



Tabla 126: *Análisis Estadístico del ensayo de Resistencia a Flexión del Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento 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	V2-1	48.9	48.1	2.8	5.92%	0.303	
2	V2-2	51.0				1.043	
3	V2-3	46.0				0.729	
4	V2-4	44.1				1.396	0.267
5	V2-5	51.2				1.109	0.026
6	V2-6	47.1				0.330	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 127: *Análisis Estadístico del ensayo de Resistencia a Flexión del Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento 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	V2-7	59.7	61.2	5.7	9.33%	0.264	
2	V2-8	56.7				0.783	
3	V2-9	72.1				1.904	0.160
4	V2-10	69.7				1.475	
5	V2-11	56.4				0.840	0.025
6	V2-12	60.6				0.102	
7	V2-13	58.0				0.562	
8	V2-14	60.4				0.146	
9	V2-15	57.3				0.682	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 128: *Análisis Estadístico del ensayo de Resistencia a Flexión del Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento 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	V3-1	44.8	48.7	2.31	4.74%	1.667	0.424
2	V3-2	47.8				0.375	
3	V3-3	48.9				0.094	
4	V3-4	51.9				1.381	0.345
5	V3-5	49.2				0.236	
6	V3-6	49.4				0.331	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 129: *Análisis Estadístico del ensayo de Resistencia a Flexión del Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento 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	V3-7	67.0	64.8	3.94	6.08%	0.551	
2	V3-8	60.6				1.074	
3	V3-9	59.5				1.346	0.039
4	V3-10	70.5				1.460	0.242
5	V3-11	66.3				0.371	
6	V3-12	64.9				0.025	
7	V3-13	68.0				0.802	
8	V3-14	66.7				0.473	
9	V3-15	59.8				1.262	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 130: *Análisis Estadístico del Módulo de Elasticidad del Concreto Autocompactante*
Patrón a los 7 días de curado

BRIQUETA	REGISTRO	Modulo de Elasticidad (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación	$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	Dickson
1	M1-1	222226.7	224311.2	3439.8	1.53%	0.606	
2	M1-2	226543.7				0.649	
3	M1-3	228153.4				1.117	0.127
4	M1-4	222542.5				0.514	
5	M1-5	227039.1				0.793	
6	M1-6	219361.6				1.439	0.326

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 131: *Análisis Estadístico del Módulo de Elasticidad del Concreto Autocompactante*
Patrón a los 28 días de curado

BRIQUETA	REGISTRO	Modulo de Elasticidad (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación	$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	Dickson
1	M1-7	242955.7	253996.0	8489.5	3.34%	1.300	
2	M1-8	250460.8				0.416	
3	M1-9	248082.6				0.697	
4	M1-10	241038.5				1.526	0.096
5	M1-11	260813.9				0.803	
6	M1-12	261048.9				0.831	
7	M1-13	263318.8				1.098	0.111
8	M1-14	260467.8				0.762	
9	M1-15	257777.5				0.445	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 132: *Análisis Estadístico del Módulo de Elasticidad del Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento los 7 días de curado*

BRIQUETA	REGISTRO	Módulo de Elasticidad (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación	$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	Dickson
1	M2-1	237770.7	233194.1	2571.1	1.10%	1.780	0.539
2	M2-2	233606.4				0.160	
3	M2-3	231817.3				0.535	
4	M2-4	230043.6				1.225	0.230
5	M2-5	232898.4				0.115	
6	M2-6	233027.9				0.065	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 133: *Análisis Estadístico del Módulo de Elasticidad del Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento los 28 días de curado*

BRIQUETA	REGISTRO	Módulo de Elasticidad (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación	$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	Dickson
1	M2-7	264126.5	262958.1	3078.0	1.17%	0.380	
2	M2-8	260003.0				0.960	
3	M2-9	267611.4				1.512	0.080
4	M2-10	262569.6				0.126	
5	M2-11	262606.4				0.114	
6	M2-12	267006.2				1.315	
7	M2-13	263602.4				0.209	
8	M2-14	258185.6				1.551	0.206
9	M2-15	260911.6				0.665	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 134: *Análisis Estadístico del Módulo de Elasticidad del Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 7 días de curado*

BRIQUETA	REGISTRO	Modulo de Elasticidad (Kg/cm2)	Promedio (Kg/cm2)	Desviación Estandar	Coefficient e de Variación	$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	Dickson
1	M3-1	234993.7	240658.3	4485.1	1.86%	1.263	0.183
2	M3-2	238812.7				0.411	
3	M3-3	242194.0				0.342	
4	M3-4	243521.1				0.638	
5	M3-5	247198.8				1.458	0.301
6	M3-6	237229.5				0.764	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 135: *Análisis Estadístico del Módulo de Elasticidad del Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 28 días de curado*

BRIQUETA	REGISTRO	Modulo de Elasticidad (Kg/cm2)	Promedio (Kg/cm2)	Desviación Estandar	Coefficient e de Variación	$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	Dickson
1	M3-7	279486.0	284670.7	5486.9	1.93%	0.945	0.016
2	M3-8	289486.8				0.878	
3	M3-9	294739.8				1.835	0.348
4	M3-10	280295.3				0.797	
5	M3-11	286037.8				0.249	
6	M3-12	288989.1				0.787	
7	M3-13	279869.4				0.875	
8	M3-14	283488.6				0.215	
9	M3-15	279643.6				0.916	

Fuente: Elaboración Propia

c) Análisis de la prueba

Para el ensayo de la resistencia a la compresión del concreto autocompactante patrón a los 7 días se obtuvo lo siguiente. La desviación estándar fue de 6.6 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 3.06%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 1.432 para el dato



menor y un valor de 1.122 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.322 para el dato menor y 0.129 para el dato mayor. A los 28 días de curado se obtuvo lo siguiente, la desviación estándar fue de 18.3 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 6.76%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 1.3 para el dato menor y un valor de 1.311 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.092 para el dato menor y 0.115 para el dato mayor.

Para el ensayo de la resistencia a la compresión del concreto autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 7 días se obtuvo lo siguiente. La desviación estándar fue de 5.0 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 2.21%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 1.217 para el dato menor y un valor de 1.786 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.227 para el dato menor y 0.543 para el dato mayor. A los 28 días de curado se obtuvo lo siguiente. La desviación estándar fue de 6.8 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 2.34%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 1.541 para el dato menor y un valor de 1.519 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.203 para el dato menor y 0.081 para el dato mayor.

Para el ensayo de la resistencia a la compresión del concreto autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 7 días se obtuvo lo siguiente. La desviación estándar fue de 8.1 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 3.73%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 1.254 para el dato menor y un valor de 1.468 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.179 para el dato menor y 0.307 para el dato mayor. A los 28 días de curado se obtuvo lo siguiente. La desviación estándar fue de 11.7 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 3.87%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 0.94 para el dato menor y un valor de 1.849 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.015 para el dato menor y 0.35 para el dato mayor.

Para el ensayo de la resistencia a la flexión del concreto autocompactante patrón a los 7 días se obtuvo lo siguiente. La desviación estándar fue de 3.30 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 7.73%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y



para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 1.293 para el dato menor y un valor de 1.118 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.108 para el dato menor y 0.174 para el dato mayor. A los 28 días de curado se obtuvo lo siguiente, la desviación estándar fue de 4.61 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 8.0%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 1.328 para el dato menor y un valor de 1.913 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.112 para el dato menor y 0.465 para el dato mayor.

Para el ensayo de la resistencia a la flexión del concreto autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 7 días se obtuvo lo siguiente. La desviación estándar fue de 2.8 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 5.92%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 1.396 para el dato menor y un valor de 1.109 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.267 para el dato menor y 0.026 para el dato mayor. A los 28 días de curado se obtuvo lo siguiente. La desviación estándar fue de 5.7 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 9.33%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 0.84 para el dato menor y un valor de 1.904 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.025 para el dato menor y 0.16 para el dato mayor.

Para el ensayo de la resistencia a la flexión del concreto autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 7 días se obtuvo lo siguiente. La desviación estándar fue de 2.31 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 4.74%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 1.667 para el dato menor y un valor de 1.381 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.424 para el dato menor y 0.345 para el dato mayor. A los 28 días de curado se obtuvo lo siguiente. La desviación estándar fue de 3.94 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 6.08%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 1.346 para el dato menor y un valor de 1.46 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.039 para el dato menor y 0.242 para el dato mayor.

Para el módulo de elasticidad del concreto autocompactante patrón a los 7 días se obtuvo lo siguiente. La desviación estándar fue de 3439.8 kg/cm², el coeficiente de variación fue de



1.53%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 1.439 para el dato menor y un valor de 1.117 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.326 para el dato menor y 0.127 para el dato mayor. A los 28 días de curado se obtuvo lo siguiente, la desviación estándar fue de 8489.5 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 3.34%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 1.526 para el dato menor y un valor de 1.098 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.096 para el dato menor y 0.111 para el dato mayor.

Para el módulo de elasticidad del concreto autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 7 días se obtuvo lo siguiente. La desviación estándar fue de 2571.1 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 1.10%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 1.225 para el dato menor y un valor de 1.78 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.23 para el dato menor y 0.539 para el dato mayor. A los 28 días de curado se obtuvo lo siguiente. La desviación estándar fue de 3078 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 1.17%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 1.551 para el dato menor y un valor de 1.512 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.206 para el dato menor y 0.080 para el dato mayor.

Para el ensayo de la resistencia a la flexión del concreto autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento a los 7 días se obtuvo lo siguiente. La desviación estándar fue de 4485.1 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 1.86%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 1.263 para el dato menor y un valor de 1.458 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.183 para el dato menor y 0.301 para el dato mayor. A los 28 días de curado se obtuvo lo siguiente. La desviación estándar fue de 5486.9 kg/cm², el coeficiente de variación fue de 1.93%, la evaluación de datos atípicos nos indica de acuerdo al criterio de Chauvenet y para un solo valor atípico del ASTM E178-16 un valor de 0.945 para el dato menor y un valor de 1.835 para el dato mayor, de acuerdo al criterio de Dickson se obtuvo el valor de 0.016 para el dato menor y 0.348 para el dato mayor.



3.6.8 Análisis de costos por m³ de Concreto Autocompactante

3.6.8.1 Análisis de costo por insumos

a) Procesamiento de la prueba

El cálculo de los costos de los materiales utilizados para la fabricación de un metro cubico (m³) de concreto autocompactante con diferentes dosificaciones de fibra sintética fue el siguiente. Se obtuvo la cantidad necesaria de cada material para la fabricación de un metro cubico en cada caso, luego se realizó un análisis de precios unitarios de cada uno, para finalmente calcular el costo parcial de cada uno y la sumatoria de estos costos nos indicó el costo total de cada uno.

b) Diagramas y/o tablas

Tabla 136: *Análisis de Costos de insumos para un metro cubico de Concreto Autocompactante*

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL “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						
ANALISIS DE COSTOS						
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	SUBTOTAL	TOTAL
CAC PATRÓN	CEMENTO IP	bls.	10.94	23	251.6	333.3
	ARENA FINA DE CUNYAC	m3	0.21	100	21.3	
	CONFITILLO DE VICHO	m3	0.09	50	4.6	
	PIEDRA CHANCADA DE VICHO	m3	0.30	50	14.8	
	AGUA	m3	0.21	1.44	0.3	
	EUCOPLAST 8500 HP	lt	2.11	19.25	40.7	
	FIBRA SINTETICA SIKACEM®-1 FIBER	bls.	0.00	4	0.0	
CAC CON 100 GR. DE FIBRA SINTETICA A POR BOLSA DE CEMENTO	CEMENTO IP	bls.	10.94	23	251.6	377.0
	ARENA FINA DE CUNYAC	m3	0.21	100	21.3	
	CONFITILLO DE VICHO	m3	0.09	50	4.6	
	PIEDRA CHANCADA DE VICHO	m3	0.30	50	14.8	
	AGUA	m3	0.21	1.44	0.3	
	EUCOPLAST 8500 HP	lt	2.11	19.25	40.7	
	FIBRA SINTETICA SIKACEM®-1 FIBER	bls.	10.94	4	43.8	
CAC CON 200 GR. DE FIBRA SINTETICA A POR BOLSA DE CEMENTO	CEMENTO IP	bls.	10.94	23	251.6	420.8
	ARENA FINA DE CUNYAC	m3	0.21	100	21.3	
	CONFITILLO DE VICHO	m3	0.09	50	4.6	
	PIEDRA CHANCADA DE VICHO	m3	0.30	50	14.8	
	AGUA	m3	0.21	1.44	0.3	
	EUCOPLAST 8500 HP	lt	2.11	19.25	40.7	
	FIBRA SINTETICA SIKACEM®-1 FIBER	bls.	21.88	4	87.5	

Fuente: Elaboración Propia



c) Análisis de la prueba

El valor monetario obtenido de los materiales para la fabricación de 1 metro cubico de concreto autocompactante sin adición de fibra sintética Sikacem-1 Fiber fue de S/. 333.3, del concreto autocompactante con adición de 100 gr. de fibra sintética Sikacem-1 Fiber por bolsa de cemento fue de S/. 377.0 y finalmente del concreto autocompactante con adición de 200 gr. de fibra sintética Sikacem-1 Fiber por bolsa de cemento fue de S/. 420.8.

3.6.8.2 Análisis de costo por partida

a) Procesamiento de la prueba

El cálculo de costos para la fabricación de un metro cubico (m3) de concreto autocompactante con diferentes dosificaciones de fibra sintética fue el siguiente. Se obtuvo la cantidad necesaria de cada recurso para la fabricación de un metro cubico en cada caso, se basaron los rendimientos y precios en el proyecto “CONSTRUCCIÓN POLIDEPORTIVO DEL LOCAL QOLLANA DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO”, luego se realizó un análisis de precios unitarios de cada uno, para finalmente calcular el costo parcial de cada uno y la sumatoria de estos costos nos indicó el costo total de cada uno.

b) Diagramas y/o tablas

Tabla 137: *Análisis de Costos de insumos para un metro cubico de Concreto Autocompactante*

Partida	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE					
Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3		380.15
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	20.10	6.43	
OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	16.51	5.28	
PEON	hh	2.0000	0.6400	14.85	9.50	
					21.21	
Materiales						
CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PREMEZCLADO	m3		1.0000	333.30	333.30	
SERVICIO DE BOMBEO DE CONCRETO	und		1.0000	25.00	25.00	
					358.30	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	21.21	0.64	
					0.64	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 138: *Análisis de Costos de insumos para un metro cubico de Concreto Autocompactante con 100 gr. de Fibra Sintética*

Partida	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON 100 GR. DE FIBRA SINTÉTICA						
Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3		423.85	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
	OPERARIO		hh	1.0000	0.3200	20.10	6.43
	OFICIAL		hh	1.0000	0.3200	16.51	5.28
	PEON		hh	2.0000	0.6400	14.85	9.50
							21.21
	Materiales						
	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PREMEZCLADO	m3			1.0000	377.00	377.00
	SERVICIO DE BOMBEO DE CONCRETO	und			1.0000	25.00	25.00
							402.00
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	21.21	0.64
							0.64

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 139: *Análisis de Costos de insumos para un metro cubico de Concreto Autocompactante con 200 gr. de Fibra Sintética*

Partida	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON 200 GR. DE FIBRA SINTÉTICA						
Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3		467.65	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
	OPERARIO		hh	1.0000	0.3200	20.10	6.43
	OFICIAL		hh	1.0000	0.3200	16.51	5.28
	PEON		hh	2.0000	0.6400	14.85	9.50
							21.21
	Materiales						
	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PREMEZCLADO	m3			1.0000	420.80	420.80
	SERVICIO DE BOMBEO DE CONCRETO	und			1.0000	25.00	25.00
							445.80
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	21.21	0.64
							0.64

Fuente: Elaboración Propia

c) Análisis de la prueba

El valor monetario obtenido de los recursos para la fabricación de 1 metro cubico de concreto autocompactante sin adición de fibra sintética Sikacem-1 Fiber fue de S/. 380.15, del concreto autocompactante con adición de 100 gr. de fibra sintética Sikacem-1 Fiber por bolsa de cemento fue de S/. 423.85 y finalmente del concreto autocompactante con adición de 200 gr. de fibra sintética Sikacem-1 Fiber por bolsa de cemento fue de S/. 467.65.



Capítulo IV: Resultados

4.1 Resultados de ensayos realizados a los agregados

Los resultados obtenidos de los ensayos de realizados a los agregados grueso y combinación de Finos se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 140: *Tabla Resumen de las propiedades de los agregados de las canteras de Vicho y Cunyac*

Propiedades	Agregado Fino	Agregado Grueso	
Perfil	-	Angular	
Módulo de Finura	2.52	7.47	
Tamaño Máximo Nominal	-	1/2	Pulg.
Peso Especifico	2576	2480	kg/m ³
Peso Unitario Suelto	1609.48	1403.03	kg/m ³
Peso Unitario Compacto	1714.88	1533.69	kg/m ³
Contenido de Humedad	5.35	2.93	%
Porcentaje de Absorción	1.82	2.03	%
Porcentaje de desgaste por abrasión de los ángeles	-	21.17	%

Fuente: Elaboración Propia

4.2 Resultados de la dosificación por la Metodología ACI 237R-07

Se realizó el diseño mediante la metodología americana ACI 237R-07, mediante la serie de pasos establecidos, obteniendo la siguiente dosificación por metro cubico de concreto.

Tabla 141: *Resumen de dosificación de Concreto Autocompactante corregido*

Dosificación de la Mezcla en Peso Corregido				
Materiales	Peso Kg.	Proporcionamiento		
		Peso Kg.	x 1 Bolsa	
Cemento	465	1	42.50	Kg.
Agregado Fino	829.35	1.78	75.80	Kg.
Agregado Grueso	757.74	1.63	69.26	Kg.
Agua	173.13	0.37	15.82	Kg/Bl
Aditivo	2.33	0.01	0.21	Kg/Bl
	2227.55	Kg/m ³		
	2.23	Kg/lt		

Fuente: Elaboración Propia

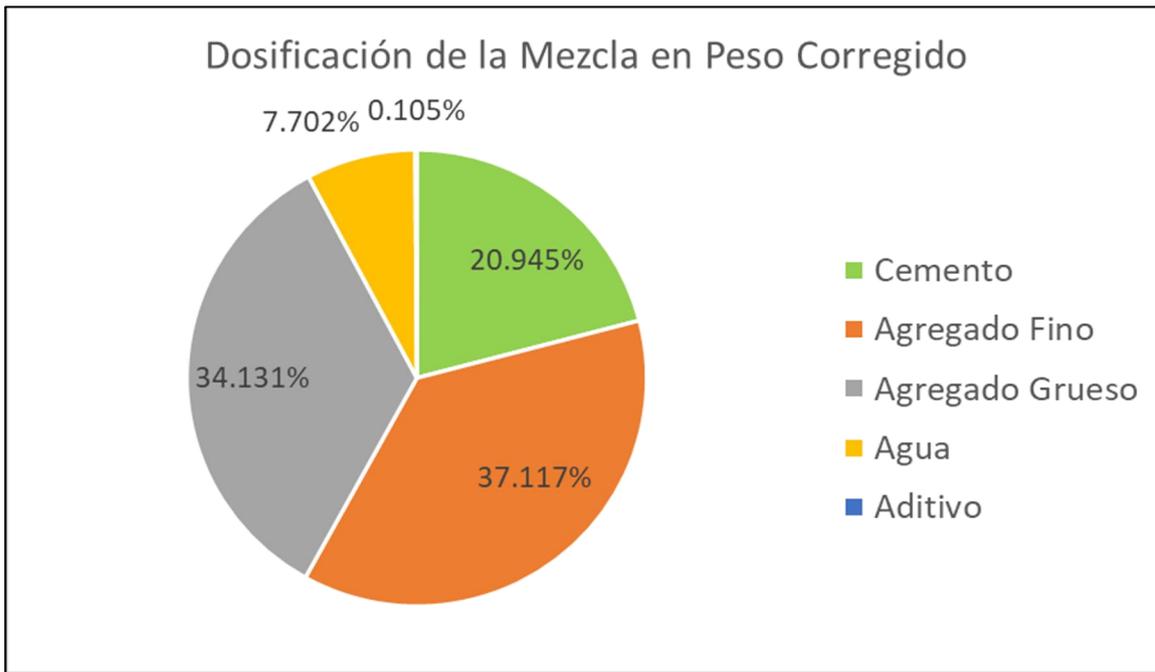


Figura 74: Diagrama de porcentaje de acuerdo al peso de cemento

Fuente: Propia

Tabla 142: Tabla: Resumen de dosificación de la mezcla en volumen

Dosificación de la Mezcla en Volumen			
Materiales	Peso Kg.	Volumen	
Cemento	1	1	pie3
Agregado Fino	1.78	1.58	pie3
Agregado Grueso	1.63	1.69	pie3
Agua	0.37	15.82	Lt
Aditivo	0.01	0.19	Lt

Fuente: Elaboración Propia

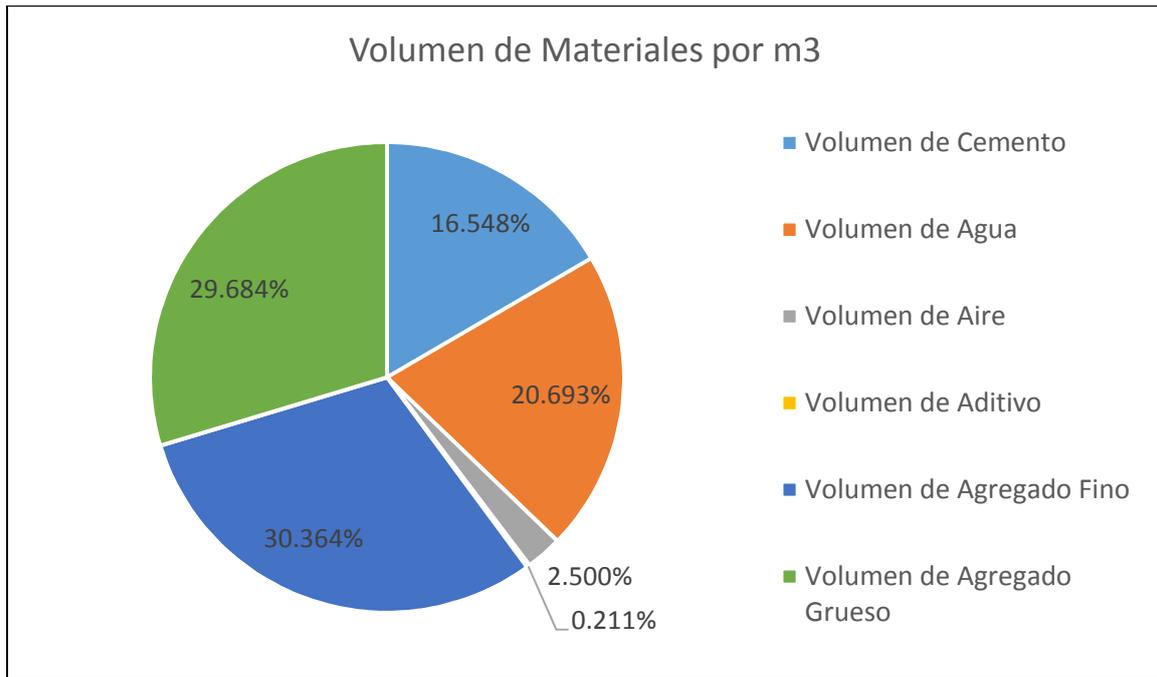


Figura 75: Diagrama de porcentaje de acuerdo al volumen por metro cubico de concreto

Fuente: Propia

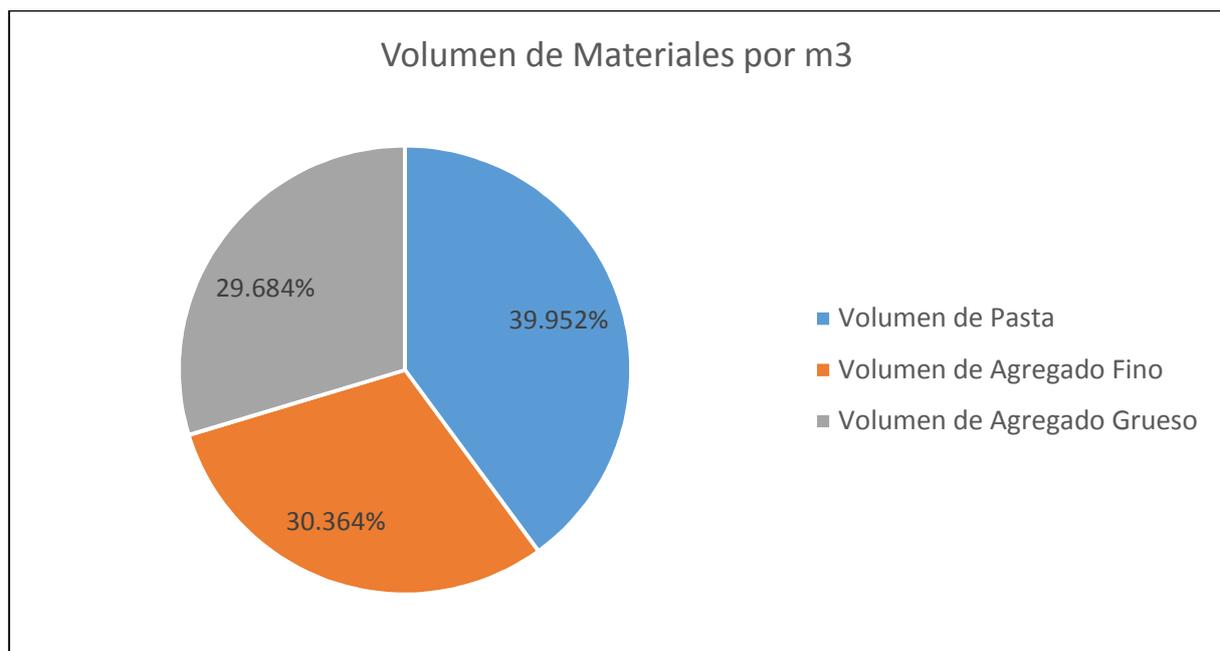


Figura 76: Diagrama de porcentaje de acuerdo al volumen por metro cubico de concreto

Fuente: Propia

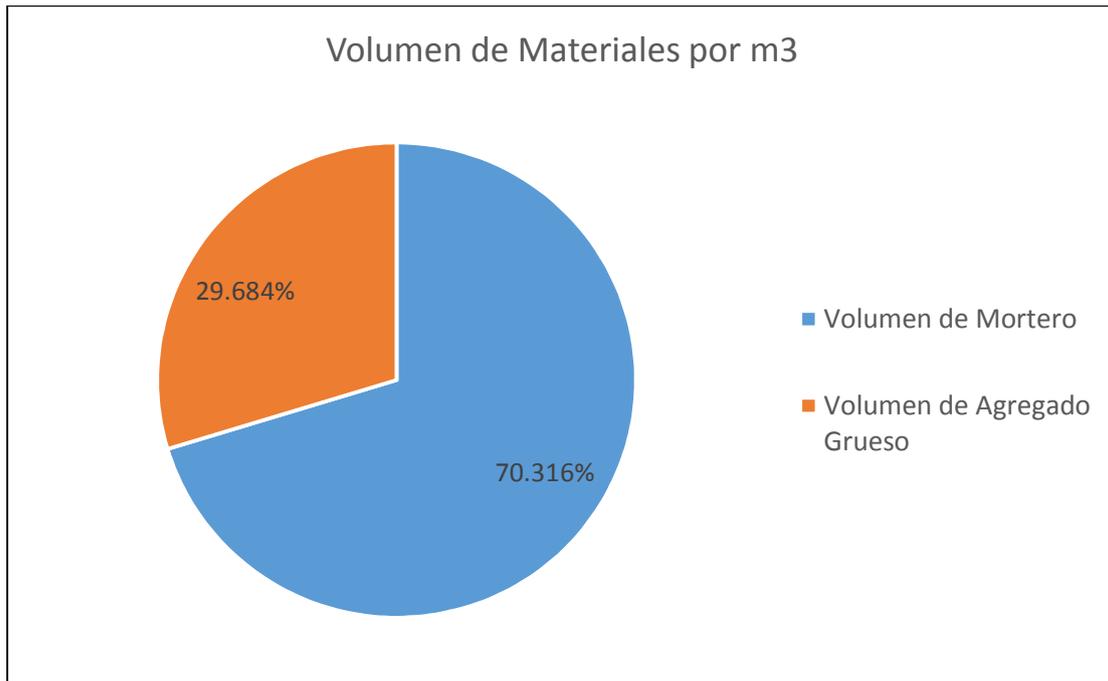


Figura 77: Diagrama de porcentaje de acuerdo al volumen por metro cubico de concreto

Fuente: Propia

Tabla 143: Resumen de los Parámetros para el proporcionamiento de mezclas de Concreto Autocompactante

Resumen de los Parámetros para el proporcionamiento de mezclas de Concreto Autocompactante		Resultados
Volumen absoluto de agregado grueso	28 - 32 % (> 1/2" tamaño máximo nominal 12 mm)	29.68%
Fracción de pasta	34 - 40 % (volumen total de la mezcla)	39.68%
Fracción de mortero	68 - 72 % (volumen total de la mezcla)	70.32%
Relación típica agua/material cementicio	0,32 - 0,45	0.45
Contenido de material cementicio kg/m3	386 -475 kg/m3 (contenido menor usar agentes modificadores de viscosidad)	465

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Se puede observar que la dosificación ensayada y utilizada para la fabricación de los especímenes de muestra respetó los parámetros del ACI 237R-07 para la obtención de concreto autocompactante.

4.3 Resultados de Concreto Autocompactante en estado fresco

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los resultados realizados al concreto autocompactante en estado fresco comparado con los límites establecidos por la metodología del ACI 237R-07 y las Directrices Europeas para el Hormigón Autocompactante:

Tabla 144: *Resumen de los resultados obtenidos de Concreto Autocompactante en estado fresco*

PROPIEDADES	RESULTADOS	NORMATIVA			UNID
		EFNARC-2006		ACI 237R-07	
		LIMITES	CLASIFICACIÓN		
FLUJO DE ASENTAMIENTO	656.3	$\geq 640 \text{ mm}, \leq 800 \text{ mm}$	SF2	$>450 \text{ mm}, <760 \text{ mm}$	cm.
T50	3.03			2-5	seg.
INDICE DE ESTABILIDAD VISUAL	0			0-1	-
EMBUDO V	15.7	$\geq 7 \text{ s}, \leq 27 \text{ s}$	VS2/VF2		seg.
CAJA EN L	0.82	$\geq 0,75$	PA2	≥ 0.8	-
T200 MM	3.18				seg.
T400 MM	5.72				seg.
RESISTENCIA A LA SEGREGACIÓN	10.07	≤ 18	SR2		%
PESO UNITARIO SUELTO	2277.7				Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTO	2372.4				Kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia

Los datos obtenidos nos permiten clasificar nuestro concreto mediante las Directrices Europeas para el Hormigón Autocompactante, identificando el uso que se le puede dar; muros, pilares, pavimentos, losas y rampas.

Viscosidad	Slump-flow			Resistencia a la segregación/ habilidad de paso
VS 2 VF 2	Rampas			Especificar SR para SF 3
VS 1 o 2 VF 1 o 2 o valor específico	Muros y pilares		Alto y esbelto	Especificar capacidad de paso para SF1 y 2
VS 1 VF 1	Pavimentos y losas			Especificar SR para SF2 y 3
	SF 1	SF 2	SF 3	

Figura 78: *Identificación del CAC para distintos tipos de aplicaciones*

Fuente: (Walraven, 2003) obtenido de (BIBM, CEMBUREAU, EFCA, EFNARC, ERMCO, 2005)



4.4 Resultados del Concreto Autocompactante en estado endurecido

4.4.1 Peso Unitario en Estado Endurecido

Tabla 145: *Resumen Comparativo de los resultados obtenidos del Peso Unitario del CAC en estado fresco*

TIPO DE CONCRETO	PESO UNITARIO (Kg/m ³)	PORCENTAJE	PORCENTAJE DE AUMENTO
CAC PATRÓN	2288.0	100.00%	0.00%
CAC CON 100 gr. POR BOLSA DE CEMENTO	2301.9	100.61%	0.61%
CAC CON 200 gr. POR BOLSA DE CEMENTO	2391.9	104.54%	4.54%

Fuente: Elaboración Propia

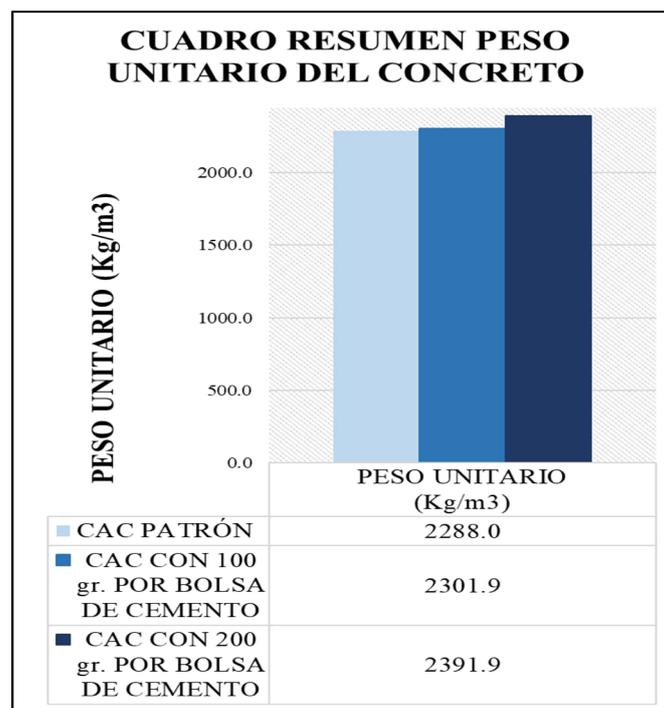


Figura 79: *Gráfico Comparativo del peso volumétrico del CAC*

Fuente Propia



4.4.2 Resistencia a la Compresión

Tabla 146: *Resumen Comparativo de los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión*

TIPO DE CONCRETO	EDAD (DIAS)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	PORCENTAJE	PORCENTAJE DE AUMENTO	EDAD (DIAS)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	PORCENTAJE	PORCENTAJE DE AUMENTO
CAC PATRÓN	7	214.4	100.00%	0.00%	28	271.3	100.00%	0.00%
CAC CON 100 gr. POR BOLSA DE CEMENTO	7	227.5	106.11%	6.11%	28	289.3	106.61%	6.61%
CAC CON 200 gr. POR BOLSA DE CEMENTO	7	216.0	100.75%	0.75%	28	302.2	111.39%	11.39%

Fuente: Elaboración Propia

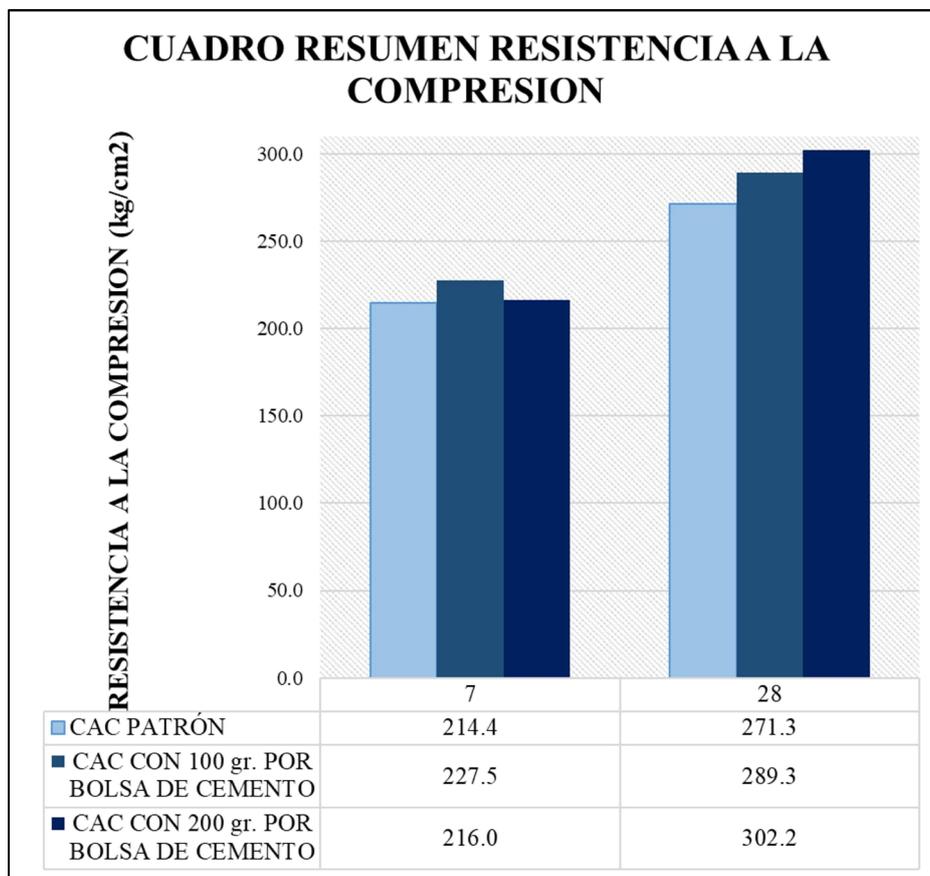


Figura 80: *Gráfico Comparativo de la resistencia a la compresión de CAC*

Fuente Propia

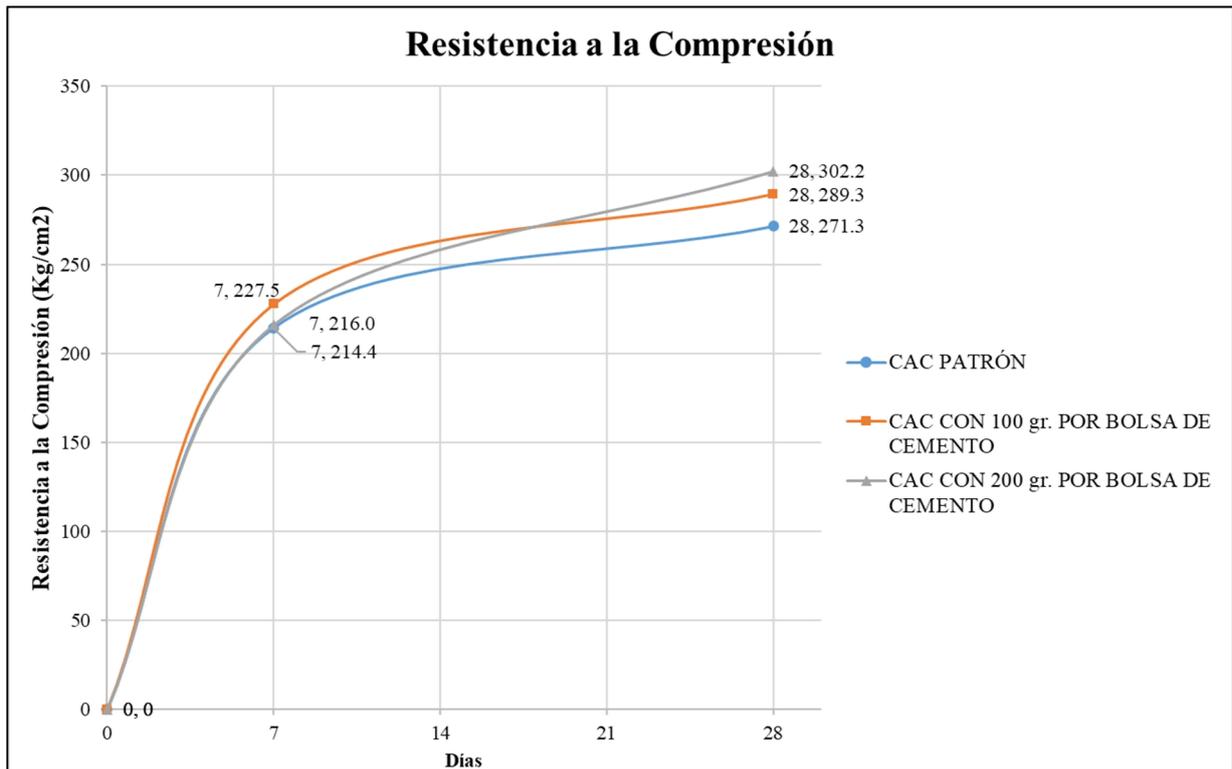


Figura 81: Comparación Desarrollo de la resistencia a la compresión de CAC

Fuente Propia

4.4.3 Resistencia a la Flexión

Tabla 147: Resumen Comparativo de los resultados obtenidos de la resistencia a la flexión

TIPO DE CONCRETO	EDAD (DIAS)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PORCENTAJE	PORCENTAJE DE AUMENTO	EDAD (DIAS)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PORCENTAJE	PORCENTAJE DE AUMENTO
CAC PATRÓN	7	42.7	100.00%	0.00%	28	57.6	100.00%	0.00%
CAC CON 100 gr. POR BOLSA DE CEMENTO	7	48.1	112.58%	12.58%	28	61.2	106.27%	6.27%
CAC CON 200 gr. POR BOLSA DE CEMENTO	7	48.7	113.97%	13.97%	28	64.8	112.47%	12.47%

Fuente: Elaboración Propia

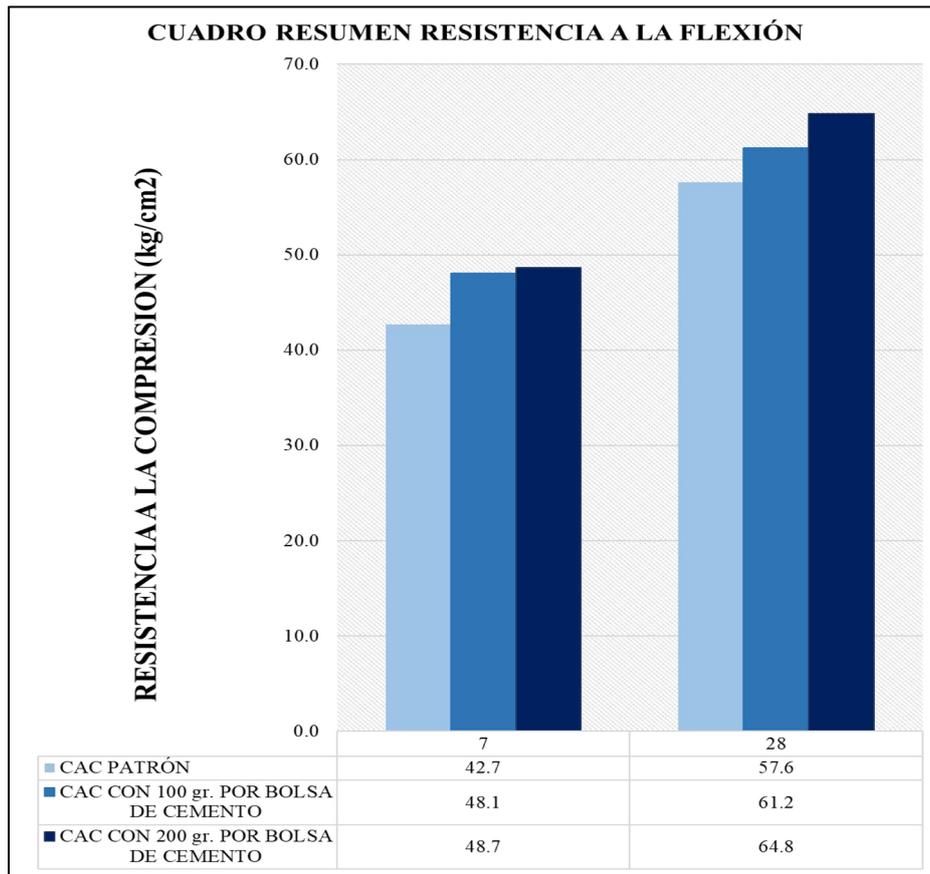


Figura 82: Gráfico Comparativo de la resistencia a la flexión de CAC

Fuente: Propia

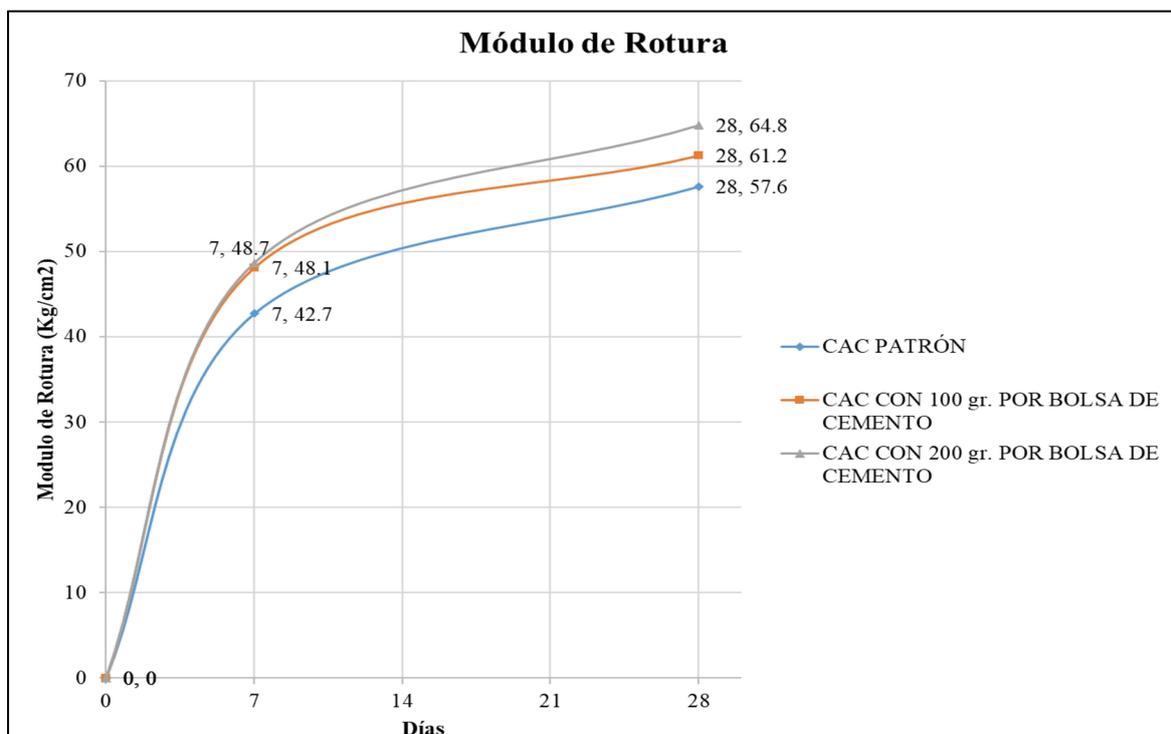


Figura 83: Comparación Desarrollo de la resistencia a la flexión de CAC

Fuente Propia



4.4.4 Módulo de Elasticidad

Tabla 148: *Resumen Comparativo de los resultados obtenidos del módulo de elasticidad*

TIPO DE CONCRETO	EDAD (DIAS)	MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm ²)	PORCENTAJE	PORCENTAJE DE AUMENTO	EDAD (DIAS)	MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm ²)	PORCENTAJE	PORCENTAJE DE AUMENTO
CAC PATRÓN	7	224311.2	100.00%	0.00%	28	253996.0	100.00%	0.00%
CAC CON 100 gr. POR BOLSA DE CEMENTO	7	233194.1	103.96%	3.96%	28	262958.1	103.53%	3.53%
CAC CON 200 gr. POR BOLSA DE CEMENTO	7	240658.3	107.29%	7.29%	28	284670.7	112.08%	12.08%

Fuente: Elaboración Propia

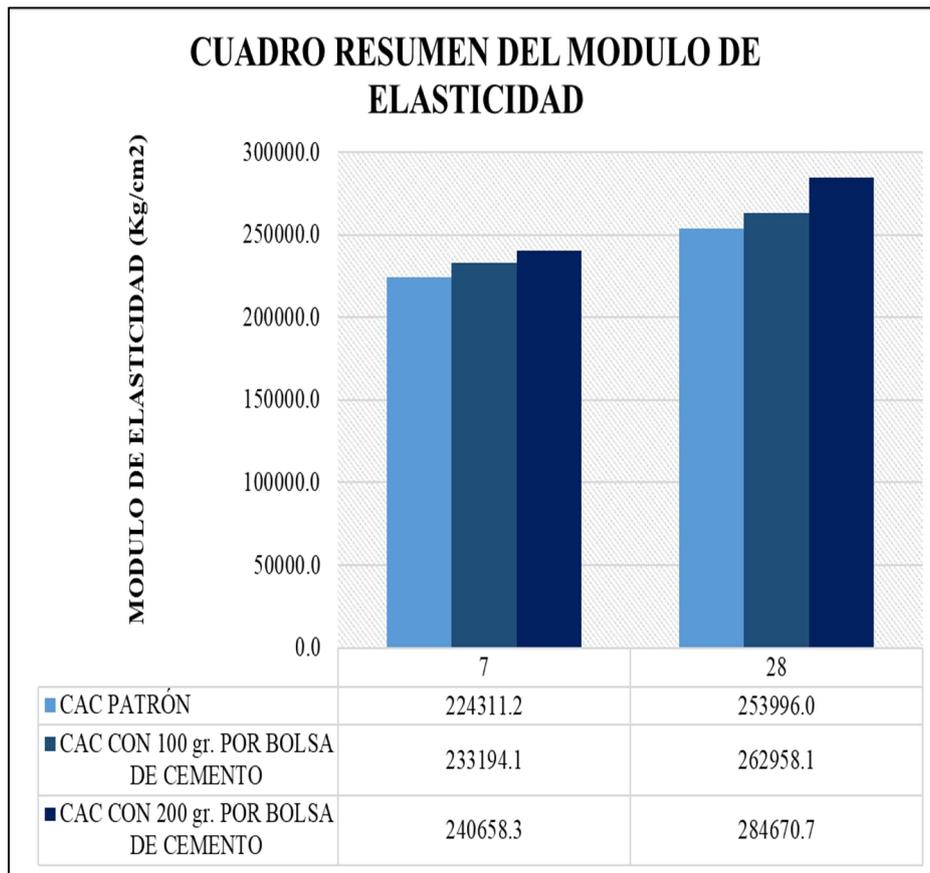


Figura 84: *Gráfico Comparativo del módulo de elasticidad de CAC*

Fuente Propia

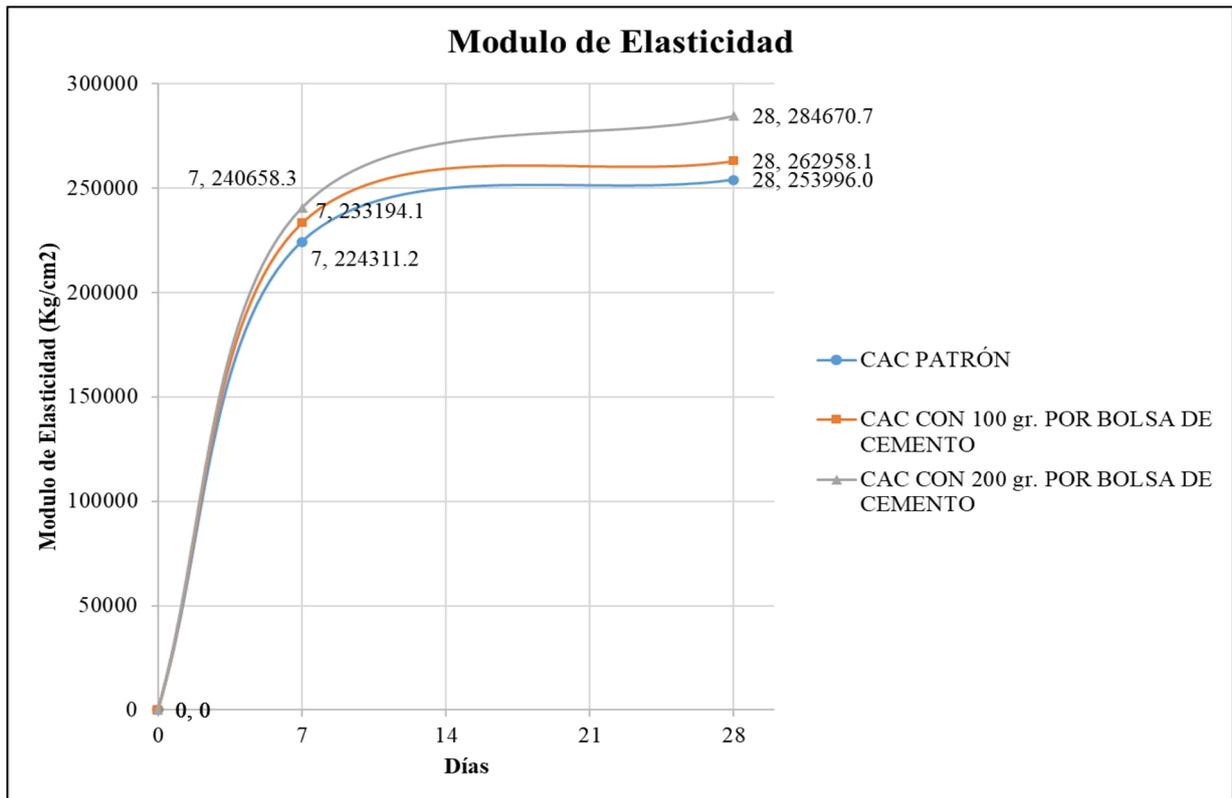


Figura 85: Comparación del Desarrollo del módulo de elasticidad del CAC

Fuente Propia

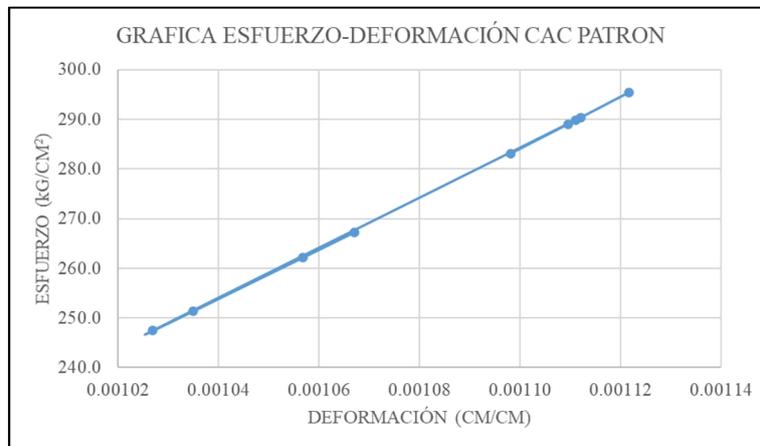


Figura 86: Gráfico de Esfuerzo vs deformación CAC Patrón

Fuente propia

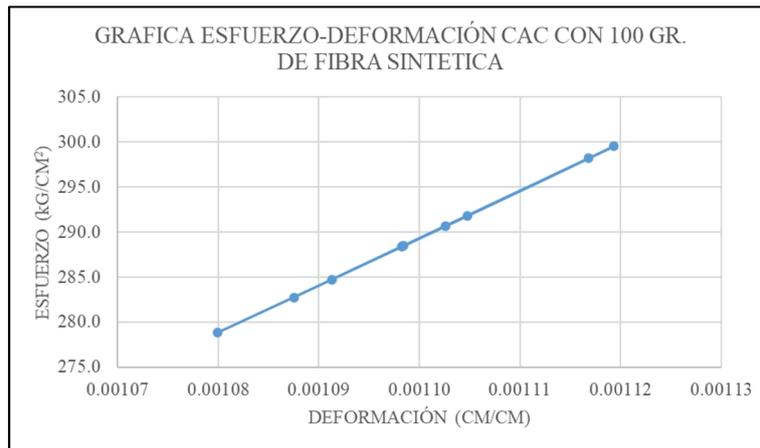


Figura 87: Gráfico de Esfuerzo vs deformación CAC con 100 gr. de Fibra Sintética

Fuente propia

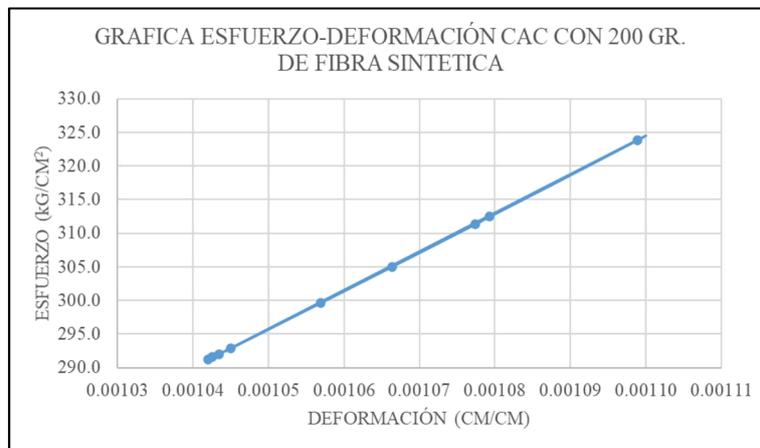


Figura 88: Gráfico de Esfuerzo vs deformación CAC con 200 gr. de Fibra Sintética

Fuente propia

4.5 Resultado del análisis estadístico de las muestras de Concreto

Autocompactante

Tabla 149: *Resumen del análisis estadístico del ensayo de resistencia a compresión*

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN						
TIPO DE CONCRETO	CAC PATRÓN		CAC CON 100 GR. DE FIBRA SINTETICA POR BOLSA DE CEMENTO		CAC CON 200 GR. DE FIBRA SINTETICA POR BOLSA DE CEMENTO	
	7	28	7	28	7	28
DIAS	7	28	7	28	7	28
Promedio (Kg/cm2)	214.4	271.3	227.5	289.3	216.0	302.2
Desviación Estandar (Kg/cm2)	6.6	18.3	5.0	6.8	8.1	11.7
Coefficiente de Variación	3.06%	6.76%	2.21%	2.34%	3.73%	3.87%
ACI 214R-11	EXCELENTE	MUY BUENO	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE
INEI	MUY BUENO	BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO
DATO MENOR (Kg/cm²)	205.0	247.5	221.4	278.8	205.9	291.2
$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	1.432	1.300	1.217	1.541	1.254	0.940
CHAUVENET	1.73	1.91	1.73	1.91	1.73	1.91
ASTM E178-16	1.729	1.977	1.729	1.977	1.729	1.977
DICKSON	0.322	0.092	0.227	0.203	0.179	0.015
ASTM E178-16	0.482	0.441	0.482	0.441	0.482	0.441
DATO MAYOR (Kg/cm2)	221.7	295.4	236.5	299.6	227.8	323.9
$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	1.122	1.311	1.786	1.519	1.468	1.849
CHAUVENET	1.73	1.91	1.73	1.91	1.73	1.91
ASTM E178-16	1.729	1.977	1.822*	1.977	1.729	1.977
DICKSON	0.129	0.115	0.543	0.081	0.307	0.350
ASTM E178-16	0.482	0.441	0.560*	0.441	0.482	0.441

*Nivel de significancia mayor al 5%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 150: *Resumen del análisis estadístico del ensayo de resistencia a flexión*

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN						
TIPO DE CONCRETO	CAC PATRÓN		CAC CON 100 GR. DE FIBRA SINTETICA POR BOLSA DE CEMENTO		CAC CON 200 GR. DE FIBRA SINTETICA POR BOLSA DE CEMENTO	
	7	28	7	28	7	28
DIAS	7	28	7	28	7	28
Promedio (Kg/cm2)	42.7	57.6	48.1	61.2	48.7	64.8
Desviación Estandar (Kg/cm2)	3.3	4.6	2.8	5.7	2.3	3.9
Coefficiente de Variación	7.73%	8.00%	5.92%	9.33%	4.74%	6.08%
INEI	BUENO	BUENO	BUENO	BUENO	MUY BUENO	BUENO
DATO MENOR (Kg/cm²)	38.4	51.5	44.1	56.4	44.8	59.5
$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	1.293	1.328	1.396	0.840	1.667	1.346
CHAUVENET	1.73	1.91	1.73	1.91	1.73	1.91
ASTM E178-16	1.729	1.977	1.729	1.977	1.729	1.977
DICKSON	0.108	0.112	0.267	0.025	0.424	0.039
ASTM E178-16	0.482	0.441	0.482	0.441	0.482	0.441
DATO MAYOR (Kg/cm2)	46.4	66.4	51.2	72.1	51.9	70.5
$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	1.118	1.913	1.109	1.904	1.381	1.460
CHAUVENET	1.73	1.91	1.73	1.91	1.73	1.91
ASTM E178-16	1.729	1.977	1.729	1.977	1.729	1.977
DICKSON	0.174	0.465	0.026	0.160	0.345	0.242
ASTM E178-16	0.482	0.441	0.482	0.441	0.482	0.441

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 151: Resumen del análisis estadístico del Módulo de Elasticidad

MODULO DE ELASTICIDAD						
TIPO DE CONCRETO	CAC PATRÓN		CAC CON 100 GR. DE FIBRA SINTETICA POR BOLSA DE CEMENTO		CAC CON 200 GR. DE FIBRA SINTETICA POR BOLSA DE CEMENTO	
			7	28	7	28
DIAS	7	28	7	28	7	28
Promedio (Kg/cm ²)	224311.2	253996.0	233194.1	262958.1	240658.3	284670.7
Desviación Estandar (Kg/cm ²)	3439.8	8489.5	2571.1	3078.0	4485.1	5486.9
Coefficiente de Variación	1.53%	3.34%	1.10%	1.17%	1.86%	1.93%
INEI	MUY BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO
DATO MENOR (Kg/cm ²)	21512.0	23637.8	22559.6	25319.4	23045.0	27408.2
$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	1.439	1.526	1.225	1.551	1.263	0.945
CHAUVENET	1.73	1.91	1.73	1.91	1.73	1.91
ASTM E178-16	1.729	1.977	1.729	1.977	1.729	1.977
DICKSON	0.326	0.096	0.230	0.206	0.183	0.016
ASTM E178-16	0.482	0.441	0.482	0.441	0.482	0.441
DATO MAYOR (Kg/cm ²)	22374.2	25822.8	23317.3	26243.7	24241.9	28904.1
$\frac{d_i}{\sigma} = \frac{ x_i - \bar{x} }{\sigma}$	1.117	1.098	1.780	1.512	1.458	1.835
CHAUVENET	1.73	1.91	1.73	1.91	1.73	1.91
ASTM E178-16	1.729	1.977	1.822*	1.977	1.729	1.977
DICKSON	0.127	0.111	0.539	0.080	0.301	0.348
ASTM E178-16	0.482	0.441	0.560*	0.441	0.482	0.441

Fuente: Elaboración Propia

4.6 Resultado de la Relación entre la Resistencia a la Compresión y el Módulo de Rotura

Tabla 152: Correlación preliminar de la relación entre la Resistencia a la Compresión y el Módulo de Rotura

Días de Curado	RELACION ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION (f _c) Y MÓDULO DE ROTURA (MR)	
	7	28
Concreto Autocompactante Patrón (kg / cm ²)	MR= 19.92% x (f _c)	MR= 21.23% x (f _c)
Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento (kg / cm ²)	MR= 21.13% x (f _c)	MR= 21.16% x (f _c)
Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento (kg / cm ²)	MR= 22.53% x (f _c)	MR= 21.44% x (f _c)

Fuente: Elaboración Propia

Para el concreto autocompactante patrón a los 7 días de curado el modulo de rotura fue del 19.92% de la resistencia a la compresión, a los 28 días de curado fue de 21.23% de la resistencia a la compresión. Para el concreto autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas por bolsa de cemento a los 7 días de curado el módulo de rotura fue del 21.13% de



la resistencia a la compresión, a los 28 días de curado fue de 21.16% de la resistencia a la compresión. Para el concreto autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas por bolsa de cemento a los 7 días de curado el módulo de rotura fue del 22.53% de la resistencia a la compresión, a los 28 días de curado fue de 21.44% de la resistencia a la compresión.

4.7 Relación entre la Resistencia a la Compresión y el Módulo de Elasticidad

Tabla 153: *Correlación preliminar entre la Resistencia a la Compresión y el Módulo de Rotura*

Días de Curado	RELACION ENTRE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c) Y MÓDULO DE ELASTICIDAD (ME)	
	7	28
Concreto Autocompactante Patrón (kg / cm2)	Ec= 15320.07 x √(f'c)	Ec= 15419.80 x √(f'c)
Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento (kg / cm2)	Ec= 15461.36 x √(f'c)	Ec= 15461.20 x √(f'c)
Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento (kg / cm2)	Ec= 16375.23 x √(f'c)	Ec= 16374.89 x √(f'c)

Fuente: Elaboración Propia

Para el concreto autocompactante patrón a los 7 días de curado el módulo de elasticidad fue de $E_c = 15320.07\sqrt{f'c} (kgf/cm^2)$, a los 28 días de curado fue de $E_c = 15419.80\sqrt{f'c} (kgf/cm^2)$. Para el concreto autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas por bolsa de cemento a los 7 días de curado el módulo de elasticidad fue de $E_c = 15461.36\sqrt{f'c} (kgf/cm^2)$, a los 28 días de curado fue de $E_c = 15461.2\sqrt{f'c} (kgf/cm^2)$. de la resistencia a la compresión. Para el concreto autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas por bolsa de cemento a los 7 días de curado el módulo de elasticidad fue de $E_c = 16375.23\sqrt{f'c} (kgf/cm^2)$. de la resistencia a la compresión, a los 28 días de curado fue de $E_c = 16374.89\sqrt{f'c} (kgf/cm^2)$.



4.8 Resultado de costos por metro cubico de concreto

4.8.1 Costos por insumo para la fabricación de 1 metro cubico de concreto

Tabla 154: *Resumen Comparativo de los costos de insumos del CAC*

TIPO	TOTAL (S/.)
CAC PATRÓN	333.3
CAC CON 100 GR. DE FIBRA SINTETICA POR BOLSA DE CEMENTO	377.0
CAC CON 200 GR. DE FIBRA SINTETICA POR BOLSA DE CEMENTO	420.8

Fuente: Elaboración Propia

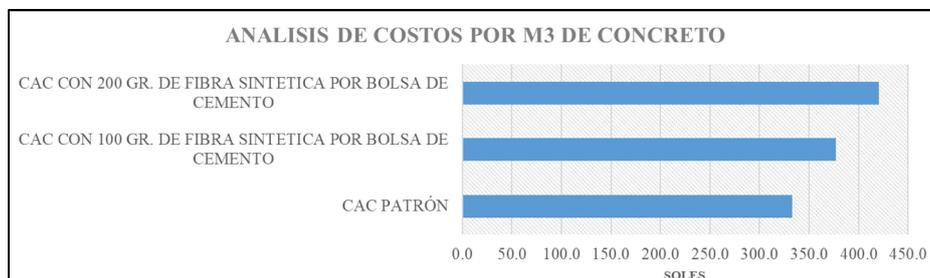


Figura 89: *Cuadro comparativo de Costos*

Fuente propia

4.8.2 Costos por partida para la fabricación de 1 metro cubico de concreto

Tabla 155: *Resumen Comparativo de los costos por partida del CAC*

TIPO	TOTAL (S/.)
CAC PATRÓN	380.2
CAC CON 100 GR. DE FIBRA SINTETICA POR BOLSA DE CEMENTO	423.9
CAC CON 200 GR. DE FIBRA SINTETICA POR BOLSA DE CEMENTO	467.7

Fuente: Elaboración Propia

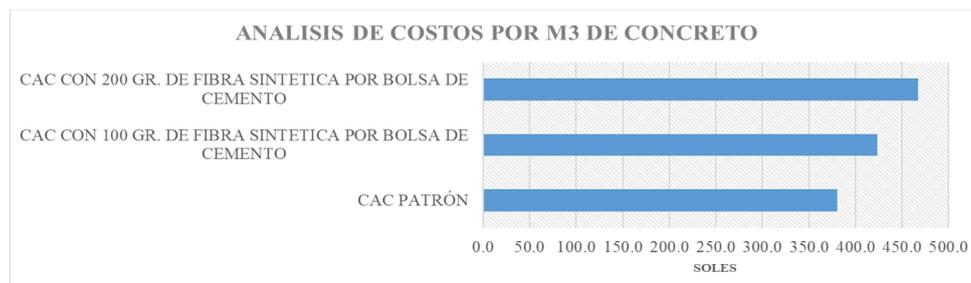


Figura 90: *Cuadro comparativo de Costos*

Fuente propia



Capítulo V: Discusión

La presente investigación buscó innovar mediante el uso de la metodología del ACI 237R-07 para el desarrollo de Concreto autocompactante haciendo uso de materiales locales, cuidando la calidad del concreto para su obtención y posterior evaluación, fomentando así el desarrollo de la metodología. Durante el proceso investigativo se abordaron ciertas discusiones presentadas a continuación.

5.1 Contrastes de resultados con referentes del marco teórico

1. ¿La mezcla desarrollada alcanzó los valores de diseño en fresco mediante el uso del aditivo Eucoplast 8500 HP para la obtención de Concreto Autocompactante?

El aditivo Eucoplast 8500 HP es un aditivo reductor de agua de alto rango, de tipo policarboxilato de fácil acceso, indicado para la fabricación de concretos autocompactantes en climas fríos, asegurando así el cumplimiento de los requisitos de las directrices europeas para el concreto autocompactante y del ACI 237R-07 Rev. 2019 como se muestra en la tabla 118.

2. ¿Por qué se emplearon los parámetros escogidos para el diseño de mezcla del concreto autocompactante?

En el diseño de mezcla se dosificó respetando los parámetros y pasos del ACI 237R-07 para la obtención de las características de autocompactabilidad del concreto.

El diseño fue para obtener un flujo de revenimiento mayor a 650 mm como se muestra en la tabla 119, además se dosificó el concreto para que sea de múltiples usos como se muestra en la tabla 62.

El uso de piedra de tamaño máximo nominal de 1/2" corresponde a la mejora de las características en estado fresco del concreto autocompactante, como se muestra en los anexos se realizó una comparación del índice de estabilidad visual en el que se observa mayor cantidad de gruesos de gran tamaño en los ensayos con piedra de tamaño máximo nominal de 3/4".

Como contenido inicial de agregado grueso el ACI 237R-07 nos indica que el 50% del total del volumen de concreto debe ser llenado con el volumen del peso unitario compactado (bulk dry density) del agregado grueso, tomándose así el valor de 50% como se presenta en los anexos este se redujo a 48% para alcanzar mayores valores de flujo de asentamiento y mejorar las características en estado fresco.

Para seleccionar el contenido de cemento se inició con el valor de 415 kg/m³, no alcanzando el valor requerido de flujo de asentamiento especificado en el anexo, según la norma ACI 237R-07 para alcanzar mayores valores de flujo de asentamiento y prevenir la segregación es



necesario incrementar el contenido de pasta incrementando de esta forma la cantidad de finos, aumentando la cantidad de cemento hasta 465 kg/m³.

La relación agua/cemento escogida fue el valor límite de acuerdo a la tabla 117.

La elección de estos parámetros respeta los valores establecidos de acuerdo al ACI 237R-07 encontrados en la tabla 118 además nos permitió alcanzar las características de concreto autocompactante deseados respetando las Directrices Europeas y el ACI 237R.

3. ¿Porque se ha lavado el material utilizado (agregado grueso y fino)?

Se procedió al lavado del agregado debido al material deleznable presentes en la superficie del agregado, este puede disminuir la resistencia del concreto, es por este motivo que se realizó el lavado dando resultados óptimos para la fabricación de concreto y posterior evaluación de las propiedades mecánicas como se muestra en el capítulo de resultados.

4. ¿Por qué se eligió el uso de 100 gr. y 200 gr. de fibra sintética SikaCem®-1 Fiber para el desarrollo de la investigación?

De acuerdo a la ficha técnica del producto SikaCem®-1 Fiber el valor recomendado es de una bolsa de 100 gr por cada bolsa de cemento para todo tipo de concreto, es así que se duplico la dosis para obtener mejores resultados en las características mecánicas.

5. ¿Cuál es la relación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión?

De acuerdo al (National Ready Mixed Concrete Association, 2000), el Módulo de Rotura es cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión, en dependencia del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado, sin embargo, la mejor correlación para los materiales específicos es obtenida mediante ensayos de laboratorio para los materiales dados y el diseño de la mezcla.

Los valores obtenidos en la investigación se asemejan a los indicados por la NRMCA encontrándose por encima del límite superior, donde se obtuvieron para el concreto autocompactante patrón a los 7 días de curado el módulo de rotura fue del 19.92% de la resistencia a la compresión, a los 28 días de curado fue de 21.23% de la resistencia a la compresión. Para el concreto autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas por bolsa de cemento a los 7 días de curado el módulo de rotura fue del 21.13% de la resistencia a la compresión, a los 28 días de curado fue de 21.16% de la resistencia a la compresión. Para el concreto autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas por bolsa de cemento a los 7 días de curado el módulo de rotura fue del 22.53% de la resistencia a la compresión, a los 28 días de curado fue de 21.44% de la resistencia a la compresión. Estos valores mayores se deben al tipo de concreto desarrollado, la metodología de diseño y el uso de fibra sintética, observándose de esta forma una mejora en la resistencia a la flexión.



6. ¿Cuál es la relación entre el módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión?

De acuerdo a la norma técnica de edificación E.060 Concreto Armado y también encontrado en el ACI 237R-07 (Para una densidad normal de concreto), la ecuación desarrollada para el cálculo del módulo de elasticidad es la siguiente; $E_c = 15100 \sqrt{f'_c} (kgf/cm^2)$.

En la presente investigación se desarrollaron las siguientes ecuaciones preliminares para el cálculo de módulo de elasticidad. Para el concreto autocompactante patrón a los 7 días de curado el módulo de elasticidad fue de $E_c = 15320.07 \sqrt{f'_c} (kgf/cm^2)$, a los 28 días de curado fue de $E_c = 15419.80 \sqrt{f'_c} (kgf/cm^2)$. Para el concreto autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas por bolsa de cemento a los 7 días de curado el módulo de elasticidad fue de $E_c = 15461.36 \sqrt{f'_c} (kgf/cm^2)$, a los 28 días de curado fue de $E_c = 15461.2 \sqrt{f'_c} (kgf/cm^2)$. de la resistencia a la compresión. Para el concreto autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas por bolsa de cemento a los 7 días de curado el módulo de elasticidad fue de $E_c = 16375.23 \sqrt{f'_c} (kgf/cm^2)$. de la resistencia a la compresión, a los 28 días de curado fue de $E_c = 16374.89 \sqrt{f'_c} (kgf/cm^2)$. Donde se observa que los valores obtenidos se encuentran por encima de la formula encontrada en la normativa, debido al tipo de concreto desarrollado, la metodología de diseño y el uso de fibra sintética, observándose de esta forma una mejora en el módulo de elasticidad del concreto.

5.2 Interpretación de los resultados encontrados en la investigación

1. ¿La evolución de las propiedades mecánicas del Concreto Autocompactante reforzado con fibra sintética SikaCem®-1 Fiber es semejante al del Concreto autocompactante patrón?

El peso unitario obtenido al transcurrir 28 días de curado para el concreto patrón fue de 2888.0 kg/m³, para el concreto con 100 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento el peso unitario obtenido al transcurrir 28 días de curado para el concreto patrón fue de 2301.9 kg/m³ y finalmente para el concreto con 200 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento el peso unitario obtenido al transcurrir 28 días de curado fue de 2391.9 kg/m³. Se observa que la presencia de fibra sintética en el concreto genera que el peso volumétrico aumente siendo este directamente proporcional de acuerdo a la tabla 119, encontrándose una mejora del 0.61% adicionando 100 gramos de Fibra Sintética Sikacem-1 Fiber por bolsa de cemento y una mejora del 4.54% al adicionar 200 gramos de Fibra Sintética Sikacem-1 Fiber por bolsa de cemento, ambos con respecto al concreto patrón.

La resistencia a la compresión obtenida al transcurrir 28 días de curado para el concreto patrón fue de 271.3 kg/cm², para el concreto con 100 gr. de fibra sintética por bolsa de



cemento la resistencia a la compresión obtenida al transcurrir 28 días fue de 289.3 kg/cm² y finalmente para el concreto con 200 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento la resistencia a la compresión obtenida al transcurrir 28 días de curado fue de 302.2 kg/cm². Se observa que la presencia de fibra sintética en el concreto genera que la resistencia a la compresión aumente siendo este directamente proporcional de acuerdo a la tabla 120, encontrándose una mejora del 6.61% adicionando 100 gramos de Fibra Sintética Sikacem-1 Fiber por bolsa de cemento y una mejora del 11.39% al adicionar 200 gramos de Fibra Sintética Sikacem-1 Fiber por bolsa de cemento, ambos con respecto al concreto patrón.

El módulo de ruptura obtenido al transcurrir 28 días de curado para el concreto patrón fue de 57.6 kg/cm², para el concreto con 100 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento el módulo de ruptura obtenido al transcurrir 28 días de curado fue de 61.2 kg/cm² y finalmente para el concreto con 200 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento el módulo de ruptura obtenido al transcurrir 28 días de curado fue de 64.8 kg/cm². Se observa que la presencia de fibra sintética en el concreto genera que el módulo de ruptura aumente siendo este directamente proporcional de acuerdo a la tabla 121, encontrándose una mejora del 6.27 % adicionando 100 gramos de Fibra Sintética Sikacem-1 Fiber por bolsa de cemento y una mejora del 12.47 % al adicionar 200 gramos de Fibra Sintética Sikacem-1 Fiber por bolsa de cemento, ambos con respecto al concreto patrón.

El módulo de elasticidad obtenido al transcurrir 28 días de curado para el concreto patrón fue de 253996.0 kg/cm², para el concreto con 100 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento el módulo de elasticidad obtenido al transcurrir 28 días de curado para el concreto patrón fue de 262958.1 kg/cm² y finalmente para el concreto con 200 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento el módulo de elasticidad obtenido al transcurrir 28 días de curado fue de 284670.7 kg/cm². Se observa que la presencia de fibra sintética en el concreto genera que el módulo de elasticidad aumente siendo este directamente proporcional de acuerdo a la tabla 122, encontrándose una mejora del 3.53 % adicionando 100 gramos de Fibra Sintética Sikacem-1 Fiber por bolsa de cemento y una mejora del 12.08 % al adicionar 200 gramos de Fibra Sintética Sikacem-1 Fiber por bolsa de cemento, ambos con respecto al concreto patrón.

5.3 Comentario de la demostración de la hipótesis

1. ¿La adición de Fibra sintética SikaCem®-1 Fiber en el Concreto Autocompactante resulta favorable para sus propiedades mecánicas?

Tras la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto autocompactante, se presentó una mejora parcial en estas, ya que el peso unitario del concreto con adición de 100 gr. de



fibra sintética por bolsa de cemento obtuvo un peso unitario de 2301.9 kg/m³ mejorando un 0.61% respecto al concreto patrón, una resistencia a la compresión de 289.3 kg/cm² mejorando un 6.61 % respecto al concreto patrón, el módulo de elasticidad fue de 262958.1 kg/cm² mejorando un 3.53% respecto al concreto patrón y el módulo de ruptura es fue de 61.2 kg/cm² mejorando un 6.27% respecto al concreto patrón. Con el concreto con adición de 200 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento obtuvo un peso unitario de 2391.9 kg/m³ mejorando un 4.54% respecto al concreto patrón, una resistencia a la compresión de 302.2 kg/cm² mejorando un 11.39% respecto al concreto patrón, el módulo de elasticidad fue de 284670.7 kg/cm² mejorando un 12.08% respecto al concreto patrón y el módulo de ruptura es fue de 64.8 kg/cm² mejorando un 12.47% respecto al concreto patrón

5.4 Aporte de la investigación

1. ¿Por qué se desarrolló la dosificación de la mezcla para la obtención de CAC mediante la metodología del ACI 237R-07?

El American Concrete Institute (ACI) es un organismo de los Estados Unidos de América, que desarrolla estándares, normas y recomendaciones técnicas respecto al Concreto, siendo sus estándares ampliamente utilizados para el desarrollo del concreto, se buscó innovar aplicando la metodología del ACI 237R-07 re-aprobada en el 2019 para el desarrollo del diseño de mezcla de concreto autocompactante con materiales locales, logrando así alcanzar las características exigidas por las normativas utilizadas.

2. ¿Por qué se evaluaron las propiedades de la mezcla en estado fresco del CAC mediante las Directrices Europeas para el Hormigón Autocompactante y del ACI 237R-07?

El diseño de mezcla realizado mediante la normativa americana fue puesto a prueba de acuerdo a los parámetros del ACI y ASTM además de las Directrices Europeas para el Hormigón Autocompactante del año 2006 siendo estas últimas más específicas y con mayor clasificación del concreto autocompactante respecto a su predecesora del año 2002, conociendo así la clasificación de acuerdo a las características que hacen que sea autocompactante y el uso que se puede dar a un determinado tipo de concreto autocompactante. El uso del ACI 237R-07 también de ultima versión, revisada en el 2019.

3. ¿Por qué se utilizó solo cemento como material fino menor a 0.125 mm.?

De acuerdo a la información del marco teórico se eligió el desarrollo de concreto autocompactante mediante el uso de un alto contenido de finos y aditivo reductor de agua de alto rango. Los finos menores a 0.125 mm. se pueden encontrar en cemento, cenizas volantes, escoria granular de alto horno, finos de piedra caliza u otro filler no cementante, siendo un



inicio para el desarrollo de la metodología del ACI 237R-07 con materiales del medio mediante el uso de cemento sin la combinación con otros materiales menores a 0.125mm.

5.5 Incorporación de temas que se han presentado durante el proceso de la investigación que no estaba considerado dentro de los objetivos de la investigación.

1. Diseño de mezcla de concreto autocompactante mediante la metodología ACI 237R-07

Durante el proceso de investigación se realizó un diseño de mezcla para poder alcanzar las propiedades autocompactantes del concreto requeridas, se realizaron ajustes en la dosificación para para poder cumplir las especificaciones de las normas utilizadas, evaluándose las características de capacidad de paso, capacidad de relleno y resistencia a la segregación propias del concreto autocompactante, llegando de esta manera a cumplirse dichas características.

2. Evaluación estadística de los datos

Mediante procesos estadísticos descritos en el marco teórico se desarrolló una serie de procedimientos a los resultados obtenidos de la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto autocompactante como del concreto autocompactante adicionando fibras sintéticas, cumpliendo los valores obtenidos en las especificaciones encontradas de los estándares del ACI y ASTM.



Glosario

- Aditivo: Es una sustancia de naturaleza orgánica o inorgánica la cual tiene como objetivo el modificar las propiedades de los materiales conglomerantes el concreto en estado fresco o endurecido, este es adicionado a la mezcla antes o durante el proceso del mezclado.
- Aditivos superplastificantes: es un tipo de aditivo que se añade a la mezcla del concreto permitiendo reducir el agua de mezclado e incrementar su fluidez proporcionando una consistencia más “líquida” a la mezcla sin necesidad de añadir más agua.
- Agregado: también llamados áridos, son un conjunto de gránulos o partículas de origen natural o artificial están destinados a ser aglomerantes y que en presencia de agua y de cemento forman el concreto.
- Agregado fino: es el conjunto de partículas inorgánicas de origen pétreo que pasan completamente por el tamiz de 3/8” y como mínimo pasan en un 95% el tamiz n°04, quedando retenido en el tamiz N° 200.
- Agregado grueso: también llamado grava, piedra triturada o chancada, es el conjunto de partículas inorgánicas de origen pétreo que queda retenido mínimamente un 95% en el tamiz N° 04 o superior.
- Revenimiento: se trata de una medida de consistencia del concreto para determinar el grado de fluidez de la mezcla e indica que tan seco o fluido está el concreto, es decir mide la facilidad con la que el concreto puede ser manipulado o trabajado.
- CAC: Concreto Autocompactante.
- Cangrejera: se refiere a una zona de vacío o bolsa de aire en la cual se observa una separación o pérdida de agregados finos por causa de la segregación del concreto en el proceso del vaciado. Estas imperfecciones pueden generar daños en los elementos estructurales.
- Cemento portland: es un tipo de cemento de características hidráulicas, es decir, con la característica de fraguar y endurecerse al entrar en contacto con el agua. Se obtiene por la pulverización del Clinker portland y la adición eventual de yeso natural.
- Compactación del concreto: es el proceso por el cual se trata de aumentar la densidad de la masa del concreto, que está todavía blanda, y así reducir a un mínimo la cantidad de vacíos, de esta manera reducimos el aire atrapado en la mezcla fresca y el método utilizado dependerá de su consistencia.



- Compresión axial: se trata del esfuerzo que actúa de manera, perpendicular a la superficie del elemento sobre el que se aplica una fuerza de compresión en el eje longitudinal del cuerpo y este esfuerzo es distribuido sobre toda su superficie.
- Concreto autocompactante: es un tipo de concreto diseñado para que pueda ser colocado sin necesidad de realizar el vibrado ya que se compacta por efecto de la gravedad, fluyendo entre los encofrados y las armaduras de acero gracias a su viscosidad, conservando sus propiedades de homogeneidad y estabilidad de modo que no se producen sangrado ni bloqueo del agregado grueso.
- Concreto: es una mezcla heterogénea cuidadosamente proporcionada constituida básicamente por cemento, agua, agregado grueso, fino y aire, el cual puede ser incluido de forma artificial o natural, en algunos casos también se le pueden adicionar materiales como aditivos o fibras para poder mejorar sus propiedades ya sea en fresco o endurecido.
- Cuarteo: es un método de selección de muestras de suelos o agregados pétreos que consiste en reducir una muestra inicial de suelo o agregado a cantidades cada vez menores viendo que las mismas sean representativas y lo más homogéneas posibles y eligiendo estas para posteriores ensayos.
- Estabilidad: se refiere a la capacidad de los componentes de la mezcla para resistir la segregación y el asentamiento a medida que la mezcla de concreto no tenga perturbaciones es decir cuando la mezcla este quieta ya sea esperando a ser vaciada o en el encofrado.
- Fibra sintética: es un material artificial el cual tiene forma de hilo con diámetros que varían desde 0.05 a 4mm y con una longitud de 10 a 150mm, son fabricados con materiales sintéticos y se le agregan al concreto para aportarle características especiales o variar sus propiedades mecánicas, esto debido a que los materiales sintéticos con las que son fabricadas pueden resistir la alcalinidad el concreto y las condiciones adversas del ambiente.
- Fisuras: son hendiduras delgadas que aparecen en la superficie de los materiales como el concreto debido a la existencia de tensiones externas o internas superiores a la capacidad resistente de estos, esta hendidura es poco profunda y tiene una abertura menor a 1mm.
- Fluidez: es una propiedad que permite al concreto fresco poder comportarse como un fluido debido a una menor viscosidad y de esta manera poder llenar los espacios del encofrado tomando finalmente la forma del encofrado o molde en el que se coloque la mezcla del concreto.
- Granulometría: es la distribución de los tamaños de un agregado ya sea fino o grueso o suelo, realizado a través de tamices normalizados, con fines de análisis, tanto de su origen



como de sus propiedades mecánicas y el cálculo de la abundancia de cada tamaño en la muestra de agregado o suelo.

- Grietas: es una hendidura de un ancho mayor a 1mm que se origina en un material como el concreto producido por diferentes causas tales como acciones externas o defectos del material que pueden generar efectos negativos en la estructura como la corrosión de la armadura.

- HAC: Hormigón Autocompactante.

- Propiedades mecánicas: son las propiedades que permiten al concreto poder soportar las diferentes cargas que se le apliquen sin agrietarse o que pueda romperse como por ejemplo la resistencia a la compresión, módulo de elasticidad, etc.

- Resistencia a la compresión: es la principal propiedad mecánica del concreto, la cual indica la fuerza máxima aplicada en el eje axial que soporta un elemento de concreto de una determinada sección antes de romperse.

- Resistencia a la flexión: es la capacidad de un material para soportar fuerzas aplicadas perpendicularmente a su eje longitudinal y en el caso del concreto mide la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada.

- Rileem: The International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures (Unión Internacional de Laboratorios y expertos en materiales de la construcción, sistemas y estructuras)

- SCC: Self Compacting Concrete (Concreto Autocompactante)

- Segregación: es la separación de los componentes de la mezcla del concreto una vez amasado, provocando que la mezcla de concreto fresco presente una distribución de sus áridos no uniforme.

- Trabajabilidad: es la propiedad del concreto que determina el esfuerzo requerido para poder manipular una cierta cantidad de mezcla de concreto fresco, esta propiedad está ligada a la fluidez o consistencia que se mide a través de la prueba de revenimiento.

- Vaciado: se refiere a la colocación del concreto dentro de un molde o encofrado el cual se realiza mediante diferentes métodos debido a la cantidad de concreto a ser colocado y los elementos estructurales en los cuales será colocado.

- Vibración mecánica: se refiere a la acción de someter el concreto fresco a vibraciones de alta frecuencia inmediatamente después de ser vaciado, mediante vibradores mecánicos para poder obtener una consistencia un poco más fluida permitiendo cubrir los espacios del encofrado de manera más homogénea.



- Viscosidad: se refiere a la resistencia de que tienen un fluido líquido a poder fluir o avanzar libremente sobre una superficie debido a la resistencia que tienen las partículas del fluido a separarse.



Conclusiones

Conclusión N°01

No se logró demostrar la hipótesis general que indica “Las propiedades mecánicas del concreto autocompactante mejoran significativamente al adicionar fibras Sikacem-1 Fiber”. Debido a que, si existe mejora en las propiedades mecánicas, pero esta no es significativa. Observándose en las propiedades de peso unitario como indica la tabla 145, resistencia a la compresión como indica la tabla 146, módulo de rotura como indica la tabla 146 y el módulo de elasticidad como indica la tabla 148, donde el concreto autocompactante con adición de fibra sintética Sikacem-1 Fiber respecto al concreto autocompactante patrón presenta una ligera mejora. También observado en la siguiente tabla resumen de propiedades mecánicas:

Tabla 156: *Resumen de las propiedades mecánicas del Concreto Autocompactante a los 28 días de curado*

	PESO UNITARIO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	MODULO DE ROTURA	MODULO DE ELASTICIDAD
	kg/m ³	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
Concreto Autocompactante Patrón	2288.0	271.3	57.6	253996.0
Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento	2301.9	289.3	61.2	262958.1
Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento	2391.9	302.2	64.8	284670.7

Fuente: Elaboración Propia

Se demostró la Sub-hipótesis N°01 que indica: “El uso de fibras sintéticas Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento permite desarrollar un aumento en la resistencia a la compresión del concreto autocompactante”. Esto se puede apreciar tanto en la tabla 146 como en la Figura 80, donde se observa un incremento de la resistencia a la compresión del concreto autocompactante con adición de fibra sintética Sikacem-1 Fiber respecto al concreto autocompactante patrón. A los 28 días de curado el concreto autocompactante patrón alcanzo una resistencia de 271.3 kg/cm², para el concreto con 100 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento la resistencia a la compresión obtenida al transcurrir 28 días fue de 289.3 kg/cm² y finalmente para el concreto con 200 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento la resistencia a la compresión obtenida al transcurrir 28 días de curado fue de 302.2 kg/cm².



Tabla 157: *Resumen de la Resistencia a la Compresión del Concreto Autocompactante*

	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
	kg/cm ²
Concreto Autocompactante Patrón	271.3
Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®- 1 FIBER por bolsa de cemento	289.3
Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®- 1 FIBER por bolsa de cemento	302.2

Fuente: Elaboración Propia

Conclusión N°03

Se logro demostrar la Sub-hipótesis N°02 que indica “El módulo de elasticidad del concreto autocompactante con adición de fibras Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento presenta un aumento por ser directamente proporcional a la resistencia a la compresión”. Esto se puede apreciar tanto en la tabla 148 como en la Figura 84, donde se observa un incremento en el módulo de elasticidad del concreto autocompactante con adición de fibra sintética Sikacem-1 Fiber respecto al concreto autocompactante patrón. El módulo de elasticidad obtenido al transcurrir 28 días de curado para el concreto patrón fue de 253996.0 kg/cm², para el concreto con 100 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento el módulo de elasticidad obtenido al transcurrir 28 días de curado para el concreto patrón fue de 262958.1 kg/cm² y finalmente para el concreto con 200 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento el módulo de elasticidad obtenido al transcurrir 28 días de curado fue de 284670.7 kg/cm².



Tabla 158: *Resumen del Módulo de Elasticidad del Concreto Autocompactante*

	MODULO DE ELASTICI DAD
	kg/cm ²
Concreto Autocompactante Patrón	253996.0
Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®- 1 FIBER por bolsa de cemento	262958.1
Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®- 1 FIBER por bolsa de cemento	284670.7

Fuente: Elaboración Propia

Conclusión N°04

Se logró demostrar la Sub-hipótesis N°03 que indica “El concreto autocompactante con adición de fibras sintéticas presenta un aumento en el módulo de ruptura al adicionar fibras Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento”. Esto se puede apreciar tanto en la tabla 147 como en la Figura 82, donde se observa un incremento en el módulo de rotura del concreto autocompactante con adición de fibra sintética Sikacem-1 Fiber respecto al concreto autocompactante patrón. El módulo de rotura obtenido al transcurrir 28 días de curado para el concreto patrón fue de 57.6 kg/cm², para el concreto con 100 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento el módulo de ruptura obtenido al transcurrir 28 días de curado fue de 61.2 kg/cm² y finalmente para el concreto con 200 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento el módulo de ruptura obtenido al transcurrir 28 días de curado fue de 64.8 kg/cm².



Tabla 159: *Resumen del Módulo de Rotura del Concreto Autocompactante*

	MODULO DE ROTURA
	kg/cm ²
Concreto Autocompactante Patrón	57.6
Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®- 1 FIBER por bolsa de cemento	61.2
Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®- 1 FIBER por bolsa de cemento	64.8

Fuente: Elaboración Propia

Conclusión N°05

Se logró demostrar la Sub-hipótesis N°04 que indica: “La variación del peso unitario del concreto autocompactante adicionando fibra sintética Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento no es significativa siendo semejante al concreto autocompactante patrón.” Esto se puede apreciar tanto en la tabla 145 como en la Figura 79, donde se observa un incremento en el módulo de rotura del concreto autocompactante con adición de fibra sintética Sikacem-1 Fiber respecto al concreto autocompactante patrón. El peso unitario obtenido al transcurrir 28 días de curado para el concreto patrón fue de 2888.0 Kg/m³, para el concreto con 100 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento el peso unitario obtenido al transcurrir 28 días de curado para el concreto patrón fue de 2301.9 Kg/m³ y finalmente para el concreto con 200 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento el peso unitario obtenido al transcurrir 28 días de curado fue de 2391.9 Kg/m³.



Tabla 160: *Resumen del Peso Unitario del Concreto Autocompactante*

	PESO UNITARIO
	kg/m ³
Concreto Autocompactante Patrón	2288.0
Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®- 1 FIBER por bolsa de cemento	2301.9
Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®- 1 FIBER por bolsa de cemento	2391.9

Fuente: Elaboración Propia



Recomendaciones

Recomendación N° 01

Se recomienda realizar otros ensayos aumentando la cantidad de fibras sintéticas por bolsa de cemento y su influencia al introducir dichos valores en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante.

Recomendación N° 02

Se recomienda realizar más ensayos como la tracción indirecta a especímenes cilíndricos para obtener un análisis más completo de la influencia de la adición de fibra sintética en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante.

Recomendación N° 03

Antes del proceso de mezclado se recomienda mezclar previamente los agregados con la fibra sintética para que de esta forma la muestra sea homogénea evitando cúmulos en esta.

Recomendación N° 04

Se recomienda el uso de otros materiales que sean menores a 0.125 en combinación con el cemento para poder desarrollar concreto autocompactante y adicionarle fibra sintética para evaluar sus propiedades mecánicas.

Recomendación N° 05

Se recomienda para futuras investigaciones evaluar el concreto con adición de fibra sintética a edades mayores a los 28 días, para verificar si la resistencia a compresión sigue incrementándose con el paso del tiempo.

Recomendación N° 06

Se recomienda realizar más ensayos para obtener las diferentes propiedades en fresco del concreto autocompactante encontrados en las diferentes normativas para concreto autocompactante.

Recomendación N° 07

Se recomienda realizar diferentes dosificaciones de concreto autocompactante para obtener el diseño de mezcla que alcance las propiedades en estado fresco deseadas.



2 Referencias

- Abanto Castillo, F. (1996). *Tecnología del Concreto (Teoría y problemas)*. Lima: San Marcos.
- ACI 211.1-91. (1991). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. Michigan: American Concrete Institute.
- ACI 214R-11. (2011). *ACI 214R-11 Guide to Evaluation of Strength Test Results of Concrete*. Michigan: American Concrete Institute.
- ACI 237R-07. (2007). *ACI 237R-07 Self-Consolidating Concrete reported by ACI Comitee 237*. Michigan: American Concrete Institute.
- Antillón, J. (2016). USO DE FIBRAS EN EL CONCRETO. *CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA EN CONCRETO*, 28-29.
- ASTM C1611/1611M. (2014). *Standard Test Method for Slump Flow of Self-Consolidating Concrete*. Pensilvania: ASTM International.
- ASTM E178-16. (2016). *Standard Practice for Dealing With Outlying Observations*. ASTM Internacional: Pensilvania.
- Bernabeu, L. (2000). Brite EuRam Program: Rational production and improved working environment through using self compacting concrete. *Production system for civil engineering*. , 1-40.
- BIBM, CEMBUREAU, EFCA, EFNARC, ERMCO. (2005). *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete - Specification, Production and Use*.
- Billberg, P. (1999). Influence of filler characteristics on scc rheology and early hydration. *Second International Symposium on Self-Compacting Concrete*, 285-294.
- Cegarra Sánchez, J. (2011). *Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos.
- Correia Gomez, P., & Rodrigues de Barros, A. (2009). *Metodos de Dosagem de Concreto Autoadensável*. São Paulo: PINI Ltda.
- Daczko, J. (2012). *Self-Consolidating Concrete: Applying What We Know*. Abingdon: Spon Press.
- de Araújo Calado, C., Camões, A., Jalali, S., & Barkokebas Júnior, B. (2015). *Concreto Auto-Adensável (CAA), Mais do que Alternativa ao Concreto Convencional (CC)*. Recife: Editora da Universidade de Pernambuco.
- E.060. (2009). *Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto armado*. Lima: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- Gomes, P. C. (2002). *Optimization and characterization of high-strength self-compacting concrete*. Cataluña: Tesis - Escuela Tecnica Superior .
- Gonzalez, F. (2004). *Manual de Supervision de Obras de Concreto - 2b*. México DF: Editorial Limusa.
- Guo, Y., Wu, J., Wang, C., & Zhang, F. (2020). Study on the influence of the shape and size of coarse aggregate on the strength of concrete. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 780 (págs. 1-6). Hebei: IOPscience.
- Harmsen, T. (2005). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Lima: Fondo Editorial PUCP.



- Hartmann, C., & Helene, P. (2002). *Avaliação de aditivos superplastificantes base policarboxilatos destinados a concretos de cimento Portland*. São Paulo: Universidad de São Paulo.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico DF: McGraw-Hill Education.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (2006). Pruebas de Resistencia a la Compresion del Concreto. *Construcción y Tecnología*, 19-22.
- León Parra, L., & Eguez Álava, H. (2009). *Diseño de Mezclas para Hormigón Autocompactante*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- National Ready Mixed Concrete Association. (1994). *CIP 24 - Fibras Sinteticas para el concreto*. Maryland: NRMCA.
- National Ready Mixed Concrete Association. (2000). *CIP 16: Resistencia a Flexión del Concreto*. Maryland: NRMCA.
- National Ready Mixed Concrete Association. (2004). *CIP 37 - Concreto Autocompactante (CAC)*. Maryland: NRMCA.
- NTP 339.034. (2008). *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*. Lima: Indecopi.
- NTP 339.078. (2012). *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*. Lima: Indecopi.
- NTP 339.185. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima: Indecopi.
- NTP 400.011. (2008). *AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)*. LIMA: INDECOPI.
- NTP 400.021. (2002). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*. Lima: Indecopi.
- NTP 400.022. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Lima: Indecopi.
- NTP 400.037. (2014). *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Lima: Indecopi.
- NTP-400.017. (2011). *Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados*. Lima: Indecopi.
- Okamura, H. (1997). Self-Compacting High-Performance Concrete. *Concrete International*, 19(7), 50-54.
- Okamura, H., & Ouchi, M. (1999). Self-compacting concrete. Development, present use and future. *Proceedings*, 3-14.
- Okamura, H., & Ouchi, M. (2003). Self Compacting Concrete. *Jornal of Advanced Concrete Technology*, 5-15.
- Pascual, J., Frías, D., & García, F. (1996). *Manual de psicología experimental: Metodología de la Investigación*. Barcelona: Ariel.



- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Temas de Tecnología del Concreto en el Perú*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Pop, I. (2014). *Bond between Self-Compacting Concrete and Reinforcement*. Gent: Ghent University.
- QSI Perú S.A. (2019). *Neoplast 8500 HP®*. Lima: QSI Perú S.A.
- Rivva López, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Lima: Capítulo Peruano ACI.
- Sanchez de Guzman, D. (2001). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO*. Bogotá: Bhandar Editores Ltda.
- SIKA . (2011). *CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS*. Lima: Sika Perú S.A.
- SIKA®. (2019). *SikaCem®-I Fiber*. Lima: SIKA®.
- Talento Inmobiliario (Dirección). (2017). *Colocación de Concreto en Losa* [Película].
- Tutikian, B. F., & Dal Molin, D. C. (2008). *Concreto Auto-Adensável*. São Paulo: Editora PINI Ltda.
- Van Aken, D., & Hosford, W. (2008). *Reporting Results: A Practical Guide for Engineers and Scientists*. New York: Cambridge University Press.
- Vargas Salazar, R., & Sciaraffia Pérez, R. (2006). Diseño y evaluación de hormigones autocompactantes. *Revista Ingeniería de Construcción*, 57-100.
- Vergara, F. (2013). Cemento y sus especificaciones en las normas ASTM. *Mente & Materia*, 6-7.
- Vidaud, E. (2013). Fisuras en el Concreto ¿Síntoma o Enfermedad? *Construcción y Tecnología en concreto*, 20-23.
- Vilanova, Á., J. F., & Agranati, G. (2010). Evaluación de los modelos ACI-08, Eurocodigo 2 y EHE-08, para estimar las propiedades mecánicas del hormigon autocompactable. *Informes de la Construcción*, 43-55.
- Walraven, J. (2003). Structural aspects of self compacting concrete. *Proceedings of 3rd RILEM International Symposium on Self Compacting Concrete*, 15-22.
- Yura. (2014). *Cemento Portland Puzolánico Yura IP - Alta Durabilidad*. Arequipa: Yura.



Anexos

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	INDICADORES
GENERAL				
¿Cuál será la evaluación de las propiedades mecánicas de un concreto autocompactante con adición de fibras Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento?	Evaluar las propiedades mecánicas de un concreto autocompactante con adición de fibras Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento.	Las propiedades mecánicas del concreto autocompactante mejoran significativamente al adicionar fibras Sikacem-1 Fiber.	Propiedades Mecánicas	Valor de la resistencia a la compresión. Valor del módulo de Elasticidad. Valor del Módulo de Ruptura. Valor del peso unitario.
ESPECIFICO				
¿Cuál es la influencia en la adición de fibras sintéticas Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento en la resistencia a la compresión del concreto autocompactante?	Determinar la influencia en la adición de fibras Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento en la resistencia a la compresión del concreto autocompactante.	El uso de fibras sintéticas Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento permite desarrollar un aumento en la resistencia a la compresión del concreto autocompactante.	Valor de la resistencia a la compresión	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de bolsas y peso en kilogramos de fibras. - Cantidad de bolsas y peso en kilos de cemento. - Granulometría, módulo de fineza y contenido de humedad de agregado fino. - Granulometría y contenido de humedad de agregado grueso. - Peso en litros de agua. -Peso en litros de Superplastificante.
¿Cuál es la variación del módulo de elasticidad del concreto autocompactante con adición de fibras sintéticas Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento?	Determinar la variación del módulo de elasticidad del concreto autocompactante con adición de fibras Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento.	El módulo de elasticidad del concreto autocompactante con adición de fibras Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento presenta un aumento por ser directamente proporcional a la resistencia a la compresión.	Valor del módulo de Elasticidad	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de bolsas y peso en kilogramos de fibras. - Cantidad de bolsas y peso en kilos de cemento. - Granulometría, módulo de fineza y contenido de humedad de agregado fino. - Granulometría y contenido de humedad de agregado grueso. - Peso en litros de agua. -Peso en litros de Superplastificante.
¿Cuál es la influencia en adicionar fibras Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento en la resistencia a la flexión del concreto autocompactante?	Determinar la influencia en la adición de fibras Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento en la resistencia a la flexión del concreto autocompactante.	El concreto autocompactante con adición de fibras sintéticas presenta un aumento en el módulo de ruptura al adicionar fibras Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento.	Valor del Módulo de Ruptura	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de bolsas y peso en kilogramos de fibras. - Cantidad de bolsas y peso en kilos de cemento. - Granulometría, módulo de fineza y contenido de humedad de agregado fino. - Granulometría y contenido de humedad de agregado grueso. - Peso en litros de agua. -Peso en litros de Superplastificante.
¿Cuál es la variación del peso unitario del concreto autocompactante con adición de fibras sintéticas Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento?	Determinar la variación del peso unitario del concreto autocompactante con adición de fibras Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento.	La variación del peso unitario del concreto autocompactante adicionando fibra sintética Sikacem-1 Fiber utilizando 100 g y 200 g. por bolsa de cemento no es significativa siendo semejante al concreto autocompactante patrón.	Valor del del pesounitario.	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de bolsas y peso en kilogramos de fibras. - Cantidad de bolsas y peso en kilos de cemento. - Granulometría, módulo de fineza y contenido de humedad de agregado fino. - Granulometría y contenido de humedad de agregado grueso. - Peso en litros de agua. -Peso en litros de Superplastificante.

Fuente: Elaboración Propia



Anexo 02: Análisis del Ensayo de la Prueba de Consistencia, T50 e Índice de Estabilidad Visual de la mezcla 1.



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

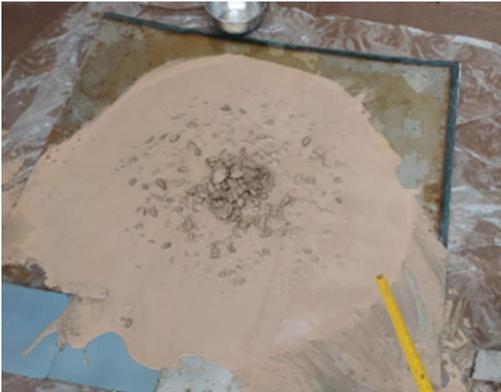
LUGAR:

LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FECHA:

28/02/2020

PRUEBA DE CONSISTENCIA (SLUMP), T50 E INDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)
ASTM C1611/C1611M - ACI 237R 07

		1	2	3	PROMEDIO	
DIAMETRO MAS LARGO DEL CIRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d1	75			75	cm
DIAMETRO PERPENDICULAR A d1 DEL CIRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d2	76			76	cm
FLUJO DE ASENTAMIENTO	(d1+d2)/2	75.5			75.5	cm
T50	T50	3.17			3.17	seg
INDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)	VSI	2.8			2.8	
VSI						
OBSERVACIONES	<p>El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 3/4"</p> <p>Dosificación de aditivo al 2% del peso de cemento.</p> <p>Cantidad de Agregado Grueso al 50% del total del volumen de concreto</p> <p>Disminución del agua de amasado al 0%</p> <p>Cantidad de Cemento: 415 Kg/m³</p> <p>Evidente segregación por un largo halo de mortero y una pila de agregados en el centro de la masa de concreto</p>					

Fuente: Elaboración Propia



Anexo 03: Análisis del Ensayo de la Prueba de Consistencia, T50 e Índice de Estabilidad Visual de la mezcla 2.



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:

LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FECHA:

29/02/2020

PRUEBA DE CONSISTENCIA (SLUMP), T50 E INDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)
ASTM C1611/C1611M - ACI 237R-07

		1	2	3	PROMEDIO	
DIAMETRO MAS LARGO DEL CIRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d1	58.3			58.3	cm
DIAMETRO PERPENDICULAR A d1 DEL CIRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d2	62.5			62.5	cm
FLUJO DE ASENTAMIENTO	(d1+d2)/2	60.4			60.4	cm
T50	T50	4.51			4.51	seg
INDICE ES ESTABILIDAD VISUAL (VSI)	VSI	2			2	
VSI						
OBSERVACIONES	<p>El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 3/4"</p> <p>Dosificación de aditivo al 0.5% del peso de cemento.</p> <p>Cantidad de Agregado Grueso al 50% del total del volumen de concreto</p> <p>Disminución del agua de amasado al 0%</p> <p>Cantidad de Cemento: 415 Kg/m³</p> <p>Un halo delgado de mortero y una pila de agregado en el centro de la masa de concreto</p>					

Fuente: Elaboración Propia



Anexo 04: Análisis del Ensayo de la Prueba de Consistencia, T50 e Índice de Estabilidad Visual de la mezcla 3.



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: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FECHA: 2/03/2020

PRUEBA DE CONSISTENCIA (SLUMP), T50 E INDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)
ASTM C1611/C1611M - ACI 237R-07

		1	2	3	PROMEDIO	
DIAMETRO MAS LARGO DEL CIRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d1	60			60	cm
DIAMETRO PERPENDICULAR A d1 DEL CIRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d2	63.8			63.8	cm
FLUJO DE ASENTAMIENTO	$(d1+d2)/2$	61.9			61.9	cm
T50	T50	4.25			4.25	seg
INDICE ES ESTABILIDAD VISUAL (VSI)	VSI	2			2	
VSI						
OBSERVACIONES	<p>El tamaño maximo nominal del agregado grueso es de 3/4"</p> <p>Dosificación de aditivo al 0.825% del peso de cemento.</p> <p>Cantidad de Agregado Grueso al 50% del total del volumen de concreto</p> <p>Disminución del agua de amasado al 80%</p> <p>Cantidad de Cemento: 415 Kg/m³</p> <p>Un halo delgado de mortero y una pila de agregado en el centro de la masa de concreto</p>					

Fuente: Elaboración Propia



Anexo 05: Análisis del Ensayo de la Prueba de Consistencia, T50 e Índice de Estabilidad Visual de la mezcla 4.



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:

LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FECHA:

3/03/2020

**PRUEBA DE CONSISTENCIA (SLUMP), T50 E INDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)
ASTM C1611/C1611M - ACI 237R-07**

		1	2	3	PROMEDIO	
DIAMETRO MAS LARGO DEL CIRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d1	60.8			60.8	cm
DIAMETRO PERPENDICULAR A d1 DEL CIRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d2	58.9			58.9	cm
FLUJO DE ASENTAMIENTO	(d1+d2)/2	59.85			59.85	cm
T50	T50	3.8			3.8	seg
INDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)	VSI	1			1	
VSI						
OBSERVACIONES	<p>El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 3/4"</p> <p>Dosificación de aditivo al 0.5% del peso de cemento.</p> <p>Cantidad de Agregado Grueso al 50% del total del volumen de concreto</p> <p>Disminución del agua de amasado al 75%</p> <p>Cantidad de Cemento: 415 Kg/m³</p> <p>No hay evidencia de segregación y existe sangrado leve observado como un brillo en la masa de hormigón</p>					

Fuente: Elaboración Propia



Anexo 06: Análisis del Ensayo de la Prueba de Consistencia, T50 e Índice de Estabilidad Visual de la mezcla 5.



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:

LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FECHA:

4/03/2020

**PRUEBA DE CONSISTENCIA (SLUMP), T50 E INDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)
ASTM C1611/C1611M - ACI 237R-07**

		1	2	3	PROMEDIO	
DIAMETRO MAS LARGO DEL CIRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d1	52.5			52.5	cm
DIAMETRO PERPENDICULAR A d1 DEL CIRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d2	55.2			55.2	cm
FLUJO DE ASENTAMIENTO	$(d1+d2)/2$	53.85			53.85	cm
T50	T50	4.6			4.6	seg
INDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)	VSI	1			1	
VSI						
OBSERVACIONES	<p>El tamaño máximo nominal del agregado grueso de 3/4"</p> <p>Dosificación de aditivo al 0.5% del peso de cemento.</p> <p>Cantidad de Agregado Grueso al 46.5% del total del volumen de concreto</p> <p>Disminución del agua de amasado al 45%</p> <p>Cantidad de Cemento: 415 Kg/m³</p> <p>No hay evidencia de segregación o sangrado</p>					

Fuente: Elaboración Propia



Anexo 07: Análisis del Ensayo de la Prueba de Consistencia, T50 e Índice de Estabilidad Visual de la mezcla 6.



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:

LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FECHA:

7/03/2020

**PRUEBA DE CONSISTENCIA (SLUMP), T50 E INDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)
ASTM C1611/C1611M - ACI 237R-07**

		1	2	3	PROMEDIO	
DIAMETRO MAS LARGO DEL CIRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d1	54.6			54.6	cm
DIAMETRO PERPENDICULAR A d1 DEL CIRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO	d2	55.6			55.6	cm
FLUJO DE ASENTAMIENTO	(d1+d2)/2	55.1			55.1	cm
T50	T50	4.06			4.06	seg
INDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)	VSI	1			1	
VSI						
OBSERVACIONES	<p>El tamaño máximo nominal del agregado grueso de 1/2"</p> <p>Dosificación de aditivo al 0.5% del peso de cemento.</p> <p>Cantidad de Agregado Grueso al 50% del total del volumen de concreto</p> <p>Disminución del agua de amasado al 70%</p> <p>Cantidad de Cemento: 415 Kg/m³</p> <p>No hay evidencia de segregación o sangrado</p>					

Fuente: Elaboración Propia