-7	28	50.0	50.0	50.2	50.2	14.9	14.9	15.3	15.0	14.6	14.6	14.6	14.6	50.1	15.0	14.6	3817.1	59.7	61.2
2	V2-8	28	50.3	50.4	50.2	50.4	14.5	14.5	15.0	15.0	15.0	15.2	14.7	14.7	50.3	14.8	14.9	3692.7	56.7	
3	V2-9	28	50.2	50.0	50.0	50.0	15.3	15.0	14.8	14.6	14.8	14.8	15.0	15.0	50.1	14.9	14.9	4773.3	72.1	
4	V2-10	28	50.1	50.1	50.2	50.1	15.1	15.0	15.2	15.0	15.2	14.7	14.6	14.6	50.1	15.1	14.8	4572.8	69.7	
5	V2-11	28	50.0	49.9	50.2	50.2	15.3	14.9	14.9	15.5	14.8	15.5	14.8	15.0	50.1	15.2	15.0	3853.7	56.4	
6	V2-12	28	50.3	50.0	50.1	50.2	15.2	14.8	14.8	15.3	15.5	14.7	15.4	15.4	50.2	15.0	15.3	4225.1	60.6	
7	V2-13	28	50.0	50.3	50.1	50.2	14.7	14.8	15.0	15.2	14.8	15.2	15.2	15.1	50.2	14.9	15.1	3923.2	58.0	
8	V2-14	28	50.4	50.0	50.0	50.2	14.9	15.5	15.4	15.2	15.3	15.5	14.9	14.9	50.2	15.3	15.2	4214.8	60.4	
9	V2-15	28	50.3	50.3	50.3	50.2	15.1	15.3	15.5	15.0	15.4	15.0	15.5	15.2	50.3	15.2	15.3	4050.5	57.3	

Fuente: Elaboración Propia





Tabla 105: *Análisis del Ensayo de Resistencia a Flexión de Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 7 días de curado.*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																				
		TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM®-1 FIBER – CUSCO 2019" TESISTA: BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO LUGAR: CORPORACIÓN AYAR SAC - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES FECHA: 20/07/2020																		
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NTP 339.078																				
TIPO DE CONCRETO: Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento																				
VIGUETA	REGISTRO	EDAD (Días)	LONGITUD				ANCHO				PERALTE				PROMEDIO (cm)			CARGA (KG-F)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PROMEDIO (Kg/cm ²)
			L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	LONGITUD	ANCHO	PERALTE			
1	V3-1	7	50.0	50.0	50.2	50.2	14.6	14.7	14.6	14.6	15.0	15.0	15.1	15.4	50.1	14.6	15.1	2993.6	44.8	48.7
2	V3-2	7	50.2	50.2	50.2	50.1	15.0	15.1	15.0	15.0	15.1	15.1	15.0	15.1	50.2	15.0	15.1	3253.3	47.8	
3	V3-3	7	50.3	50.0	50.3	50.1	14.8	15.2	14.8	15.2	15.3	15.3	14.9	15.4	50.2	15.0	15.2	3462.9	48.9	
4	V3-4	7	50.1	50.1	50.1	50.4	15.2	15.3	14.8	15.5	14.8	14.8	15.2	14.9	50.2	15.2	14.9	3332.9	51.9	
5	V3-5	7	49.9	50.2	50.2	50.1	14.8	14.8	14.7	15.1	15.0	14.8	15.5	15.4	50.1	14.9	15.2	3325.1	49.2	
6	V3-6	7	50.0	50.3	50.0	50.0	15.2	15.2	15.4	15.3	15.1	15.5	15.2	14.9	50.1	15.3	15.2	3487.6	49.4	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 106: *Análisis del Ensayo de Resistencia a Flexión de Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 28 días de curado.*

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p> </div>  </div>																				
TESIS:		“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM®-1 FIBER – CUSCO 2019”																		
TESISTA:		BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO																		
LUGAR:		CORPORACIÓN AYAR SAC - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES																		
FECHA:		20/07/2020																		
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NTP 339.078																				
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento																		
VIGUETA	REGISTRO	EDAD (Días)	LONGITUD				ANCHO				PERALTE				PROMEDIO (cm)			CARGA (KG-F)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PROMEDIO (Kg/cm ²)
			L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	LONGITUD	ANCHO	PERALTE			
1	V3-7	28	50.1	50.2	50.2	50.4	15.3	15.2	15.1	15.0	14.7	14.5	14.9	14.7	50.2	15.2	14.7	4364.9	67.0	64.8
2	V3-8	28	50.0	50.2	50.0	50.1	15.1	15.2	15.2	15.2	14.7	14.7	15.4	15.2	50.1	15.2	15.0	4129.5	60.6	
3	V3-9	28	50.0	50.2	50.2	50.5	15.0	15.2	15.4	15.2	14.5	14.6	14.7	14.7	50.2	15.2	14.6	3850.9	59.5	
4	V3-10	28	50.0	50.0	50.0	50.0	14.7	14.7	14.6	14.8	15.2	15.2	14.9	15.1	50.0	14.7	15.1	4729.2	70.5	
5	V3-11	28	50.4	50.2	50.1	50.1	15.4	15.0	15.0	14.8	15.4	14.9	15.1	14.7	50.2	15.1	15.0	4484.3	66.3	
6	V3-12	28	50.2	50.2	49.9	50.1	15.4	15.2	15.4	15.4	15.1	14.8	15.3	14.7	50.1	15.4	15.0	4458.8	64.9	
7	V3-13	28	50.1	49.9	50.1	50.3	15.4	15.2	15.3	15.4	15.1	15.3	15.3	15.1	50.1	15.3	15.2	4802.7	68.0	
8	V3-14	28	50.1	50.4	50.4	50.1	15.4	15.3	15.1	15.2	14.9	15.3	15.0	14.8	50.3	15.3	15.0	4551.8	66.7	
9	V3-15	28	50.2	49.9	50.1	50.1	15.2	15.3	15.1	14.9	14.9	14.8	14.8	14.7	50.1	15.1	14.8	3957.8	59.8	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 107: *Relaciones entre resistencia a la compresión de concreto y módulo de rotura del Concreto Autocompactante Patrón*

	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	
	7	28
DIAS DE CURADO	7	28
Concreto Autocompactante Patrón (kg / cm ²)	214.4	271.3

VIGUETA	REGISTRO	EDAD (Días)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	f _r - f _c	Promedio
1	V1-1	7	39.3	18.33%	19.92%
2	V1-2	7	38.4	17.93%	
3	V1-3	7	42.1	19.63%	
4	V1-4	7	45.2	21.07%	
5	V1-5	7	44.9	20.92%	
6	V1-6	7	46.4	21.64%	
1	V1-7	28	59.0	21.73%	21.23%
2	V1-8	28	52.4	19.33%	
3	V1-9	28	53.6	19.77%	
4	V1-10	28	51.5	18.98%	
5	V1-11	28	58.3	21.49%	
6	V1-12	28	57.6	21.21%	
7	V1-13	28	66.4	24.48%	
8	V1-14	28	59.9	22.08%	
9	V1-15	28	59.7	22.02%	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 108: *Relaciones entre Resistencia a la compresión promedio de concreto y módulo de rotura del Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas por bolsa de cemento*

	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	
	7	28
DIAS DE CURADO	7	28
Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento (kg / cm ²)	227.5	289.3

VIGUETA	REGISTRO	EDAD (Días)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	f _r - f _c	Promedio
1	V2-1	7	48.9	21.51%	21.13%
2	V2-2	7	51.0	22.44%	
3	V2-3	7	46.0	20.22%	
4	V2-4	7	44.1	19.39%	
5	V2-5	7	51.2	22.52%	
6	V2-6	7	47.1	20.72%	
1	V2-7	28	59.7	20.64%	21.16%
2	V2-8	28	56.7	19.62%	
3	V2-9	28	72.1	24.93%	
4	V2-10	28	69.7	24.08%	
5	V2-11	28	56.4	19.51%	
6	V2-12	28	60.6	20.96%	
7	V2-13	28	58.0	20.05%	
8	V2-14	28	60.4	20.88%	
9	V2-15	28	57.3	19.82%	

Fuente Elaboración Propia



Tabla 109: *Relaciones entre Resistencia a la Compresión promedio de concreto y Módulo de Rotura del Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas por bolsa de cemento*

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	
		7
Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento (kg / cm ²)	216.0	302.2

VIGUETA	REGISTRO	EDAD (Días)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	f _r - f _c	Promedio
1	V3-1	7	44.8	20.75%	22.53%
2	V3-2	7	47.8	22.13%	
3	V3-3	7	48.9	22.63%	
4	V3-4	7	51.9	24.01%	
5	V3-5	7	49.2	22.79%	
6	V3-6	7	49.4	22.89%	
1	V3-7	28	67.0	22.16%	21.44%
2	V3-8	28	60.6	20.04%	
3	V3-9	28	59.5	19.68%	
4	V3-10	28	70.5	23.34%	
5	V3-11	28	66.3	21.92%	
6	V3-12	28	64.9	21.47%	
7	V3-13	28	68.0	22.49%	
8	V3-14	28	66.7	22.06%	
9	V3-15	28	59.8	19.79%	

Fuente: Elaboración Propia



c) Análisis de la prueba

El módulo de ruptura promedio a los 28 días de curado del concreto autocompactante (CAC) es de 57.6 kg/cm², con 100 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento es de 61.2 kg/cm² y finalmente con 200 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento es de 64.8 kg/cm².

3.6.6.3 Evaluación del Módulo de Elasticidad

a) Procesamiento de la prueba

Para determinar el módulo de elasticidad se utilizó la siguiente ecuación encontrada en el ACI 237R-07.

$$\text{Modulo de Elasticidad} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = Wc^{1.5} \times 0.14 \sqrt{f'c}$$

Donde:

Ec: Modulo de Elasticidad kg/cm²

Wc: densidad (peso unitario) del concreto de peso normal o densidad de equilibrio del concreto liviano, kg/m³



Se hizo uso del valor de Wc (densidad (peso unitario) del concreto de peso normal o densidad de equilibrio del concreto liviano, kg/m³) promedio obtenido del ensayo de peso unitario para cada tipo de concreto, siendo este un valor constante de acuerdo al tipo de concreto evaluado, así como se muestra en las siguientes tablas.

Se determinaron las relaciones entre el módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión, donde este último es el valor promedio obtenido del “Ensayo de Resistencia a la Compresión” de acuerdo al tipo de concreto y tiempo de curado, la relación se basó en la ecuación obtenida del ACI 237R; $E_c = Wc^{1.5} \times 0.14 \sqrt{f'c}$ (kgf/cm²), obteniéndose el valor de $(Wc^{1.5} \times 0.14 = x)$.

b) Diagramas y/o tablas





Tabla 110: *Análisis del Módulo de Elasticidad de Concreto Autocompactante Patrón a los 7 días de curado*

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 													
TESIS:		“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM®-1 FIBER – CUSCO 2019”											
TESISTA:		BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO											
MODULO DE ELASTICIDAD ACI 237R-07 - NTP E.060													
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante Patrón											
PESO UNITARIO DEL CONCRETO (Wc)=		2288.0 Kg/m ³											
BRIQUETA	REGISTRO	EDAD (Días)	DIMENSIONES					AREA (cm ²)	CARGA (kg-f)	F'c = CARGA/AREA (kg/cm ²)	Modulo de Elasticidad (Kg/cm ²)	Modulo de Elasticidad (MPa)	Promedio (Kg/cm ²)
			Ø SUP 1 (cm)	Ø SUP 2 (cm)	Ø INF 1 (cm)	Ø INF 2 (cm)	Ø prom (cm)						
1	M1-1	7	10.3	10.3	10.0	10.0	10.2	80.9	17021.9	210.4	222226.7	21793.0	224311.2
2	M1-2	7	10.2	10.2	10.0	10.0	10.1	80.1	17515.8	218.6	226543.7	22216.3	
3	M1-3	7	10.2	10.2	10.0	10.0	10.1	80.1	17765.6	221.7	228153.4	22374.2	
4	M1-4	7	10.3	10.3	10.0	10.0	10.2	80.9	17070.3	211.0	222542.5	21824.0	
5	M1-5	7	10.3	10.3	10.0	10.0	10.2	80.9	17767.1	219.6	227039.1	22264.9	
6	M1-6	7	10.3	10.3	10.0	10.0	10.2	80.9	16585.8	205.0	219361.6	21512.0	

Fuente: Elaboración Propia





Tabla 111: *Análisis del Módulo de Elasticidad de Concreto Autocompactante Patrón a los 28 días de curado*

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 													
TESIS:		“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM@-1 FIBER – CUSCO 2019”											
TESISTA:		BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO											
MÓDULO DE ELASTICIDAD ACI 237R-07 - NTP E.060													
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante Patrón											
PESO UNITARIO DEL CONCRETO (Wc)=				2288.0 Kg/m ³									
BRIQUETA	REGISTRO	EDAD (Días)	DIMENSIONES					AREA (cm ²)	CARGA (kg-f)	F'c = CARGA/AREA (kg/cm ²)	Módulo de Elasticidad (Kg/cm ²)	Módulo de Elasticidad (Mpa) (MPa)	Promedio (Kg/cm ²)
			Ø SUP 1 (cm)	Ø SUP 2 (cm)	Ø INF 1 (cm)	Ø INF 2 (cm)	Ø prom (cm)						
1	M1-7	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	20546.5	251.4	242955.7	23825.8	253996.0
2	M1-8	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	21835.5	267.2	250460.8	24561.8	
3	M1-9	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	21422.8	262.2	248082.6	24328.6	
4	M1-10	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	20223.5	247.5	241038.5	23637.8	
5	M1-11	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	23678.0	289.8	260813.9	25577.1	
6	M1-12	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	23720.7	290.3	261048.9	25600.2	
7	M1-13	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	24135.0	295.4	263318.8	25822.8	
8	M1-14	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	23615.2	289.0	260467.8	25543.2	
9	M1-15	28	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.7	23129.9	283.1	257777.5	25279.3	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 112: *Análisis del Módulo de Elasticidad de Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 7 días de curado.*

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 													
TESIS:		"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM®-1 FIBER – CUSCO 2019"											
TESISTA:		BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO											
MODULO DE ELASTICIDAD ACI 237R-07 - NTP E.060													
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento											
PESO UNITARIO DEL CONCRETO (Wc)=		2301.9 Kg/m ³											
DIMENSIONES													
BRIQUETA	REGISTRO	EDAD (Días)	Ø SUP 1 (cm)	Ø SUP 2 (cm)	Ø INF 1 (cm)	Ø INF 2 (cm)	Ø prom (cm)	AREA (cm ²)	CARGA (kg-f)	F'c = CARGA/AREA (kg/cm ²)	Modulo de Elasticidad (Kg/cm ²)	Modulo de Elasticidad (MPa)	Promedio (Kg/cm ²)
1	M2-1	7	10.0	10.0	10.4	10.4	10.2	81.7	19322.7	236.5	237770.7	23317.3	233194.1
2	M2-2	7	10.0	10.0	10.5	10.5	10.3	82.5	18835.1	228.3	233606.4	22909.0	
3	M2-3	7	10.1	10.1	10.4	10.4	10.3	82.5	18547.7	224.8	231817.3	22733.5	
4	M2-4	7	10.0	10.0	10.4	10.4	10.2	81.7	18087.2	221.4	230043.6	22559.6	
5	M2-5	7	10.0	10.0	10.3	10.3	10.2	80.9	18357.6	226.9	232898.4	22839.5	
6	M2-6	7	9.8	9.8	10.4	10.4	10.1	80.1	18197.4	227.1	233027.9	22852.2	

Fuente: Elaboración Propia





Tabla 113: *Análisis del Módulo de Elasticidad de Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 28 días de curado.*

BRIQUETA		REGISTRO	EDAD (Días)	DIMENSIONES				AREA (cm ²)	CARGA (kg-f)	F'c = CARGA/AREA (kg/cm ²)	Modulo de Elasticidad (Kg/cm ²)	Modulo de Elasticidad (MPa)	Promedio (Kg/cm ²)
Ø SUP 1 (cm)	Ø SUP 2 (cm)	Ø INF 1 (cm)	Ø INF 2 (cm)	Ø prom (cm)									
1	M2-7	28	10.2	10.2	10.4	10.4	10.3	84.0	24502.8	291.8	264126.5	25902.0	262958.1
2	M2-8	28	10.1	10.1	10.4	10.4	10.2	82.0	23173.1	282.8	260003.0	25497.6	
3	M2-9	28	10.3	10.3	9.9	9.9	10.1	80.2	24023.3	299.6	267611.4	26243.7	
4	M2-10	28	10.1	10.1	10.4	10.4	10.2	82.0	23656.0	288.4	262569.6	25749.3	
5	M2-11	28	10.1	10.1	10.4	10.4	10.2	82.1	23685.8	288.5	262606.4	25752.9	
6	M2-12	28	10.3	10.3	10.7	10.7	10.5	86.1	25673.6	298.2	267006.2	26184.4	
7	M2-13	28	10.3	10.3	10.0	10.0	10.2	81.6	23702.7	290.6	263602.4	25850.6	
8	M2-14	28	10.0	10.0	10.3	10.3	10.2	80.9	22560.4	278.8	258185.6	25319.4	
9	M2-15	28	10.5	10.5	10.1	10.1	10.3	82.8	23587.3	284.7	260911.6	25586.7	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 114: *Análisis del Módulo de Elasticidad de Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 7 días de curado.*

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 													
TESIS:		“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM®-1 FIBER – CUSCO 2019”											
TESISTA:		BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO											
MODULO DE ELASTICIDAD ACI 237R-07 - NTP E.060													
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento											
PESO UNITARIO DEL CONCRETO (Wc)=		2391.9 Kg/m ³											
BRIQUETA	REGISTRO	EDAD (Días)	DIMENSIONES					AREA (cm ²)	CARGA (kg-f)	F'c = CARGA/AREA (kg/cm ²)	Modulo de Elasticidad (Kg/cm ²)	Modulo de Elasticidad (MPa)	Promedio (Kg/cm ²)
			Ø SUP 1 (cm)	Ø SUP 2 (cm)	Ø INF 1 (cm)	Ø INF 2 (cm)	Ø prom (cm)						
1	M3-1	7	10.1	10.1	10.4	10.4	10.3	82.5	16988.3	205.9	234993.7	23045.0	240658.3
2	M3-2	7	10.0	10.0	10.4	10.4	10.2	81.7	17374.2	212.6	238812.7	23419.5	
3	M3-3	7	10.1	10.1	10.4	10.4	10.3	82.5	18045.3	218.7	242194.0	23751.1	
4	M3-4	7	10.1	10.1	10.4	10.4	10.3	82.5	18243.6	221.1	243521.1	23881.3	
5	M3-5	7	10.1	10.1	10.4	10.4	10.3	82.5	18798.8	227.8	247198.8	24241.9	
6	M3-6	7	10.0	10.0	10.4	10.4	10.2	81.7	17144.6	209.8	237229.5	23264.3	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 115: *Análisis del Módulo de Elasticidad de Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 28 días de curado.*

BRIQUETA		REGISTRO	EDAD (Días)	DIMENSIONES				AREA (cm ²)	CARGA (kg-f)	F'c = CARGA/AREA (kg/cm ²)	Modulo de Elasticidad (Kg/cm ²)	Modulo de Elasticidad (MPa)	Promedio (Kg/cm ²)
Ø SUP 1 (cm)	Ø SUP 2 (cm)	Ø INF 1 (cm)	Ø INF 2 (cm)	Ø prom (cm)									
1	M3-7	28	10.1	10.1	10.4	10.4	10.3	82.5	24030.2	291.2	279486.0	27408.2	284670.7
2	M3-8	28	10.1	10.1	10.4	10.4	10.2	82.1	25655.1	312.4	289486.8	28389.0	
3	M3-9	28	10.1	10.1	10.4	10.4	10.2	82.4	26672.7	323.9	294739.8	28904.1	
4	M3-10	28	10.2	10.2	10.5	10.5	10.3	83.9	24572.1	292.9	280295.3	27487.6	
5	M3-11	28	10.1	10.1	10.5	10.5	10.3	83.5	25465.6	305.0	286037.8	28050.7	
6	M3-12	28	10.2	10.2	10.3	10.3	10.3	82.7	25742.3	311.4	288989.1	28340.2	
7	M3-13	28	9.9	9.9	10.5	10.5	10.2	81.6	23814.9	292.0	279869.4	27445.8	
8	M3-14	28	10.1	10.1	10.3	10.3	10.2	82.0	24578.9	299.6	283488.6	27800.7	
9	M3-15	28	10.1	10.1	10.4	10.4	10.2	82.0	23916.7	291.5	279643.6	27423.7	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 116: *Relaciones entre resistencia a la compresión de concreto y módulo de elasticidad del Concreto Autocompactante Patrón*

	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	
	7	28
DIAS DE CURADO		
Concreto Autocompactante Patrón (kg / cm ²)	214.4	271.3

BRIQUETA	REGISTRO	EDAD (Días)	$E_c = x * \text{raiz}(f'c)$	x promedio
1	M1-1	7	$E_c = 15177.71 \times \sqrt{(f'c)}$	15320.07
2	M1-2	7	$E_c = 15472.55 \times \sqrt{(f'c)}$	
3	M1-3	7	$E_c = 15582.49 \times \sqrt{(f'c)}$	
4	M1-4	7	$E_c = 15199.27 \times \sqrt{(f'c)}$	
5	M1-5	7	$E_c = 15506.38 \times \sqrt{(f'c)}$	
6	M1-6	7	$E_c = 14982.02 \times \sqrt{(f'c)}$	
1	M1-7	28	$E_c = 14749.55 \times \sqrt{(f'c)}$	15419.80
2	M1-8	28	$E_c = 15205.17 \times \sqrt{(f'c)}$	
3	M1-9	28	$E_c = 15060.80 \times \sqrt{(f'c)}$	
4	M1-10	28	$E_c = 14633.16 \times \sqrt{(f'c)}$	
5	M1-11	28	$E_c = 15833.70 \times \sqrt{(f'c)}$	
6	M1-12	28	$E_c = 15847.97 \times \sqrt{(f'c)}$	
7	M1-13	28	$E_c = 15985.77 \times \sqrt{(f'c)}$	
8	M1-14	28	$E_c = 15812.69 \times \sqrt{(f'c)}$	
9	M1-15	28	$E_c = 15649.36 \times \sqrt{(f'c)}$	

Fuente: Elaboración Propia



Relaciones entre Resistencia a la Compresión promedio de concreto y Módulo de Elasticidad del Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas por bolsa de cemento

	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	
	7	28
DIAS DE CURADO	7	28
Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento (kg / cm ²)	227.5	289.3

BRIQUETA	REGISTRO	EDAD (Días)	$E_c = x * \text{raiz}(f'c)$	x promedio
1	M2-1	7	$E_c = 15764.80 \times \sqrt{(f'c)}$	15461.36
2	M2-2	7	$E_c = 15488.70 \times \sqrt{(f'c)}$	
3	M2-3	7	$E_c = 15370.07 \times \sqrt{(f'c)}$	
4	M2-4	7	$E_c = 15252.47 \times \sqrt{(f'c)}$	
5	M2-5	7	$E_c = 15441.76 \times \sqrt{(f'c)}$	
6	M2-6	7	$E_c = 15450.34 \times \sqrt{(f'c)}$	
1	M2-7	28	$E_c = 15529.90 \times \sqrt{(f'c)}$	15461.20
2	M2-8	28	$E_c = 15287.45 \times \sqrt{(f'c)}$	
3	M2-9	28	$E_c = 15734.80 \times \sqrt{(f'c)}$	
4	M2-10	28	$E_c = 15438.36 \times \sqrt{(f'c)}$	
5	M2-11	28	$E_c = 15440.52 \times \sqrt{(f'c)}$	
6	M2-12	28	$E_c = 15699.22 \times \sqrt{(f'c)}$	
7	M2-13	28	$E_c = 15499.08 \times \sqrt{(f'c)}$	
8	M2-14	28	$E_c = 15180.59 \times \sqrt{(f'c)}$	
9	M2-15	28	$E_c = 15340.87 \times \sqrt{(f'c)}$	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 117: *Relaciones entre Resistencia a la Compresión promedio de concreto y Módulo de Elasticidad del Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas por bolsa de cemento*

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	
	7	28
Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento (kg / cm ²)	216.0	302.2

BRIQUETA	REGISTRO	EDAD (Días)	$E_c = x * \text{raiz}(f'c)$	x promedio
1	M3-1	7	$E_c = 15989.79 \times \sqrt{f'c}$	16375.23
2	M3-2	7	$E_c = 16249.64 \times \sqrt{f'c}$	
3	M3-3	7	$E_c = 16479.72 \times \sqrt{f'c}$	
4	M3-4	7	$E_c = 16570.02 \times \sqrt{f'c}$	
5	M3-5	7	$E_c = 16820.26 \times \sqrt{f'c}$	
6	M3-6	7	$E_c = 16141.92 \times \sqrt{f'c}$	
1	M3-7	28	$E_c = 16076.65 \times \sqrt{f'c}$	16374.89
2	M3-8	28	$E_c = 16651.92 \times \sqrt{f'c}$	
3	M3-9	28	$E_c = 16954.09 \times \sqrt{f'c}$	
4	M3-10	28	$E_c = 16123.21 \times \sqrt{f'c}$	
5	M3-11	28	$E_c = 16453.53 \times \sqrt{f'c}$	
6	M3-12	28	$E_c = 16623.30 \times \sqrt{f'c}$	
7	M3-13	28	$E_c = 16098.71 \times \sqrt{f'c}$	
8	M3-14	28	$E_c = 16306.89 \times \sqrt{f'c}$	
9	M3-15	28	$E_c = 16085.72 \times \sqrt{f'c}$	

Fuente: Elaboración Propia

c) Análisis de la prueba

El módulo de elasticidad promedio del concreto autocompactante (CAC) es de 253996.0 kg/cm², con 100 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento es de 262958.1 kg/cm² y finalmente con 200 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento es de 284670.7 kg/cm².



3.6.7 Análisis estadístico de los datos de las propiedades mecánicas

a) Procesamiento de la prueba

Para determinar el la Desviación Estándar se utilizó la siguiente formula:

$$\sigma \cong s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

La fórmula para el coeficiente de variación:

$$C.V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%$$

Para determinar los valores de datos atípicos se utilizó el criterio de Chauvenet donde se utiliza la siguiente formula:

$$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{|x_i - \bar{x}|}{\sigma}$$

Donde

d_i : desviación

σ : Desviación estándar de la muestra

x_i : Valor de la Medición realizada

\bar{x} : Media aritmética del conjunto de datos

También se utilizó el ASTM E178-16, donde se utilizaron dos criterios, el primer criterio para un solo valor atípico:

$$T_n = \frac{|x_n - \bar{x}|}{s}$$

Donde

s : Desviación estándar de la muestra

x_n : Valor de la Medición realizada

\bar{x} : Media aritmética del conjunto de datos

El segundo Criterio encontrado en el ASTM E178-16 fue el de Dixon donde:

Tabla 118: Criterio de Dixon para datos atípicos en 6 y 9 muestras

N° de muestras	Criterio	Nivel de Significancia		
		10%	5%	1%
6	$f_{10} = (x_2 - x_1)/(x_n - x_1)$ si el valor es el menor $= (x_n - x_{n-1})/(x_n - x_1)$ si el valor es el mayor	0.482	0.56	0.698
9	$f_{11} = (x_2 - x_1)/(x_{n-1} - x_1)$ si el valor es el menor $= (x_n - x_{n-1})/(x_n - x_2)$ si el valor es el mayor	0.441	0.512	0.635



Fuente: (ASTM E178-16, 2016)

b) Diagramas y/o tablas

Tabla 119: *Análisis Estadístico del ensayo de Resistencia a Compresión del Concreto Autocompactante Patrón a los 7 días de curado*

BRIQUETA	REGISTRO	F'C = CARGA/AREA (kg/cm2)	Promedio (Kg/cm2)	Desviación Estandar (Kg/cm2)	Coefficiente de Variación	$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	Dickson
1	M1-1	210.4	214.4	6.6	3.06%	0.611	
2	M1-2	218.6				0.647	
3	M1-3	221.7				1.122	0.129
4	M1-4	211.0				0.519	
5	M1-5	219.6				0.793	
6	M1-6	205.0				1.432	0.322

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 120: *Análisis Estadístico del ensayo de Resistencia a Compresión del Concreto Autocompactante Patrón a los 28 días de curado*

BRIQUETA	REGISTRO	F'C = CARGA/AREA (kg/cm2)	Promedio (Kg/cm2)	Desviación Estandar (Kg/cm2)	Coefficiente de Variación	$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	Dickson
1	M1-7	251.4	271.3	18.3	6.76%	1.084	
2	M1-8	267.2				0.224	
3	M1-9	262.2				0.499	
4	M1-10	247.5				1.300	0.092
5	M1-11	255.9				0.841	
6	M1-12	290.3				1.034	
7	M1-13	295.4				1.311	0.115
8	M1-14	289.0				0.964	
9	M1-15	283.1				0.640	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 121: *Análisis Estadístico del ensayo de Resistencia a Compresión del Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 7 días de curado*

BRIQUETA	REGISTRO	F'C = CARGA/AREA (kg/cm2)	Promedio (Kg/cm2)	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación	$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	Dickson
1	M2-1	236.5	227.5	5.0	2.21%	1.786	0.543
2	M2-2	228.3				0.155	
3	M2-3	224.8				0.536	
4	M2-4	221.4				1.217	0.227
5	M2-5	226.9				0.119	
6	M2-6	227.1				0.069	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 122: *Análisis Estadístico del ensayo de Resistencia a Compresión del Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 28 días de curado*

BRIQUETA	REGISTRO	F'C = CARGA/AREA (kg/cm2)	Promedio (Kg/cm2)	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación	$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	Dickson
1	M2-7	291.8	289.3	6.8	2.34%	0.375	
2	M2-8	282.8				0.959	
3	M2-9	299.6				1.519	0.081
4	M2-10	288.4				0.131	
5	M2-11	288.5				0.119	
6	M2-12	298.2				1.319	
7	M2-13	290.6				0.204	
8	M2-14	278.8				1.541	0.203
9	M2-15	284.7				0.667	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 123: *Análisis Estadístico del ensayo de Resistencia a Compresión del Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 7 días de curado*

BRIQUETA	REGISTRO	F'c = CARGA/AREA (kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación	$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	Dickson
1	M3-1	205.9	216.0	8.1	3.73%	1.254	0.179
2	M3-2	212.6				0.417	
3	M3-3	218.7				0.335	
4	M3-4	221.1				0.633	
5	M3-5	227.8				1.468	0.307
6	M3-6	209.8				0.766	

Fuente: Elaboración Propia

Análisis Estadístico del ensayo de Resistencia a Compresión del Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 28 días de curado

BRIQUETA	REGISTRO	F'c = CARGA/AREA (kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación	$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	Dickson
1	M3-7	291.2	302.2	11.7	3.87%	0.940	0.015
2	M3-8	312.4				0.872	
3	M3-9	323.9				1.849	0.350
4	M3-10	292.9				0.795	
5	M3-11	305.0				0.240	
6	M3-12	311.4				0.780	
7	M3-13	292.0				0.871	
8	M3-14	299.6				0.222	
9	M3-15	291.5				0.912	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 124: *Análisis Estadístico del ensayo de Resistencia a Flexión del Concreto Autocompactante Patrón a los 7 días de curado*

VIGUETA	REGISTRO	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PROMEDIO (Kg/cm ²)	DESVIACIÓN ESTANDAR	Coefficiente de Variación	$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	Dickson
1	V1-1	39.3	42.7	3.30	7.73%	1.033	0.108
2	V1-2	38.4				1.293	
3	V1-3	42.1				0.186	
4	V1-4	45.2				0.744	
5	V1-5	44.9				0.650	
6	V1-6	46.4				1.118	0.174

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 125: *Análisis Estadístico del ensayo de Resistencia a Flexión del Concreto Autocompactante Patrón a los 28 días de curado*

VIGUETA	REGISTRO	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PROMEDIO (Kg/cm ²)	DESVIACIÓN ESTANDAR	Coefficiente de Variación	$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	Dickson
1	V1-7	59.0	57.6	4.61	8.00%	0.294	0.112
2	V1-8	52.4				1.123	
3	V1-9	53.6				0.862	
4	V1-10	51.5				1.328	
5	V1-11	58.3				0.155	
6	V1-12	57.6				0.010	
7	V1-13	66.4				1.913	0.465
8	V1-14	59.9				0.501	
9	V1-15	59.7				0.461	

Fuente: Elaboración Propia