

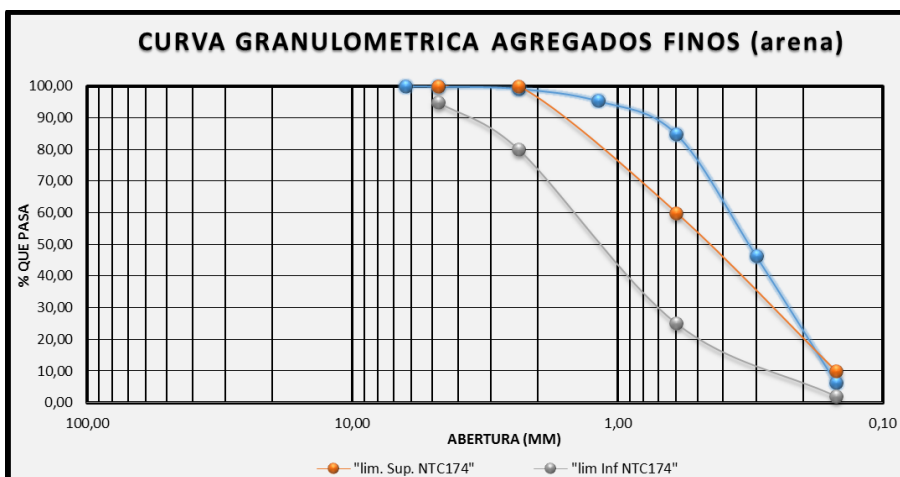
ANEXO A
CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE MATERIAS PRIMAS.

ANEXO 1

Análisis granulométrico de la arena.

ANÁLISIS POR TAMIZADO DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS				
NORMA TECNICA DE REFERENCIA NTC-77				
SOLICITADO:		MEZCLA DE MATERIALES	HUMEDAD %	7,0
LOCALIZACION:				
CANTERA :			% FINOS	2,5
DESCRIPCION :		arena lavada color blanca		
FECHA Ensayo:			FECHA Informe:	
PESO SECO [grs]:		1577,6	Después de Lavar=	1539,2

MALLA	MASA RETENIDA (gr)	FACTOR DE CORRECCION	CORRECCION (g)	MASA RETENIDA CORREGIDA (g)	ABERTURA (m.m.)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO acumulado (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3/8	0,00				6,30			100,00
4	0,60	0,00	0,00	0,60	4,760	0,04	0,04	99,96
8	10,80	0,01	0,03	10,83	2,360	0,70	0,74	99,26
16	59,60	0,04	0,16	59,76	1,180	3,88	4,63	95,37
30	160,10	0,10	0,43	160,53	0,600	10,43	15,05	84,95
50	591,60	0,39	1,58	593,18	0,300	38,54	53,59	46,41
100	615,30	0,40	1,64	616,94	0,150	40,08	93,67	6,33
fondo	97,10	0,06	0,26	97,36	0,00	6,33	100,00	0,00
Σ =	1535,10	1,00	4,10	1539,20		100,00		



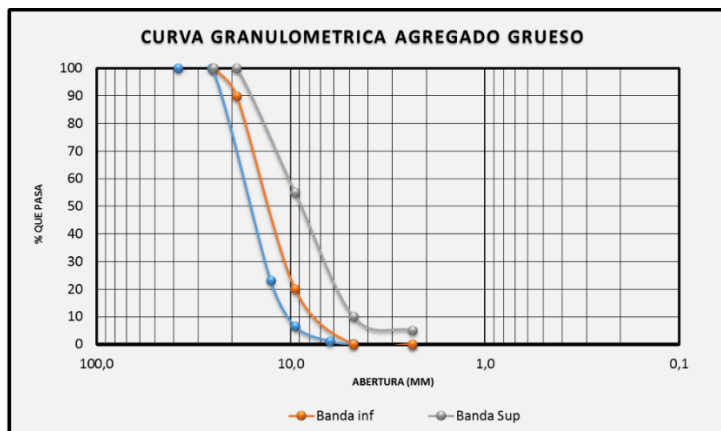
Mod. fineza = $\frac{\#4 + \#8 + \#16 + \#30 + \#50 + \#100}{100}$		D 10	0,18
modulo de finura	1,7	D 30	0,47
		D 60	1,10

Fuente: Autor.

ANEXO 2

Granulometría grava.

NORMA TECNICA DE REFERENCIA NTC-77							
SOLICITADO:	MEZCLA DE MATERIALES			HUMEDAD %	5%		
LOCALIZACION:							
CANTERA :				% FINOS	0,00%		
DESCRIPCION	GRAVA DE COLOR GRIS			TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	1/2"		
PESO PLATON gr	FECHA Ensayo:			FECHA Informe:			
226,3	PESO SECO [grs]:		3108,3	Después de Lavar=		3096,6	
MALLA	MASA RETENIDA (gr)	FACTOR DE CORRECCION	CORRECCION (g)	MASA RETENIDA CORREGIDA (g)	ABERTURA (m.m.)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3"	0,00	0,00	0,00	0,00	76,20	0,00	100,00
2 1/2"	0,00	0,00	0,00	0,00	63,500	0,00	100,00
2"	0,00	0,00	0,00	0,00	50,800	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	0,00	0,00	0,00	38,100	0,00	100,00
1"	0,00	0,00	0,00	0,00	25,400	0,00	100,00
1/2"	2382,80	0,77	0,85	2383,65	12,700	76,98	23,02
3/8"	510,50	0,16	0,18	510,68	9,525	16,49	6,53
1/4"	169,00	0,05	0,06	169,06	6,300	5,46	1,07
N°4	29,00	0,01	0,01	29,01	4,750	0,94	0,14
N°8	2,80	0,00	0,00	2,80	2,360	0,09	0,05
fondo	1,40	0,00	0,00	1,40	0,00	0,05	0,00
Σ =	3095,50	1,00	1,10	3096,60		100,00	



COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (CU)		
$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$	CU	2,19
COEFICIENTE DE CURVATURA (CC)		
$CC = \frac{D_{30}^2}{D_{60} * D_{10}}$	CC	1,23

Fuente: Autor.

ANEXO 3

Caracterización del Biosólido

	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL LABORATORIO AMBIENTAL INFORME DE RESULTADOS	CODIGO MI-47-027 FECHA: 2014-07-22 VERSION: 3
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------

INFORME DE RESULTADOS MUESTRA 1140-14 **FECHA: 2014-12-16**

CLIENTE: Universidad Santo Tomas
DIRECCIÓN: Az. Universitaria Cl.48 N° 1-235 Este - Tunja

MUESTRA No	1140-14
MATRIZ:	O. BIOSÓLIDO
CLASE DE MUESTRA	Parcial
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	BIOSÓLIDO
SITIO DE TOMA:	FTAR EL SALITRE BOGOTÁ
TOMADO POR:	LAURA GUZMAN LAURA RUBIO
FECHA DE TOMA	2014-10-15
HORA DE TOMA	11:08
FECHA DE RECIBO	2014-11-13

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	FECHA EJECUCIÓN ANÁLISIS		MÉTODO
			Inicio	Final	
Asrénico	<5.21	mg/kg As-B5	2014-11-25	2014-11-24	EPA 3051A-Revisión No. 1-2007 y EPA 8010C Revisión 3-2007
Cadmio	6.13	mg/kg Cd-B5			
Cinc	890	mg/kg Zn-B5			
Cobre	212	mg/kg Cu-B5			
Cromo total	44.1	mg/kg Cr-B5			
Mercurio	<2.05	mg/kg Hg-B5			
Niquel	22.7	mg/kg Ni-B5			
Piomo	49.2	mg/kg Pb-B5			
Selenio	<1.57	mg/kg Se-B5			

OBSERVACIONES: Muestra puesta en el laboratorio.

<XXX: Valor por debajo del límite de detección del método.
 *XXX: Valor entre el límite de detección y el límite de cuantificación del método.

Los resultados son válidos única y exclusivamente para las muestras analizadas.
 Este reporte no se debe reproducir parcialmente sin excepción, sin aprobación por escrito del Laboratorio.

ANEXO 4

Densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino.

DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (INV-222)

MUESTRA	ARENA
DESCRIPCIÓN	Color amarillo, con granos gruesos
S= Masa al aire muestra S.S.S. (g)	500
A=Masa al aire muestra seca (g)	496,1
B=Masa picnómetro lleno con agua (g)	643,1
C= Masa picnómetro + Agua + Material en (g)	997,7
D= Peso matraz (g)	145,4
DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	3,41
DENSIDAD APARENTE (S.S.S.)(g/cm ³)	3,44
DENSIDAD NOMINAL (g/cm ³)	3,50
ABSORCIÓN (%)	0,78

Densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado grueso.

DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (INV-223)

MUESTRA	GRAVA
DESCRIPCIÓN	Angular, color gris oscuro
A=Masa al aire muestra seca (g)	2686,4
B=Masa al aire muestra S.S.S. (g)	2696,1
C= Masa muestra sumergida en agua (g)	1557,3
DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	2,38
DENSIDAD APARENTE (S.S.S.)(g/cm ³)	2,37
DENSIDAD NOMINAL (g/cm ³)	2,37
ABSORCIÓN (%)	0,36

Fuente: Autor.

ANEXO 5

Masa unitaria del agregado fino.

DETERMINACION DE LA MASA UNITARIA DE AGREGADOS			
NTC 92			
DETERMINACION AGREGADO GRUESO		DETERMINACION AGREGADO FINO	
MASA UNITARIA SUELTA		MASA UNITARIA SUELTA	
MASA DE LA MUESTRA MAS MOLDE kg	1. 9,696 2. 9,794 3. 9,856	9,782 PROMEDIO	MASA DE LA MUESTRA MAS MOLDE Kg
			1. 5,5677 2. 5,626 3. 5,5874
			5,594 PROMEDIO
MASA DEL MOLDE kg	2,384		MASA DEL MOLDE Kg
			1,5181
MASA MUESTRA kg	7,398		MASA MUESTRA Kg
			4,076
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)	0,0051461		VOLUMEN DEL MOLDE (m3)
			0,003071
MASA UNITARIA SUELTA Kg/m3	1437,59		MASA UNITARIA SUELTA Kg/m3
			1327,12

Masa unitaria del agregado grueso.

DETERMINACION DE LA MASA UNITARIA DE AGREGADOS			
NTC 92			
MASA UNITARIA COMPACTADA		MASA UNITARIA COMPACTADA	
MASA DE LA MUESTRA MAS MOLDE Kg	1. 10,49 2. 10,452 3. 10,422	10,45 PROMEDIO	MASA DE LA MUESTRA MAS MOLDE Kg
			1. 6,02 2. 6,080 3. 6,04
			6,047 PROMEDIO
MASA DEL MOLDE Kg	2,384		MASA DEL MOLDE Kg
			1,5181
MASA MUESTRA Kg	8,07		MASA MUESTRA Kg
			4,53
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)	0,0051461		VOLUMEN DEL MOLDE (m3)
			0,003071
MASA UNITARIA COMPACTA Kg/m3	1568,31		MASA UNITARIA COMPACTA Kg/m3
			1474,62

Fuente: Autor.

ANEXO 6

Humedad de la arena.

#PLATON	128	
P.plato (gr)	182,9	
P.p+MUESTRA	1863,9	1681
P.P+M.S	1760,4	1577,5
% HUMEDAD	7	

Humedad de la grava.

GRAVA		
#PLATON	12	
P.plato (gr)	11,5	
P.p+MUESTRA	1467,8	1456,3
P.P+M.S	1465,5	1454
% HUMEDAD	0,2	

Fuente: Autor.

ANEXO B
DISEÑO DE MEZCLA.

ANEXO 7

RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO

AGREGADO GRUESO

MASA UNITARIA SUELTA	1437,59	kg/m ³
MASA UNITARIA COMPACTADA	1568,31	kg/m ³
DENSIDAD APARENTE SECA	2,38	g/cm ³
ABSORCION	0,36	% h
HUMEDAD NATURAL	0,2	%
FORMA		

TAMAÑO MAXIMO	1/2
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4

AGREGADO FINO

MASA UNITARIA SUELTA	1327,12	kg/m ³
MASA UNITARIA COMPACTADA	1474,62	kg/m ³
DENSIDAD APARENTE SECA	2,37	g/cm ³
ABSORCION	0,36	%
CONTENIDO DE ARCILLA	1,4	%
HUMEDAD NATURAL	7	%
FORMA		

MODULO DE FINURA	1,7
------------------	-----

Fuente: Autor.

PASO 1: SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

consistencia	asentamiento (mm)	ejemplo de tipo de construcción	sistema de colocación	sistema de compactación	PROMEDIO (mm)
muy seca	0-20	prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantallas de cimentación	con vibraciones de formaleta; concretos de proyección neumática (lanzados)	secciones sujetas a vibración extrema, puede requerirse presión	10
seca	20-35	pavimentos	pavimentadoras con terminadora vibratoria	secciones sujetas a vibración intensa	27,5
semi-seca	35-50	pavimentos fundaciones en concreto simple	colocación con máquinas operadas manualmente	secciones simplemente reforzadas, con vibración	42,5
media	50-100	pavimentos compactados a mano, losas muros, vigas	colocación manual	secciones simplemente reforzadas, sin vibración	75
humeda	100-150	elementos estructurales esbeltos	bombeo	secciones bastante reforzadas, sin vibración	125
muy humeda	150 o más	elementos muy esbeltos, pilotes fundidos "in situ"	tubo-embudo tremie	secciones altamente reforzadas, sin vibración (normalmente o adecuados para vibrarse)	150 O MAS

ASENTAMIENTO SELECCIONADO (cm) **7,5**

Fuente: Autor.

PASO 2: SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO

Tamaño máximo de agregados según el tipo de construcción				
Dimensión mínima de la sección (cm)	Tamaño máximos de agregados según el tipo de construcción			
	Muros reforzados vigas y columnas	Muros sin refuerzo	losas muy reforzadas	losas sin refuerzo o poco refuerzo
6-15	1/2"(12) - 3/4"(19)	3/4" (19)	3/4"(19) - 1"(25)	3/4"(19) - 1 3/4"(38)
19-29	3/4"(19) - 1 1/2"(38)	1 1/2" (38)	1 1/2" (38)	1 1/2"(38) - 3"(76)
30-74	1 1/2"(38) - 3"(76)	3" (76)	1 1/2"(38) - 3"(76)	3" (76)
75 o más	1 1/2"(38) - 3"(76)	6"(152)	1 1/2"(38) - 3"(76)	3"(76) - 6"(152)

TAMAÑO MÁXIMO SELECCIONADO **1/2"(12) - 3/4"(19)**

Fuente: Autor.

PASO 3: ESTIMACION DEL CONTENIDO DE AIRE

Tamaño máximo del agregado		Contenido de aire en porcentaje (por volumen)			
		naturalmente atrapado	exposicion ligera	exposicion moderada	exposicion severa
mm	pulg.				
9,51	3/8	3	4,5	6	7,5
12,7	1/2	2,5	4	5,5	7
19	3/4	2	3,5	5	6
25,4	1	1,5	3	4,5	6
38,1	1 1/2	1	2,5	4,5	5,5
50,8	2	0,5	2	4	5
76,1	3	0,3	1,5	3,5	4,5
152	6	0,2	1	3	4

CONTENIDO DE AIRE **2**

Fuente: Autor.

PASO 4: ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA DE LA MEZCLA

Requerimiento aproximado de agua de mezclado para diferentes asentamientos y tamaños máximos de agregado, con partículas de forma angular y textura rugosa, en concreto sin aire incluido.

Asentamiento		Tamaño máximo del agregado, en mm (pulg.)							
		9.51 3/8"	12.7 1/2"	19 3/4"	25.4 1"	38.1 1 1/2"	50.8 2"	64 2 1/2"	76.1 3"
mm	pulg	Agua de mezclado, en kg/m3 de concreto							
0	0	223	201	186	171	158	147	141	132
25	1	231	208	194	178	164	154	147	138
50	2	236	214	199	183	170	159	151	144
75	3	241	218	203	188	175	164	156	148
100	4	244	221	207	192	179	168	159	151
125	5	247	225	210	196	183	172	162	153
150	6	251	230	214	200	187	176	165	157
175	7	256	235	218	205	192	181	170	163
200	8	260	240	224	210	197	186	176	168

TIPO DE MATERIAL **ANGULAR**

CANTIDAD DE AGUA PARA LA MEZCLA (lts) **203**

Fuente: Autor.

PASO 5: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO.

RESISTENCIA EN (kg/cm ²)	260	3700 psi
--------------------------------------	-----	----------

RESISTENCIA	MENOS DE 210 kg/cm ²	f''c + 70kg/cm ²	330
	DE 210 kg/cm ² A 350kg/cm ²	f''c + 85kg/cm ²	345
	MAS DE 350kg/cm ²	f''c + 100kg/cm ²	360

RESISTENCIA DISEÑO (kg/cm ²)	345
------------------------------------------	-----

Fuente: Autor.

PASO 6: SELECCIÓN RELACION AGUA CEMENTO.

Tabla 11.13 Correspondencia entre la resistencia a la Compresión a los 28 días de edad y la relación agua cemento para los cementos colombianos, portland tipo I, en concretos sin aire incluido.

Resistencia a la compresión kg/cm ²	Relación agua-cemento en peso		
	limite superior	linea media	limite inferior
140	-	0,72	0,65
175	-	0,65	0,58
210	0,7	0,58	0,53
245	0,64	0,53	0,49
280	0,59	0,48	0,45
315	0,54	0,44	0,42
350	0,49	0,4	0,38

SELECCIÓN DE LA REALCION A/C	0,405
------------------------------	-------

Fuente: Autor.

PASO 7: CALCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO.

C = kg/m ³	501
A =	203
AC =	0,405

Fuente: Autor.

PASO 8: ESTIMACIÓN DE LAS PROPORCIONES DE LOS AGREGADOS.

MÉTODO GRAFICO

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO	3/4
----------------------------	-----

Vr=	633	Pag=	584
Vc=	162	Pr=	884,6
Va=	203	m=	0,66
A=	2	Paf=	301
Ga=	1,40	Pr=	884,6
Gag=	1,44	n=	0,34
Gaf=	1,32	Vag=	405,5
n=	0,34	Pag=	584
m=	0,66	Gag=	1,44
Pr=	884,6	Vaf=	228
Vr=	633	Paf=	301
Ga=	1,40	Gaf=	1,32

TABLA RESUMEN CANTIDADES

Ingrediente	Peso seco kg/m3	Peso espesifico g/cm3	Volumen absluto L/m3
Cemento	501	3,1	162
Agua	203	1	203
Contenido de aire	-	-	2
Agregado grueso	584	1,44	405
Agregado fino	301	1,32	228
	1589		1000

Fuente: Autor.

PASO 9: AJUSTES POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

HUMEDAD AGREGADO GRUESO	585
HUMEDAD AGREGADO FINO	322

Aa=	-19
	19

REQUERIMIENTO DE AGUA CORREGIDO

TABLA FINAL

Ingrediente	Peso seco kg/m ³	Peso humedo Kg/m ³
Cemento	501	501
Agua	203	184
Contenido de aire	-	-
Agregado grueso	584	585
Agregado fino	301	322

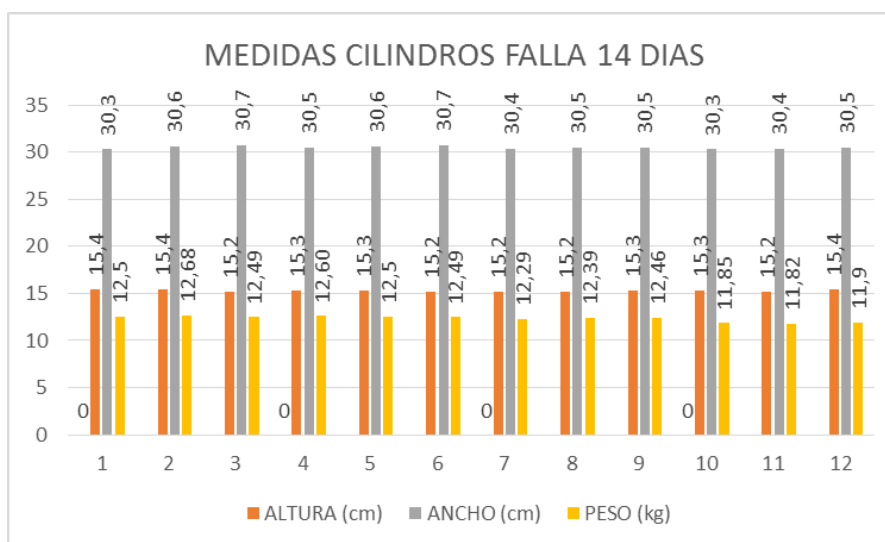
Fuente: Autor.

ANEXO C
ANÁLISIS DE APARIENCIA Y MEDICIÓN.

ANEXO 8

Análisis de medición especímenes – 0%, 5%, 10% y 15% de Biosólido 14 días.

MEDIDAS CILINDROS FALLA 14 DIAS			
MEZCLA #	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	PESO (kg)
M-0	15,4	30,3	12,5
	15,4	30,6	12,68
	15,2	30,7	12,49
M-1	15,3	30,5	12,60
	15,3	30,6	12,5
	15,2	30,7	12,49
M-2	15,2	30,4	12,29
	15,2	30,5	12,39
	15,3	30,5	12,46
M-3	15,3	30,3	11,85
	15,2	30,4	11,82
	15,4	30,5	11,9



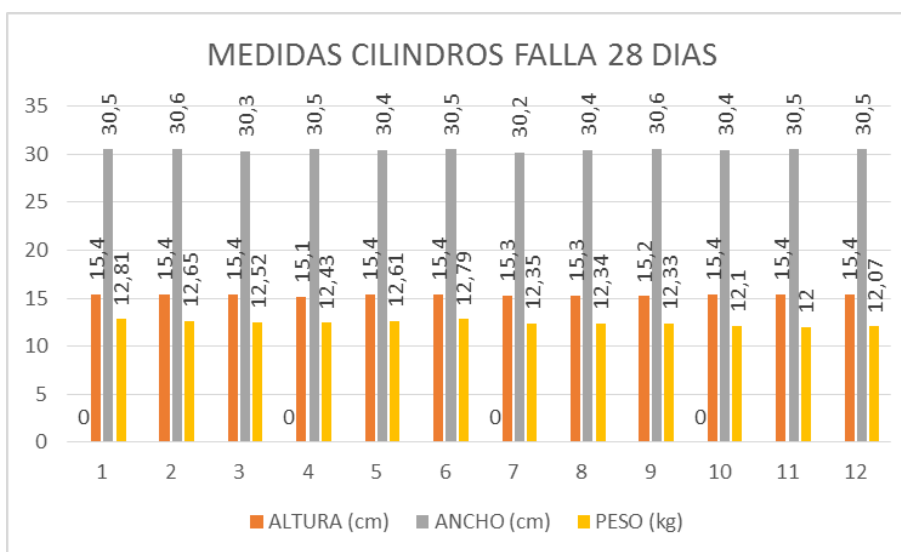
PROMEDIO MEDIDAS CILINDROS FALLA COMPRESIÓN 14 DIAS			
MEZCLA #	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	PESO (kg)
M-0	15,33	30,53	12,56
M-1	15,27	30,60	12,53
M-2	15,23	30,47	12,38
M-3	15,30	30,40	11,86

Fuente: Autor.

ANEXO 9

Análisis de medición especímenes – 0%, 5%, 10% y 15% de Biosólido 28 días.

MEDIDAS CILINDROS FALLA 28 DIAS			
MEZCLA #	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	PESO (kg)
M-0	15,4	30,5	12,81
	15,4	30,6	12,65
	15,4	30,3	12,52
M-1	15,1	30,5	12,43
	15,4	30,4	12,61
	15,4	30,5	12,79
M-2	15,3	30,2	12,35
	15,3	30,4	12,34
	15,2	30,6	12,33
M-3	15,4	30,4	12,1
	15,4	30,5	12
	15,4	30,5	12,07



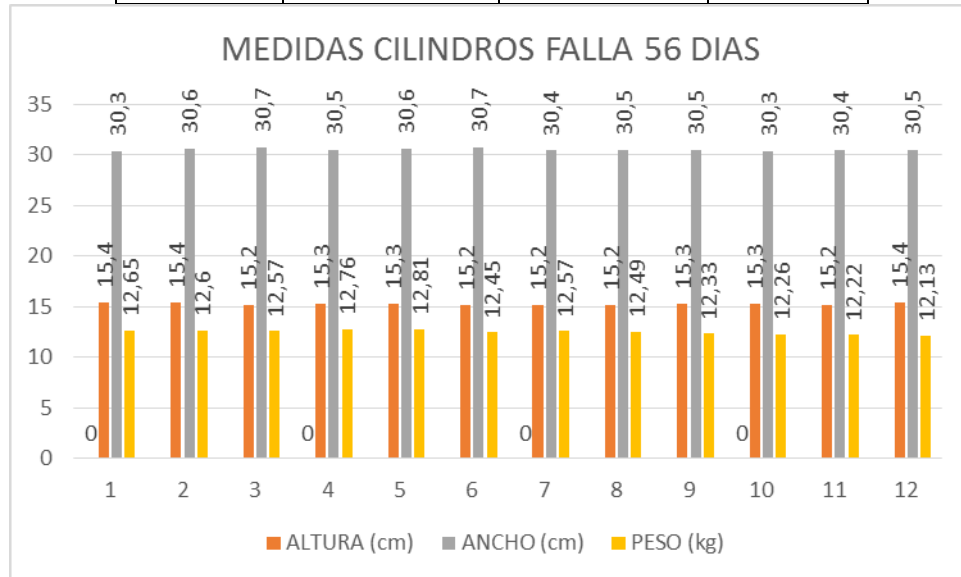
PROMEDIO MEDIDAS CILINDROS FALLA COMPRESIÓN 28 DIAS			
MEZCLA #	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	PESO (kg)
M-0	15,40	30,47	12,66
M-1	15,30	30,47	12,61
M-2	15,27	30,40	12,34
M-3	15,40	30,47	12,06

Fuente: Autor.

ANEXO 10

Análisis de medición especímenes – 0%, 5%, 10% y 15% de Biosólido 56 días.

MEDIDAS CILINDROS FALLA 56 DIAS			
MEZCLA #	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	PESO (kg)
M-0	15,4	30,3	12,65
	15,4	30,6	12,6
	15,2	30,7	12,57
M-1	15,3	30,5	12,76
	15,3	30,6	12,81
	15,2	30,7	12,45
M-2	15,2	30,4	12,57
	15,2	30,5	12,49
	15,3	30,5	12,33
M-3	15,3	30,3	12,26
	15,2	30,4	12,22
	15,4	30,5	12,13



PROMEDIO MEDIDAS CILINDROS FALLA COMPRESIÓN 56 DIAS			
MEZCLA #	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	PESO (kg)
M-0	15,33	30,53	12,61
M-1	15,27	30,60	12,67
M-2	15,23	30,47	12,46
M-3	15,30	30,40	12,20

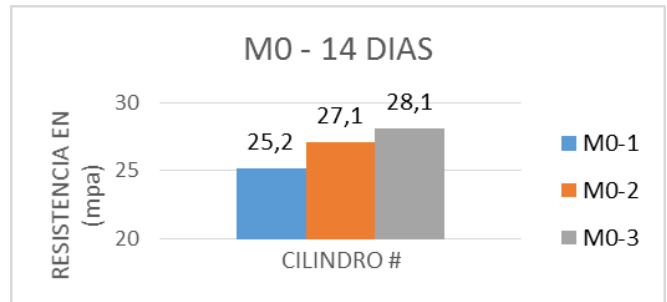
Fuente: Autor.

ANEXO C
ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

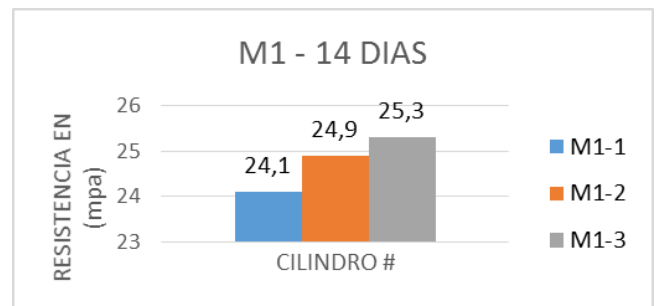
ANEXO 11

Ensayo de compresión a los 14 días mezclas M0, M1, M2, M3.

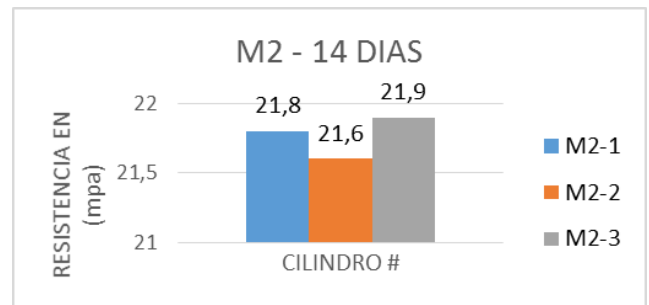
RESISTENCIA A LA COMPRESION	
M0 - 14 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Mpa
M0-1	25,2
M0-2	27,1
M0-3	28,1



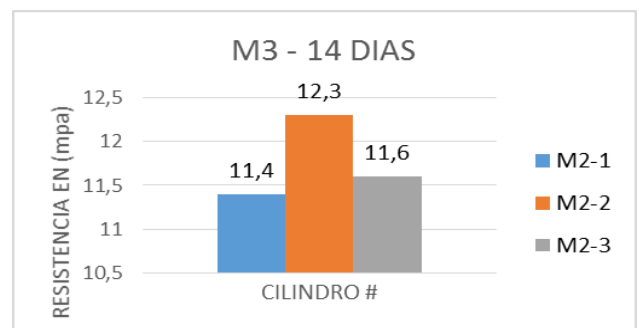
RESISTENCIA A LA COMPRESION	
M1 - 14 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Mpa
M1-1	24,1
M1-2	24,9
M1-3	25,3



RESISTENCIA A LA COMPRESION	
M2 - 14 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Mpa
M2-1	21,8
M2-2	21,6
M2-3	21,9

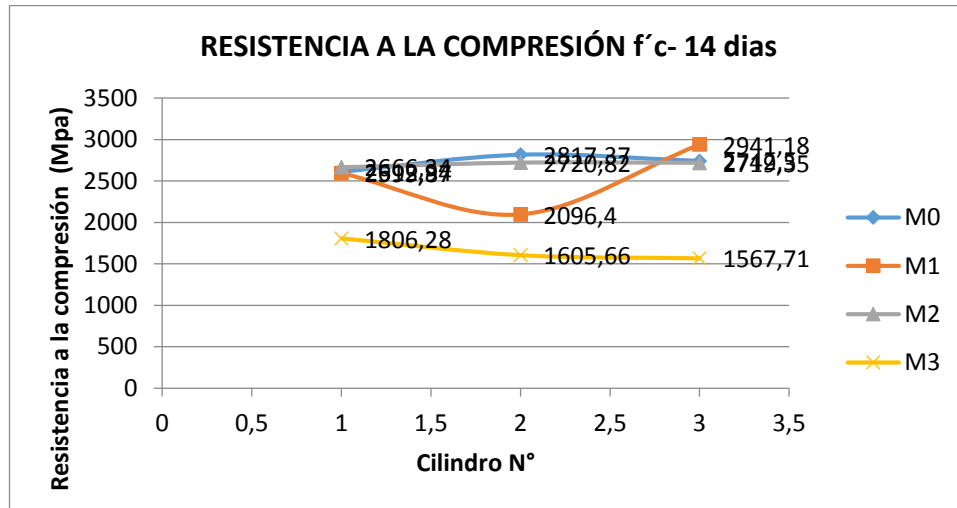


RESISTENCIA A LA COMPRESION	
M3 - 14 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Mpa
M2-1	11,4
M2-2	12,3
M2-3	11,6

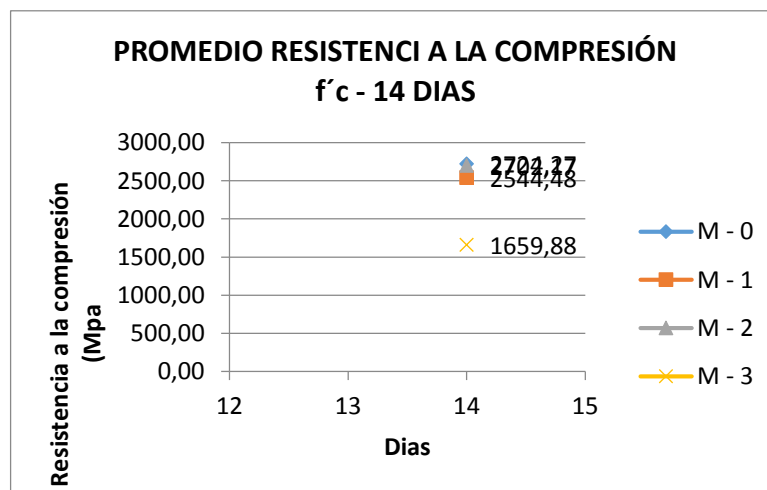


Fuente: Autor.


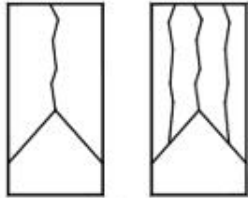
RESISTENCIA LA COMPRESIÓN f'_c - 14 DIAS				
CILINDRO #	M0	M1	M2	M3
1	25,2	24,1	21,8	11,4
2	27,1	24,9	21,6	12,3
3	28,1	25,3	21,9	11,6



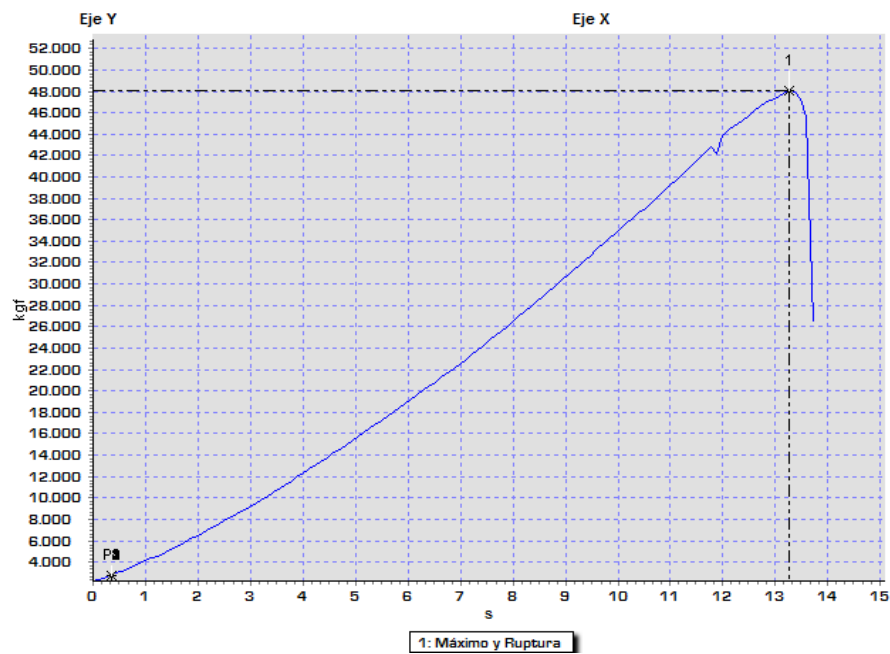
MEZCLA #	PROMEDIO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f'_c - 14 DIAS
M - 0	26,80
M - 1	24,77
M - 2	21,77
M - 3	11,77



Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 0, mezcla base 14 DIAS	Cilindro #	1
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,4 H (cm)= 30,3 P (Kg)= 12,502 Carga (kgf)=48002,94 Carga (kN)=470,7	Foto del cilindro 	Tipo de falla  Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CÁLCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

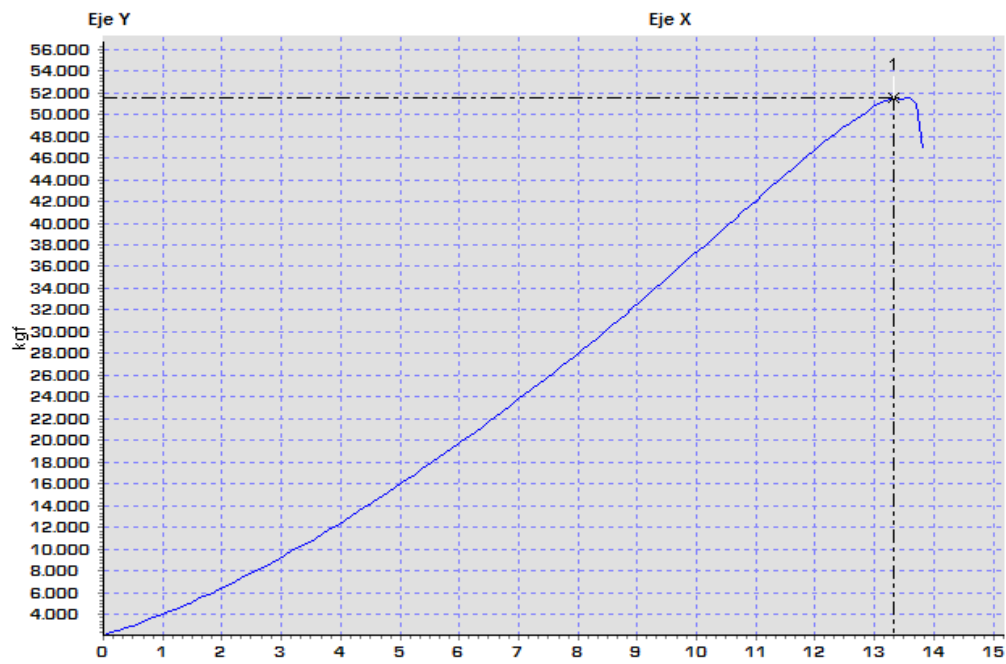
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,22 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{470,7 \text{ kN}}{186,22 \text{ cm}^2} = 25,2 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 0, mezcla base 14 DIAS	Cilindro #	2
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,4 H (cm)=30,6 P (Kg)=12,688 Carga (kgf)= 51494,47 Carga (kN)= 504,99	Foto del cilindro 	Tipo de falla  Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN




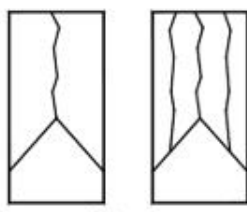
CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

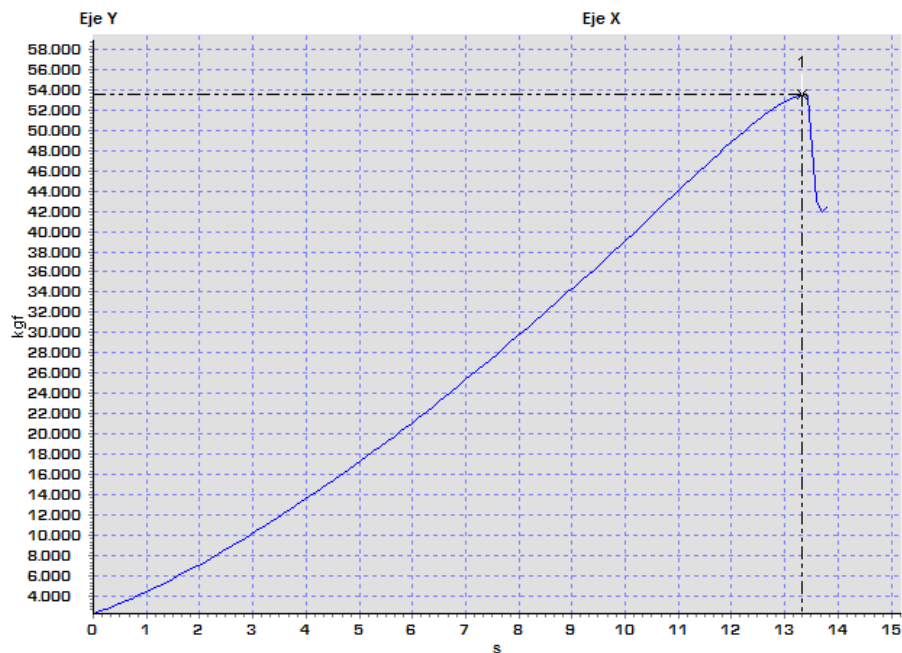
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,22 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{504,99 \text{ kN}}{186,22 \text{ cm}^2} = 27,1 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 0, mezcla base 14 DIAS	Cilindro #	3
Norma: NTC 673			
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,2 H (cm)= 30,7 P (Kg)= 12,498 Carga (kgf)= 46869,90 Carga (kN)= 524,71		 <p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo</p>	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

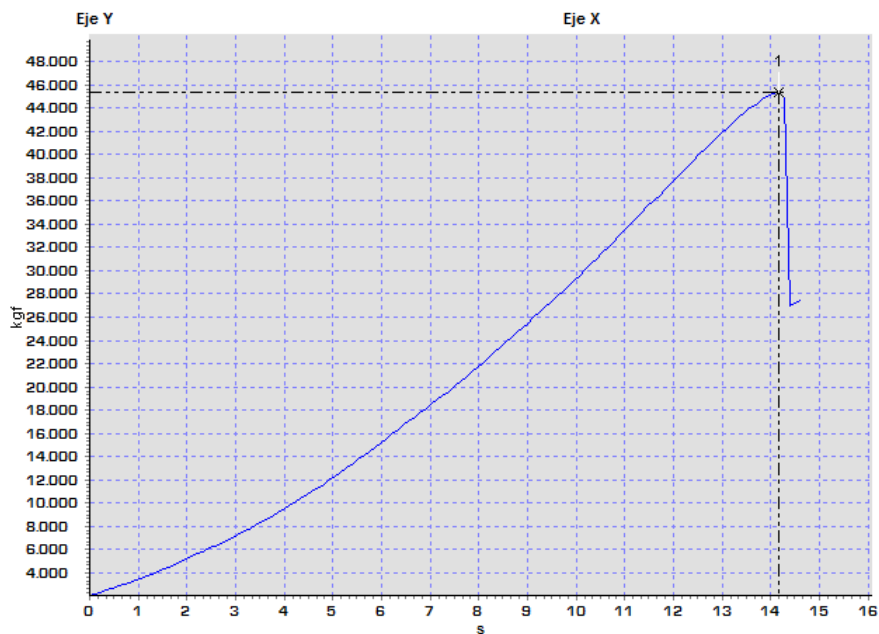
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,22 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{524,71 \text{ kN}}{186,22 \text{ cm}^2} = 28,1 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor

Ensayo de compresión	Mezcla número 1, mezcla con 5% de inclusión de biosólidos. 14 DIAS	Cilindro #	1
Norma: NTC 673			
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,3 H (cm)= 30,5 P (Kg)= 12,608 Carga (kgf)= 45286 Carga (kN)= 444,1		 Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, pero no bien definidas en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

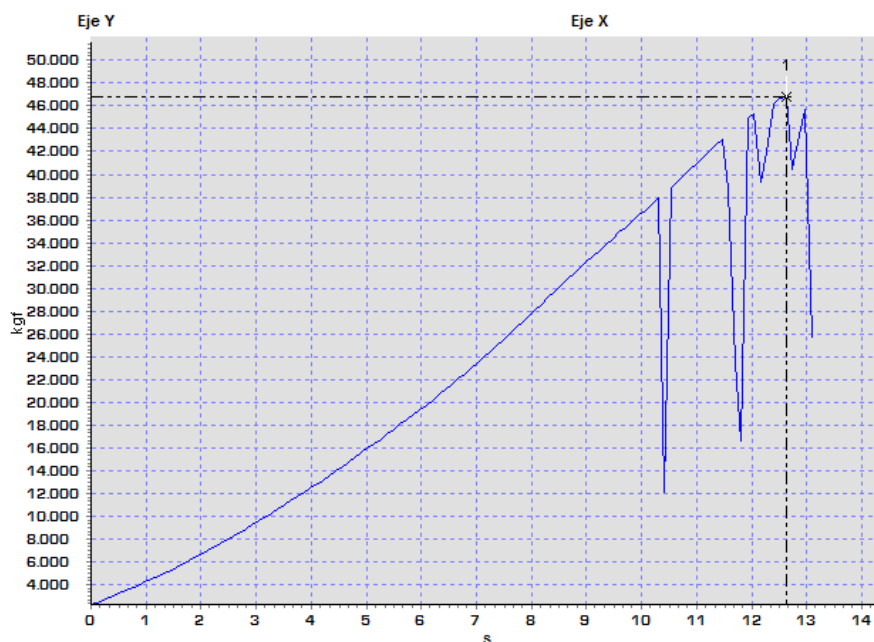
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,3^2}{4} = 183,85 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{444,1 \text{ kN}}{183,85 \text{ cm}^2} = 2,41 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor

Ensayo de compresión	Mezcla número 1, mezcla con 5% de inclusión de biosólidos 14 DIAS.	Cilindro #	2
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,3 H (cm)=30,6 P (Kg)=12,502 Carga (kgf)= 46858,40 Carga (kN)= 459,52	Foto del cilindro 	Tipo de falla  Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN




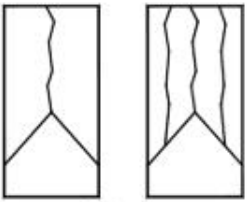
CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

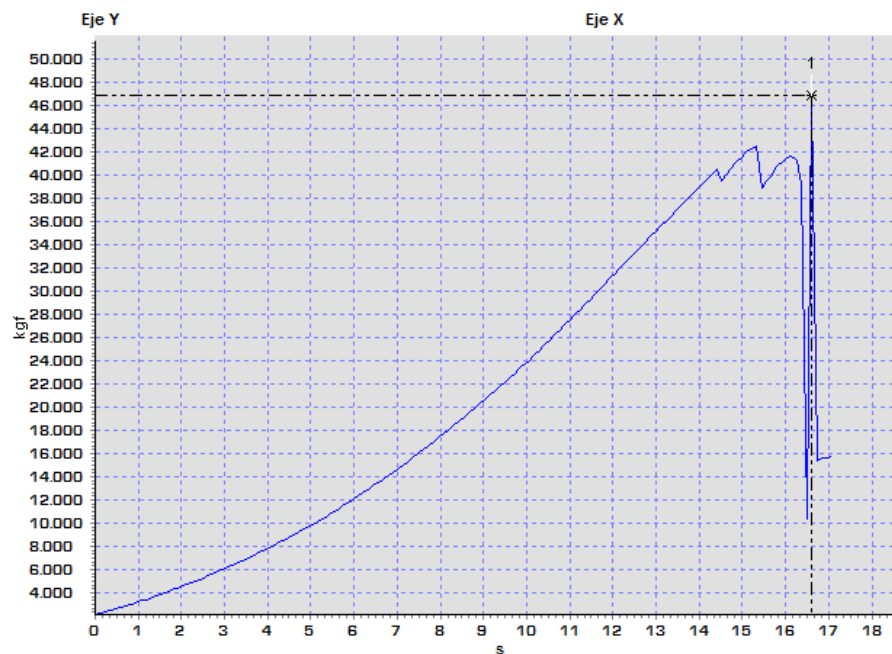
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,3^2}{4} = 183,85 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{459,52 \text{ kN}}{183,85 \text{ cm}^2} = 24,9 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor

Ensayo de compresión	Mezcla número 1, mezcla con 5% de inclusión de biosólidos 14 DIAS.	Cilindro #	3
Norma: NTC 673			
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,2 H (cm)=30,7 P (Kg)=12,498 Carga (kgf)=46869,90 Carga (kN)= 459,63		 <p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, pero no bien definido en el otro extremo</p>	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

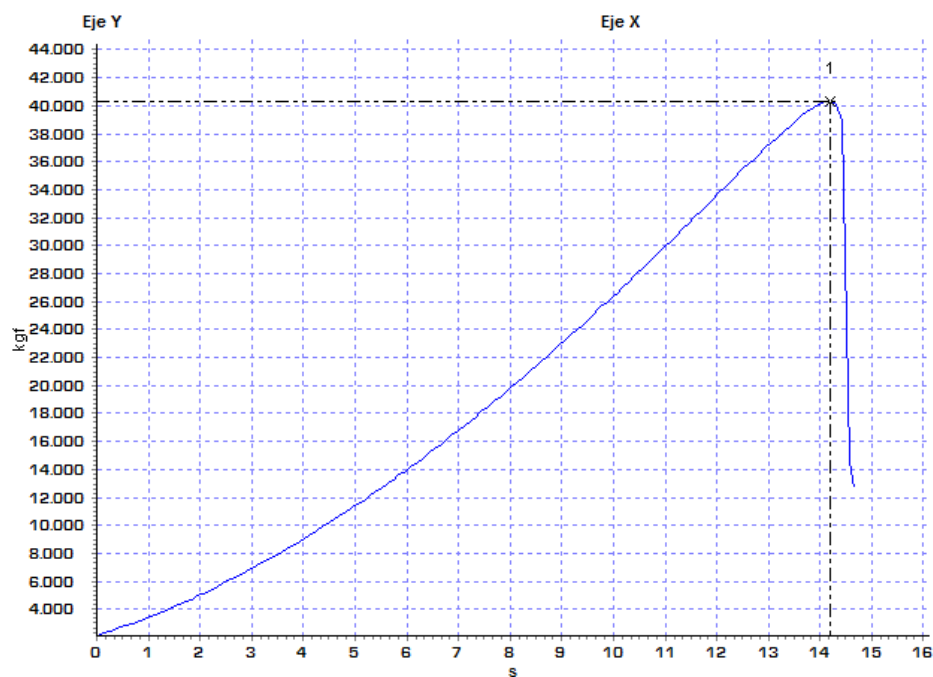
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,2^2}{4} = 181,45 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{459,63 \text{ kN}}{181,45 \text{ cm}^2} = 25,3 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor

Ensayo de compresión	Mezcla número 2, mezcla con 10% de inclusión de biosólidos 14 DIAS.	Cilindro #	1
Norma: NTC 673			
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,2 H (cm)= 30,4 P (Kg)= 12,290 Carga (kgf)= 40337,79 Carga (kN)= 395,57		 Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, pero no bien definidas en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

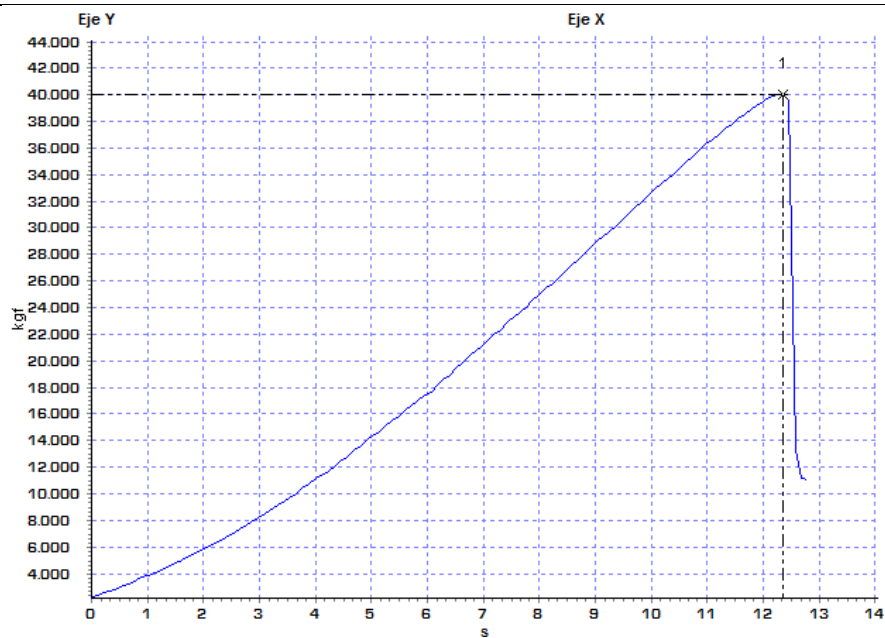
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,2^2}{4} = 181,45 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{395,57 \text{ kN}}{181,45 \text{ cm}^2} = 21,8 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor

Ensayo de compresión	Mezcla número 2, mezcla con 10% de inclusión de biosólidos 14 DIAS.	Cilindro #	2
Norma: NTC 673			
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,2 H (cm)= 30,5 P (Kg)=12,392 Carga (kgf)= 40048,78 Carga (kN)= 392,74		 <p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, pero no bien definidas en el otro extremo</p>	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

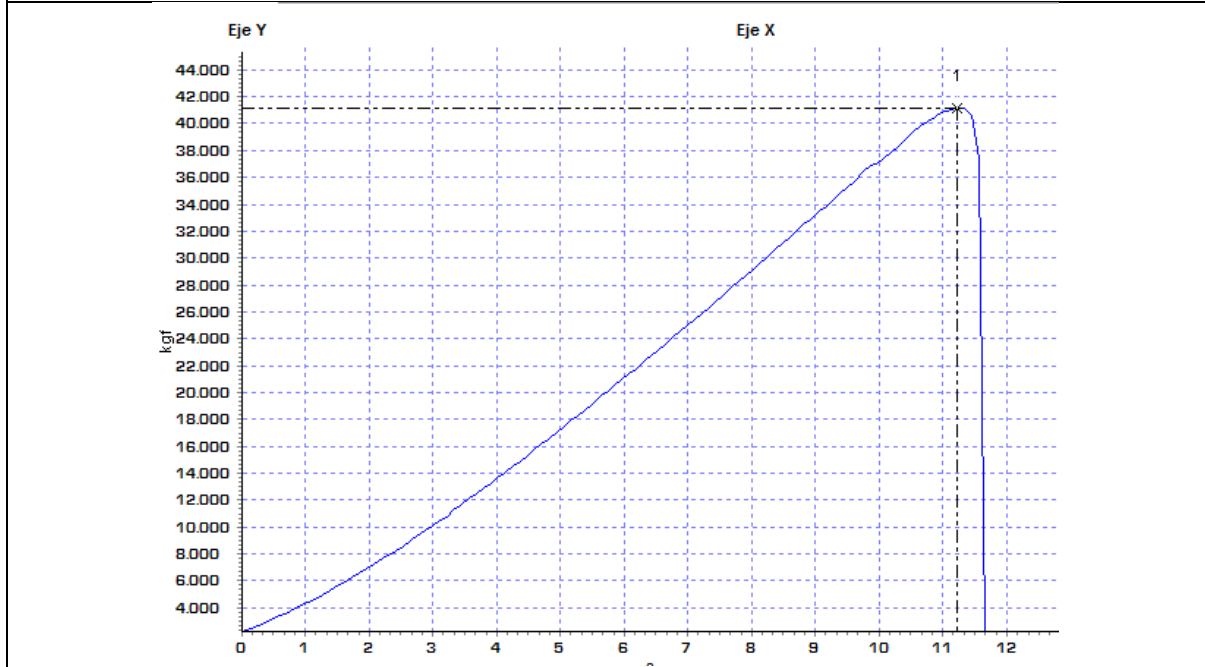
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,2^2}{4} = 181,45 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{392,74 \text{ kN}}{181,45 \text{ cm}^2} = 21,6 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Ensayo de compresión	Mezcla número 2, mezcla con 10% de inclusión de biosólidos 14 DIAS.	Cilindro #	3
Norma: NTC 673			
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,3 H (cm)= 30,5 P (Kg)= 12,464 Carga (kgf)= 41170,20 Carga (kN)= 403,74		 Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

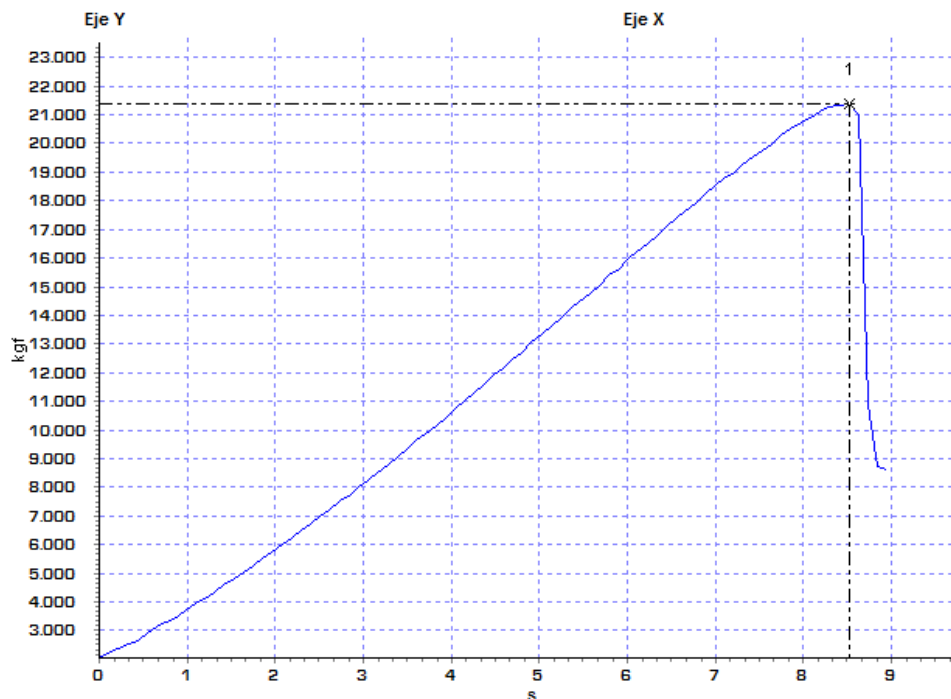
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,3^2}{4} = 183,85 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{403,74kN}{183,85 \text{ cm}^2} = 21,9 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor

Ensayo de compresión	Mezcla número 3, mezcla con 15% de inclusión de biosólidos 14 DIAS.	Cilindro #	1
Norma: NTC 673			
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,3 H (cm)= 30,3 P (Kg)= 11,852 Carga (kgf)= 21365 Carga (kN)= 209,51		 Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, pero no bien definidas en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN




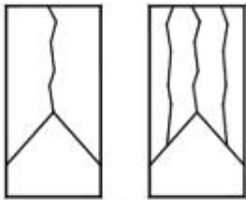
CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

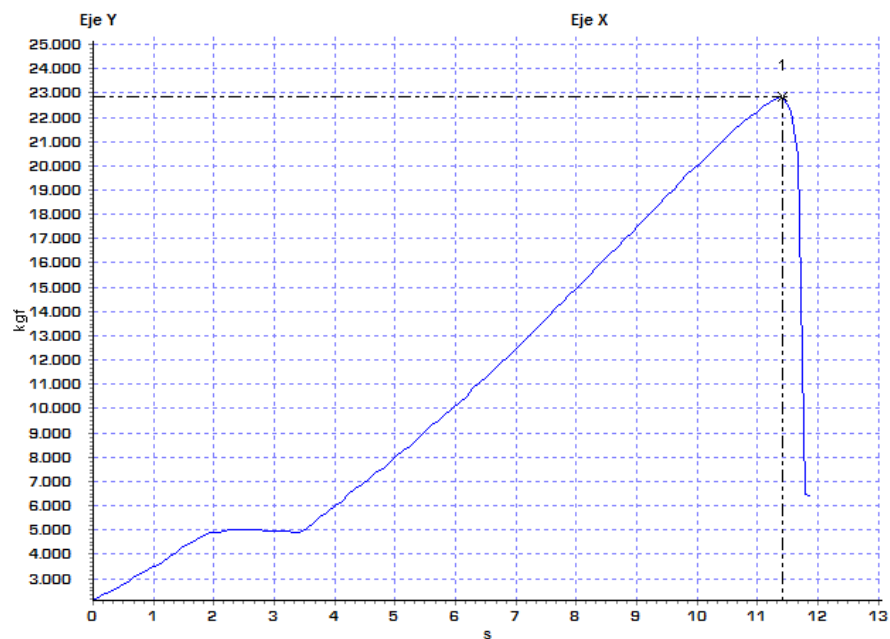
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,3^2}{4} = 183,85 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{209,51 \text{ kN}}{183,85 \text{ cm}^2} = 11,4 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor

Ensayo de compresión	Mezcla número 3, mezcla con 15% de inclusión de biosólidos 14 DIAS.	Cilindro #	2
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,2 H (cm)= 30,4 P (Kg)= 11,824 Carga (kgf)= 22833,82 Carga (kN)= 223,92	Foto del cilindro 	Tipo de falla  Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

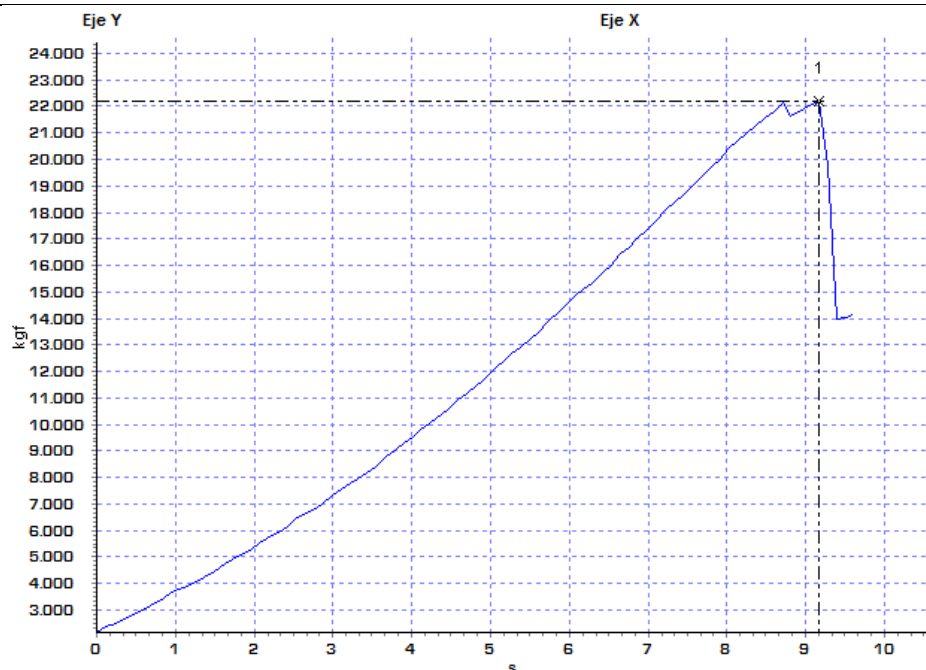
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,2^2}{4} = 181,45 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{223,92kN}{181,45 \text{ cm}^2} = 12,3 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor

Ensayo de compresión	Mezcla número 3, mezcla con 15% de inclusión de biosólidos 14 DIAS.	Cilindro #	3
Norma: NTC 673			
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,4 H (cm)= 30,5 P (Kg)= 11,90 Carga (kgf)= 22174,79 Carga (kN)= 217,46		 Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,26 \text{ cm}^2$$

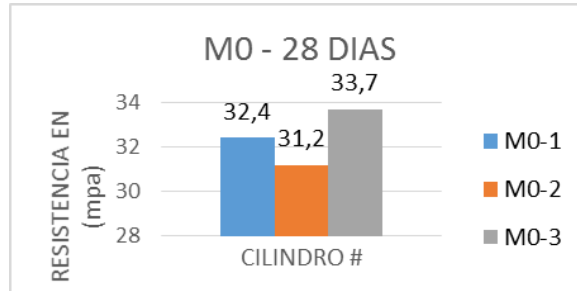
$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{217,46 \text{ kN}}{186,26 \text{ cm}^2} = 11,6 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor

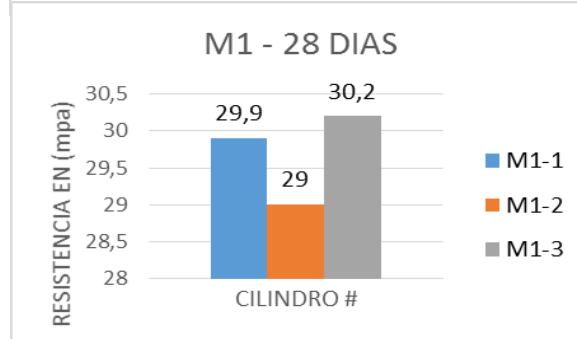
ANEXO 12

Ensayo de compresión a los 28 días mezclas M0, M1, M2, M3.

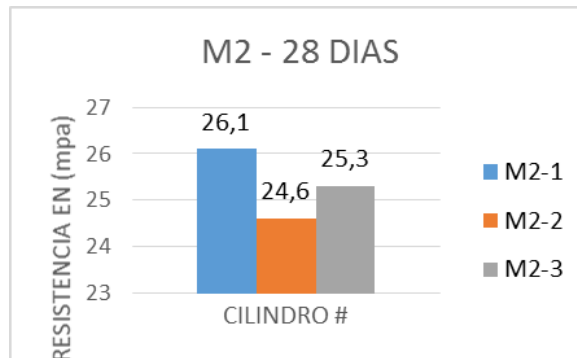
RESISTENCIA A LA COMPRESION	
M0 - 28 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Mpa
M0-1	32,4
M0-2	31,2
M0-3	33,7



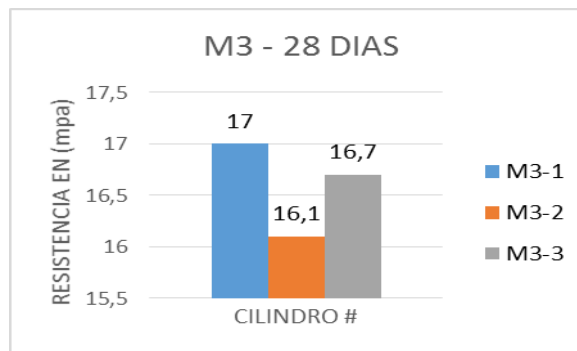
RESISTENCIA A LA COMPRESION	
M1 - 28 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Mpa
M1-1	29,9
M1-2	29
M1-3	30,2



RESISTENCIA A LA COMPRESION	
M2 - 28 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Mpa
M2-1	26,1
M2-2	24,6
M2-3	25,3

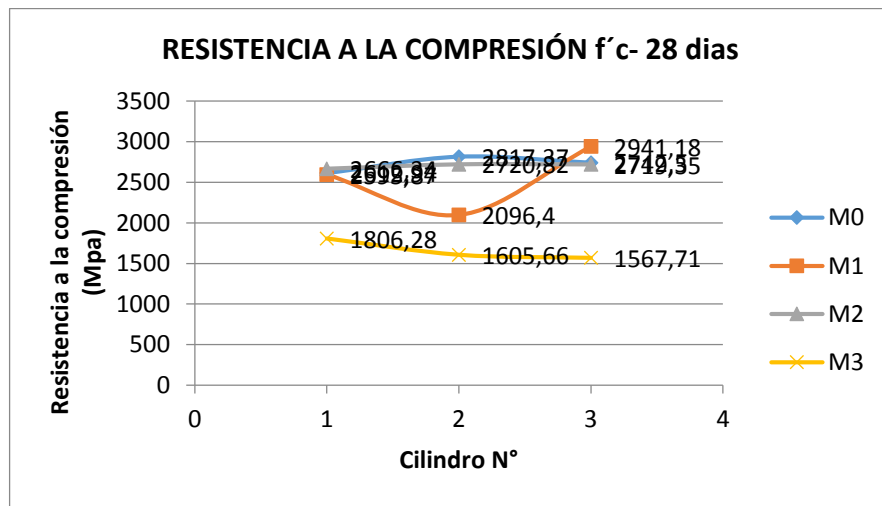


RESISTENCIA A LA COMPRESION	
M3 - 28 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Mpa
M3-1	17
M3-2	16,1
M3-3	16,7

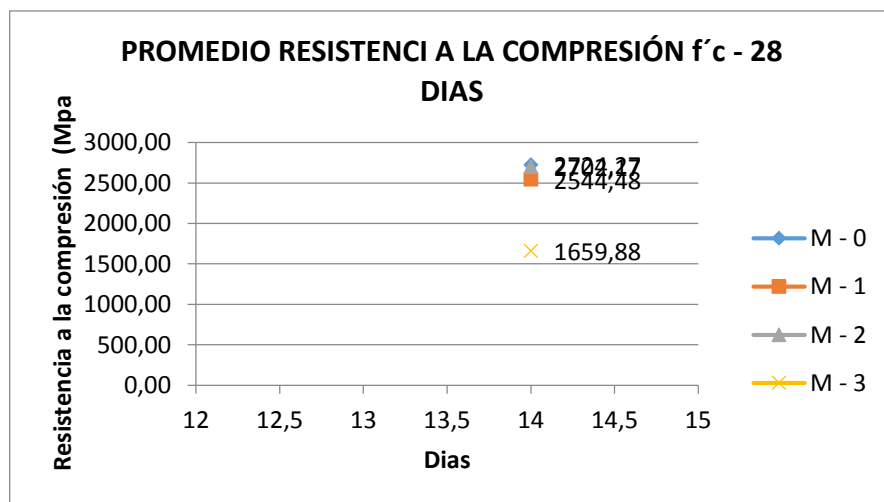


Fuente: Autor

RESISTENCIA LA COMPRESIÓN f'_c - 28 DIAS				
CILINDRO #	M0	M1	M2	M3
M0-1	32,4	29,9	26,1	17,00
M0-2	31,2	29	24,6	16,10
M0-3	33,7	30,2	25,3	16,70



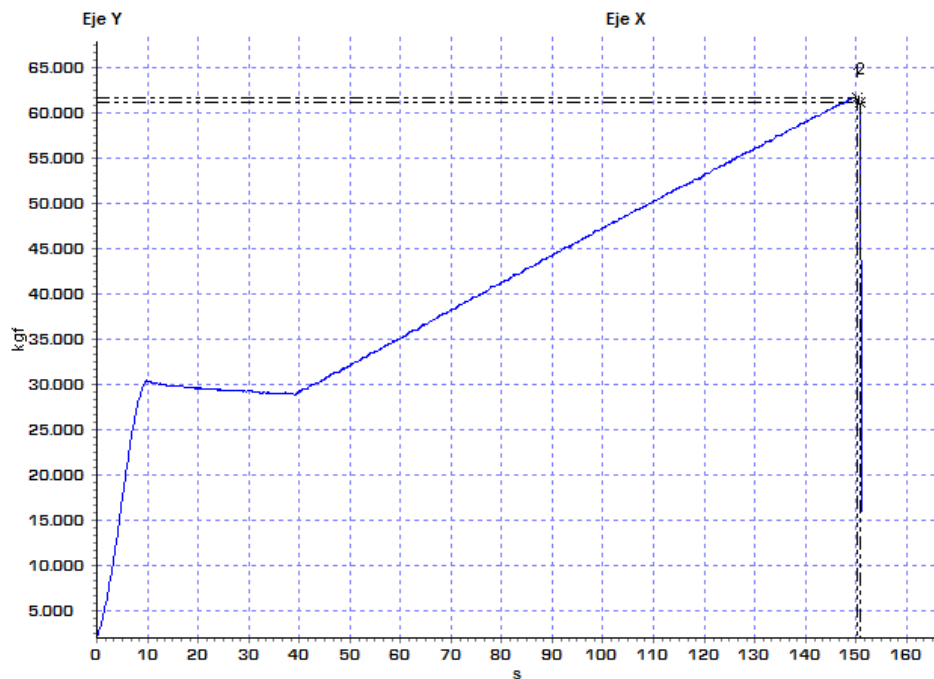
MEZCLA #	PROMEDIO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f'_c - 28 DIAS
M - 0	32,43
M - 1	29,70
M - 2	25,33
M - 3	16,60



Fuente: Autor

Ensayo de compresión	Mezcla número 0, mezcla base 28 DIAS	Cilindro #	1
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,4 H (cm)= 30,5 P (Kg)= 12,818 Carga (kgf)= 61610,72 Carga (kN)=604,19	Foto del cilindro 	Tipo de falla  Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CÁLCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

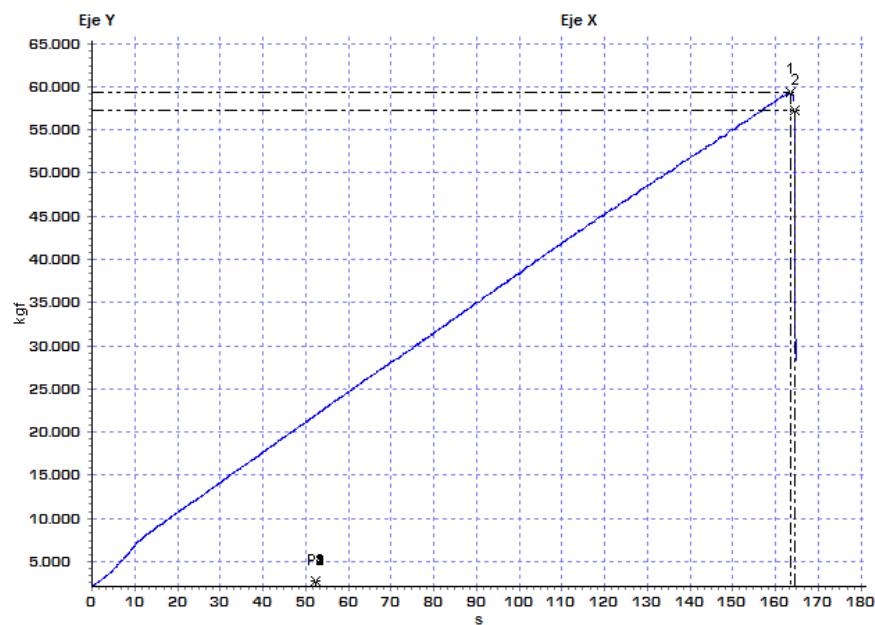
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,22 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{604,19 \text{ kN}}{186,22 \text{ cm}^2} = 32,4 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor

Ensayo de compresión	Mezcla número 0, mezcla base 28 DIAS.	Cilindro #	2
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,4 H (cm)= 30,6 P (Kg)= 12,658 Carga (kgf)= 59344,74 Carga (kN)= 581,97	Foto del cilindro 	Tipo de falla  Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

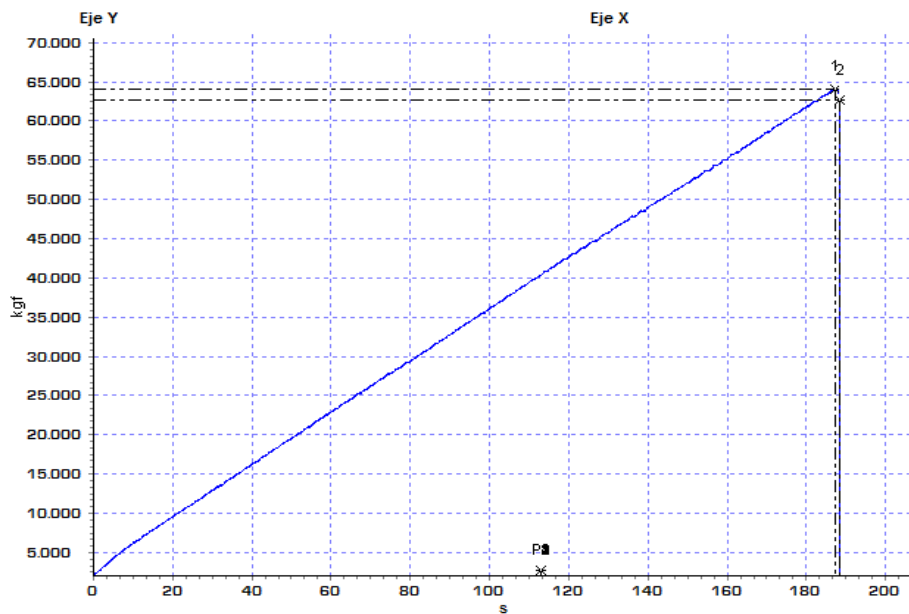
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,22 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{581,97 \text{ kN}}{186,22 \text{ cm}^2} = 31,2 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor

Ensayo de compresión	Mezcla número 0, mezcla base 28 DIAS.	Cilindro #	3
Norma: NTC 673			
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,4 H (cm)= 30,3 P (Kg)= 12,524 Carga (kgf)= 64061,73 Carga (kN)= 628,23		 Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

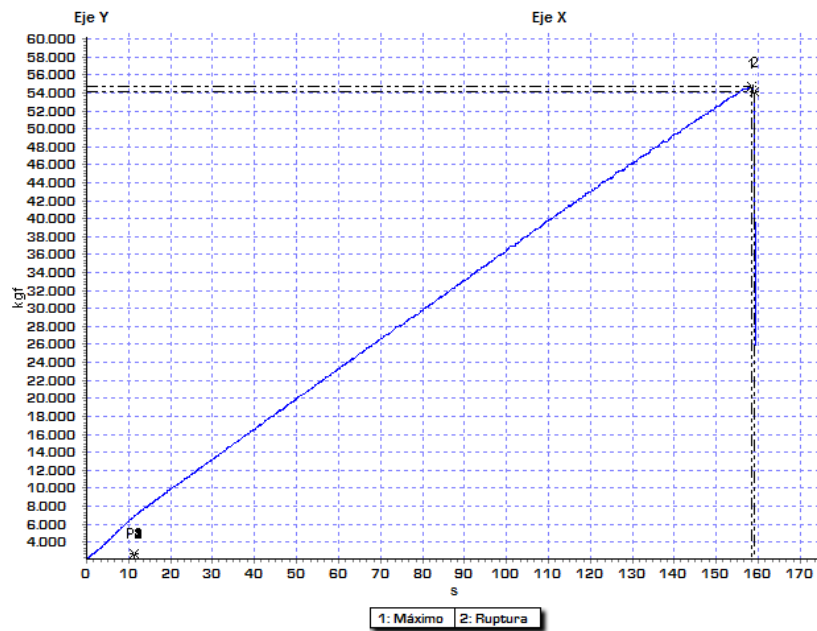
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,22 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{628,23 \text{ kN}}{186,22 \text{ cm}^2} = 33,7 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor

Ensayo de compresión	Mezcla número 1, mezcla con 5% de	Cilindro	1
Norma: NTC 673	inclusión de biosólidos 28 DIAS.	#	
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,1 H (cm)= 30,5 P (Kg)= 12,430 Carga (kgf)= 54697,02 Carga (kN)= 536,39		 Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

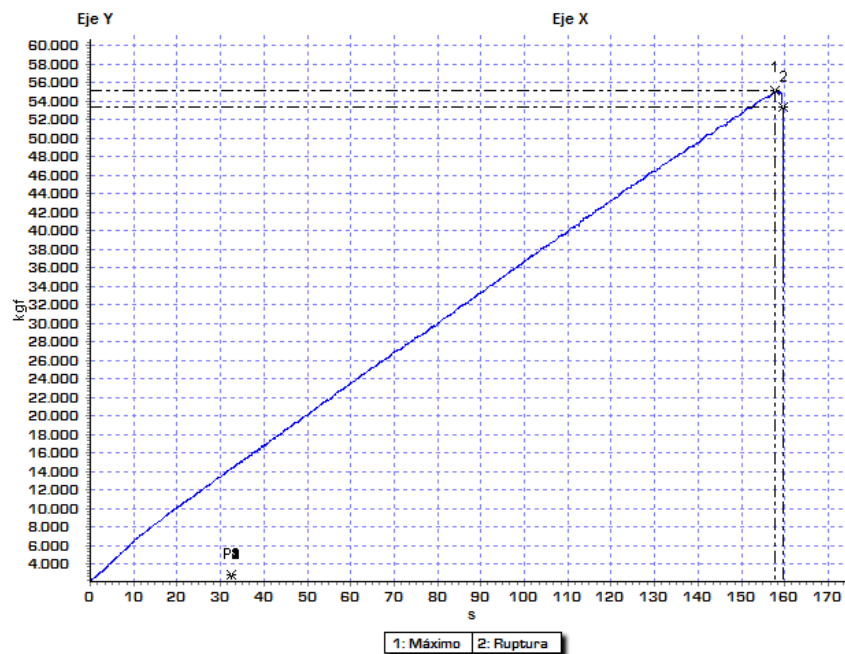
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,1^2}{4} = 179,07 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{536,39 \text{ kN}}{179,07 \text{ cm}^2} = 29,9 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 1, mezcla con 5% de inclusión de biosólidos 28 DIAS.	Cilindro #	2
Norma: NTC 673			
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,4 H (cm)=30,4 P (Kg)=12,618 Carga (kgf)= 55101,66 Carga (kN)= 540,36		 Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, pero no bien definidos en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

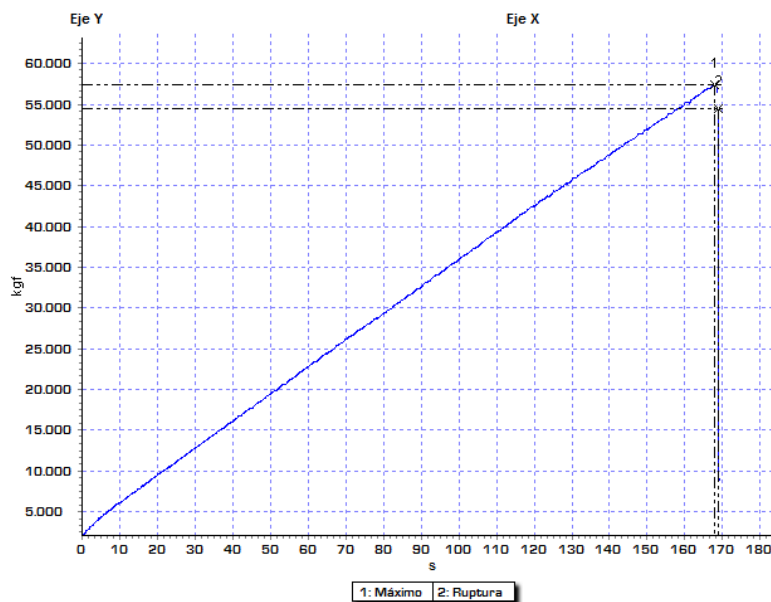
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,26 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{540,36kN}{186,26 \text{ cm}^2} = 29,0 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 1, mezcla con 5% de	Cilindro #	3
Norma: NTC 673	inclusión de biosólidos 28 DIAS.		
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,4 H (cm)=30,5 P (Kg)=12,792 Carga (kgf)= 57379,30 Carga (kN)= 562,69		 Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

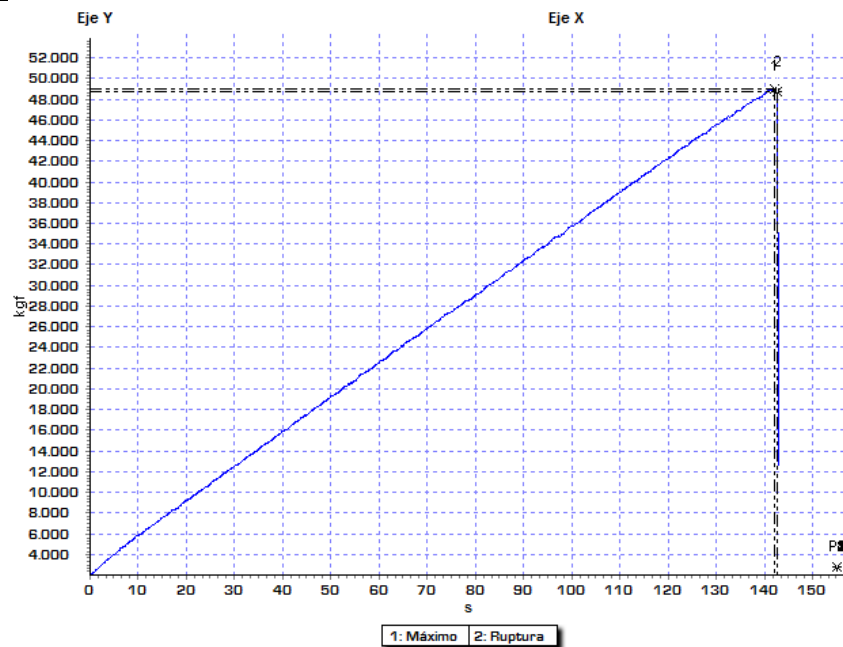
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,26 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{562,69kN}{186,26 \text{ cm}^2} = 30,2 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 2, mezcla con 10% de inclusión de biosólidos 28 DIAS.	Cilindro #	1
Norma: NTC 673			
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,3 H (cm)= 30,2 P (Kg)=12,354 Carga (kgf)= 48962,56 Carga (kN)= 480,15		 Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



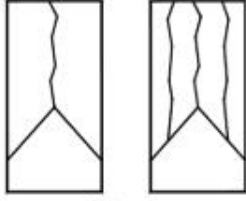
CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

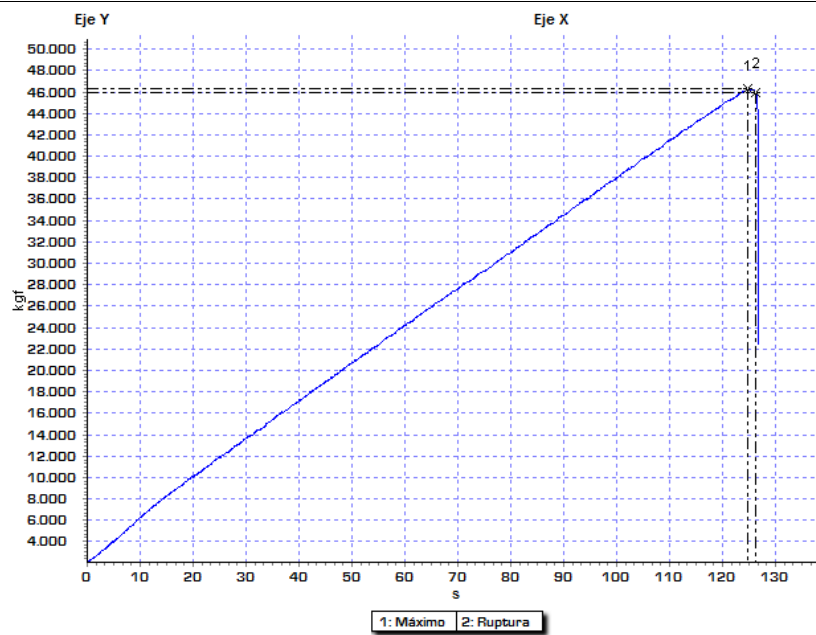
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,3^2}{4} = 183,85 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{480,15 \text{ kN}}{183,85 \text{ cm}^2} = 26,1 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 2, mezcla con 10% de inclusión de biosólidos 28 DIAS.	Cilindro #	2
Norma: NTC 673			
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,3 H (cm)=30,4 P (Kg)=12,344 Carga (kgf)= 46257,17 Carga (kN)= 453,62		 Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN




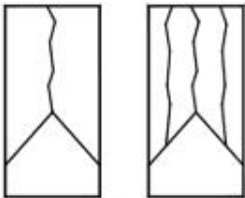
CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

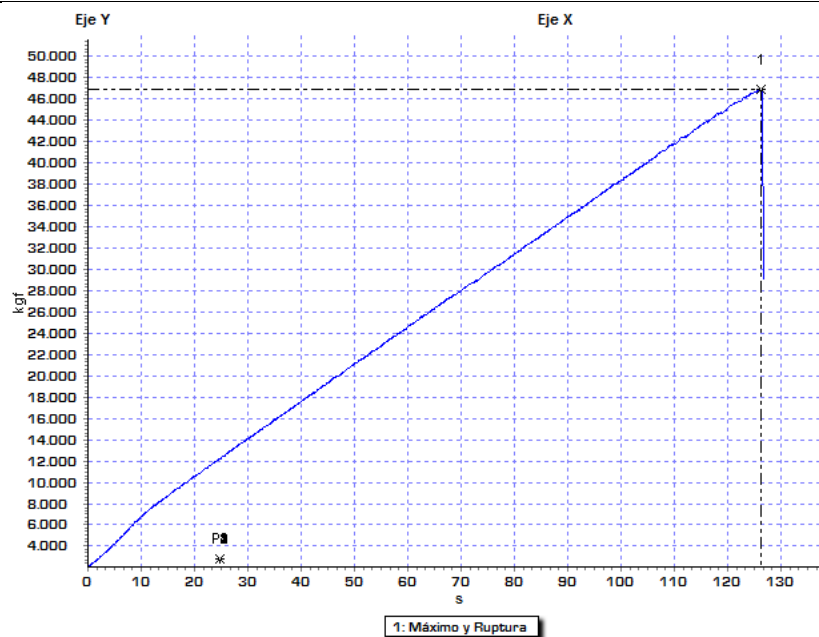
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,3^2}{4} = 183,85 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{453,62 \text{ kN}}{183,85 \text{ cm}^2} = 2,46 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 2, mezcla con 10% de inclusión de biosólidos 28 DIAS.	Cilindro #	3
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,2 H (cm)= 30,6 P (Kg)= 12,332 Carga (kgf)= 46869,95 Carga (kN)= 459,63	Foto del cilindro 	Tipo de falla  Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

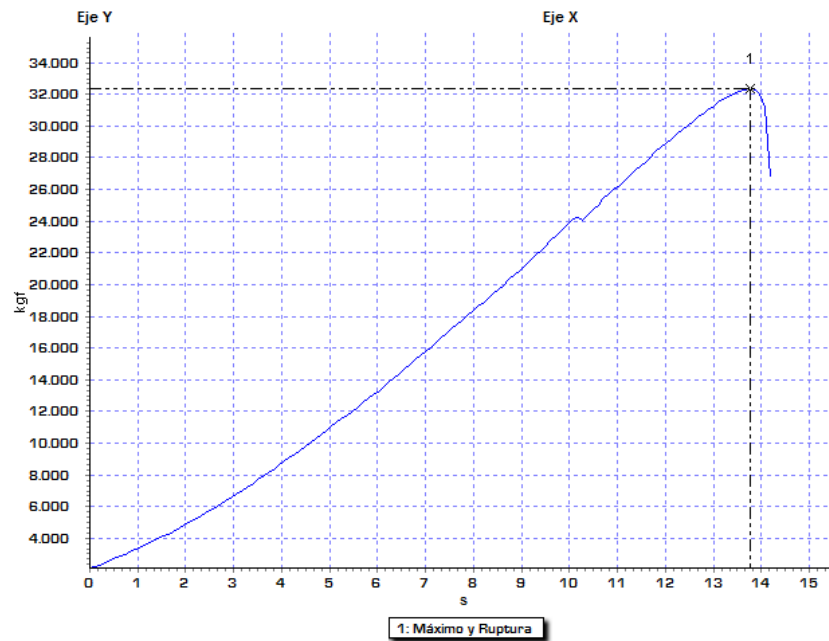
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,2^2}{4} = 181,45 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{459,63kN}{181,45 \text{ cm}^2} = 25,3 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 3, mezcla con 15% de inclusión de biosólidos 28 DIAS.	Cilindro #	1
Norma: NTC 673			
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,4 H (cm)= 30,4 P (Kg)= 12,106 Carga (kgf)= 32337,25 Carga (kN)= 317,11		 Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN




CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

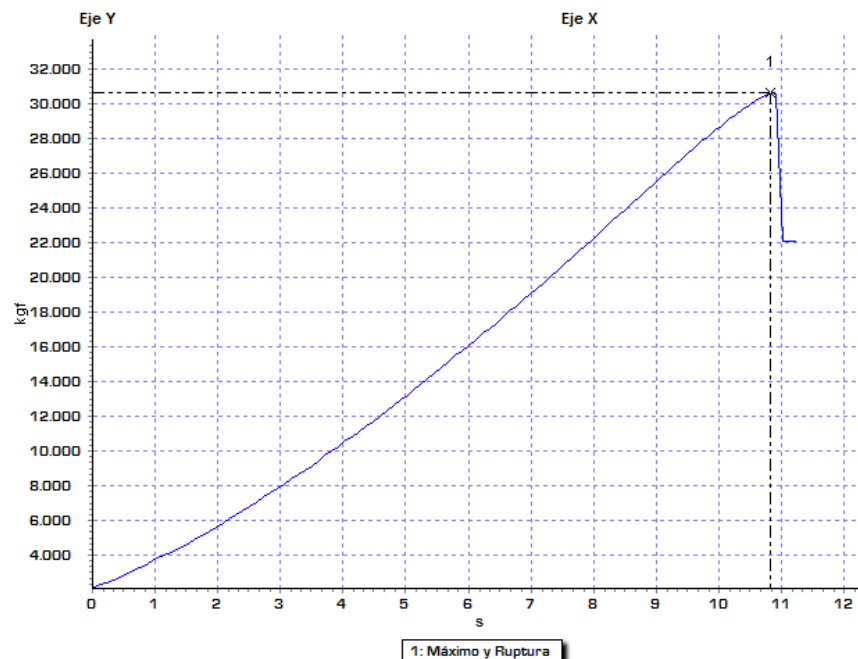
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,26 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{317,11 \text{ kN}}{186,26 \text{ cm}^2} = 17,0 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 3, mezcla con 15% de	Cilindro #	2
Norma: NTC 673	inclusión de biosólidos 28 DIAS.		
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,4 H (cm)= 30,5 P (Kg)= 12,0 Carga (kgf)= 30614,64 Carga (kN)= 300,22		 Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN




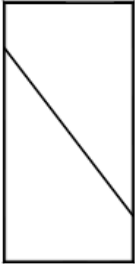
CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

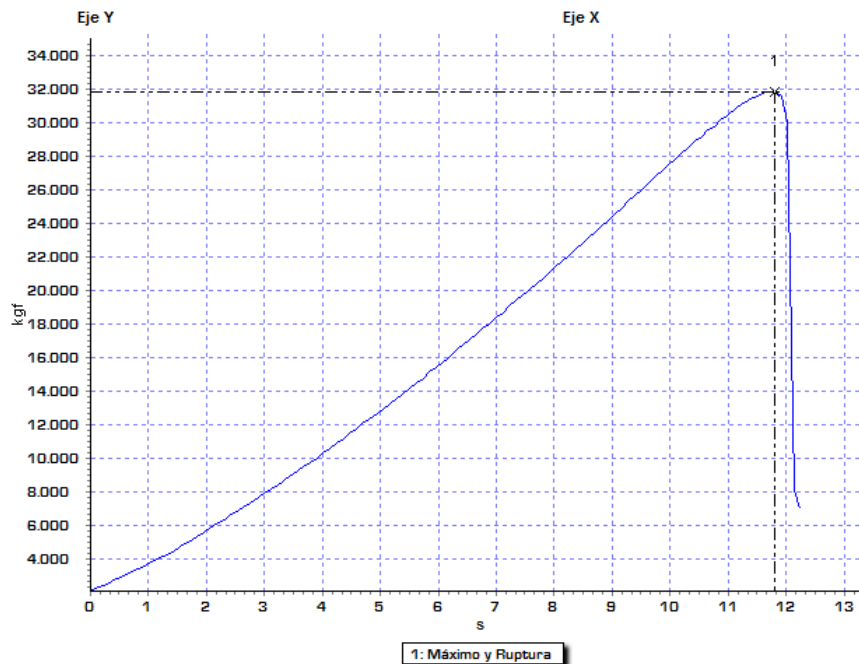
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,26 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{300,22kN}{186,26 \text{ cm}^2} = 16,1 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 3, mezcla con 15% de	Cilindro #	3
Norma: NTC 673	inclusión de biosólidos 28 DIAS.		
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,4 H (cm)= 30,5 P (Kg)= 12,07 Carga (kgf)= 31865,44 Carga (kN)= 312,48		 Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,26 \text{ cm}^2$$

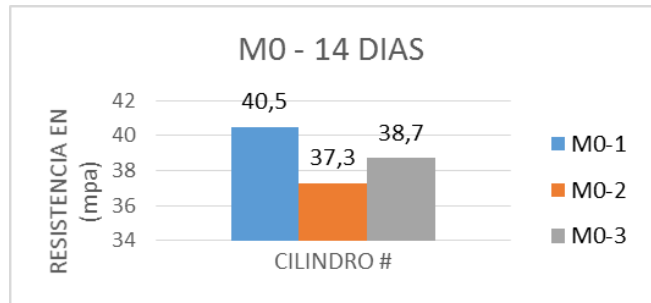
$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{312,48 \text{ kN}}{186,26 \text{ cm}^2} = 16,7 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

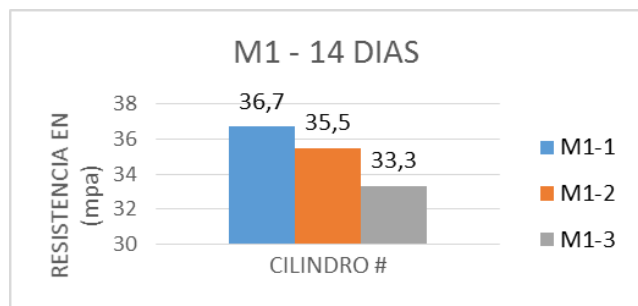
ANEXO 13

Ensayo de compresión a los 56 días mezclas M0, M1, M2, M3.

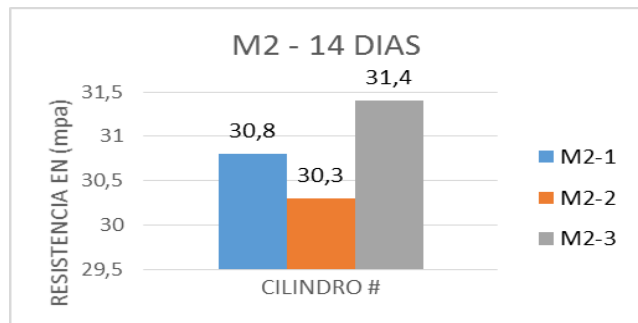
RESISTENCIA A LA COMPRESION	
M0 - 56 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA N
M0-1	40,5
M0-2	37,3
M0-3	38,7



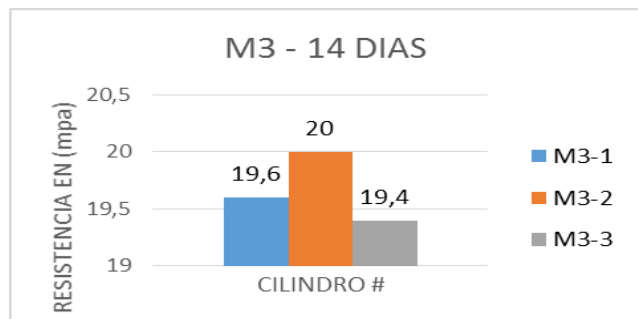
RESISTENCIA A LA COMPRESION	
M1 - 56 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA N
M1-1	36,7
M1-2	35,5
M1-3	33,3



RESISTENCIA A LA COMPRESION	
M2 - 56 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA N
M2-1	30,8
M2-2	30,3
M2-3	31,4

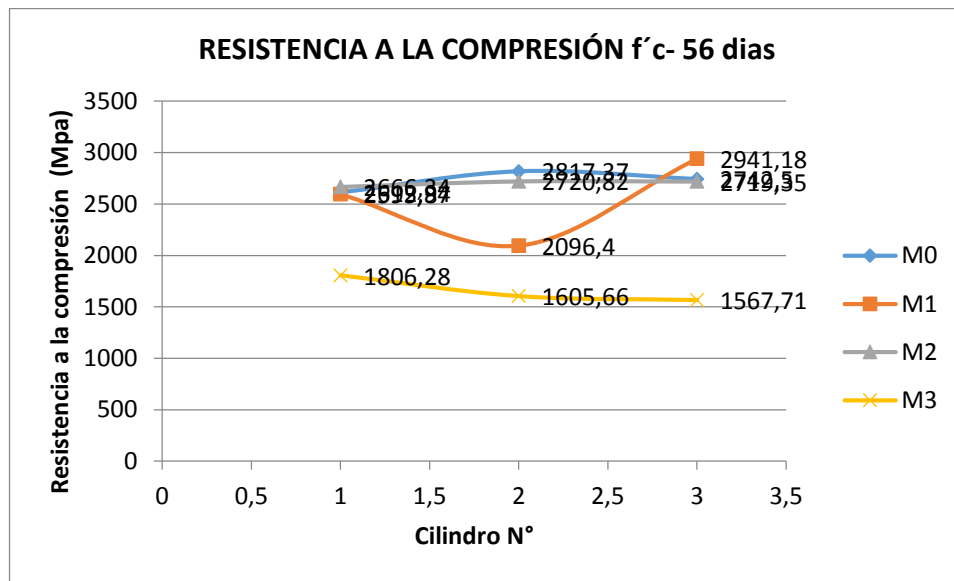


RESISTENCIA A LA COMPRESION	
M3 - 56 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA N
M3-1	19,6
M3-2	20
M3-3	19,4

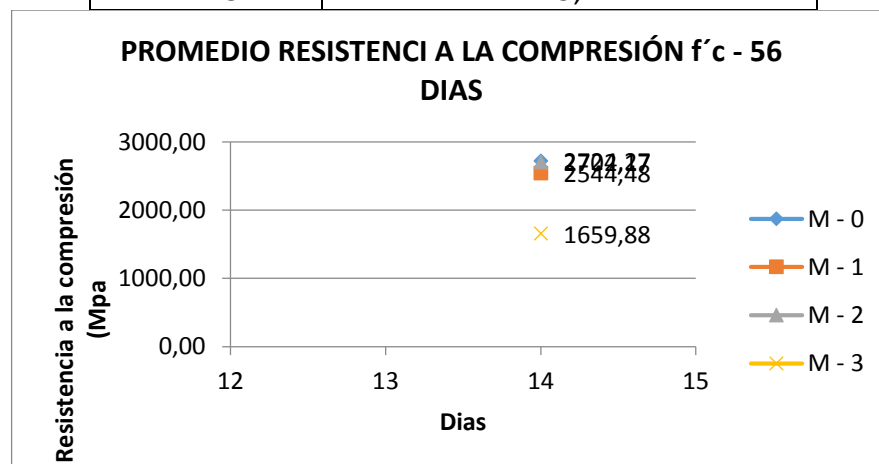


Fuente: Autor

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f'_c - 56 DIAS				
CILINDRO #	M0	M1	M2	M3
M0-1	40,5	36,7	30,8	19,6
M0-2	37,3	35,5	30,3	20
M0-3	38,7	33,3	31,4	19,4



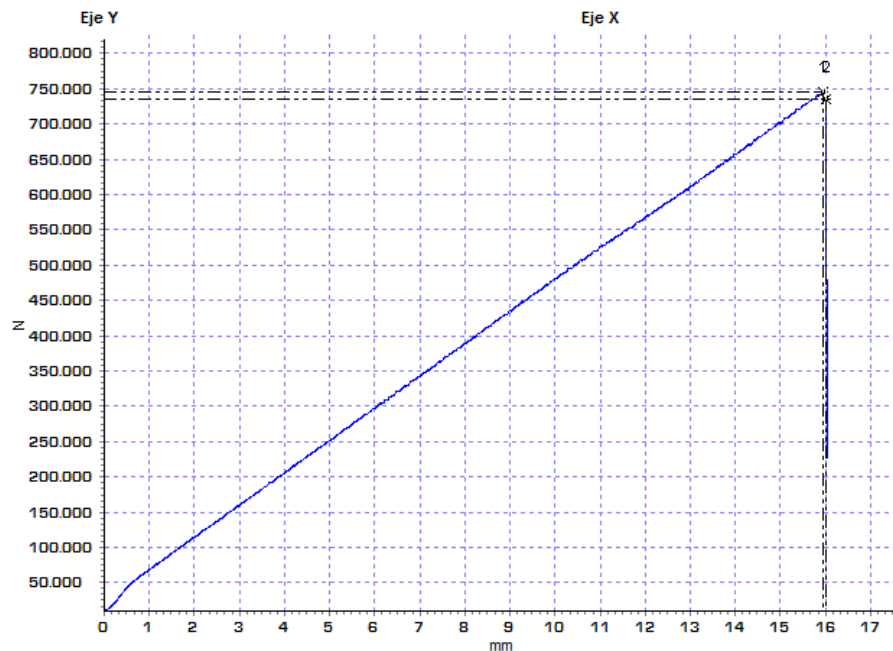
MEZCLA #	PROMEDIO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f'_c - 56 DIAS
M - 0	38,8
M - 1	35,2
M - 2	30,8
M - 3	19,7



Fuente: Autor

Ensayo de compresión	Mezcla número 0, mezcla base 56 DIAS	Cilindro #	1
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,3 H (cm)= 30,4 P (Kg)= 12,264 Carga (kN)= 744,78	Foto del cilindro 	Tipo de falla  Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN




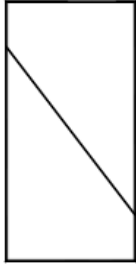
CÁLCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

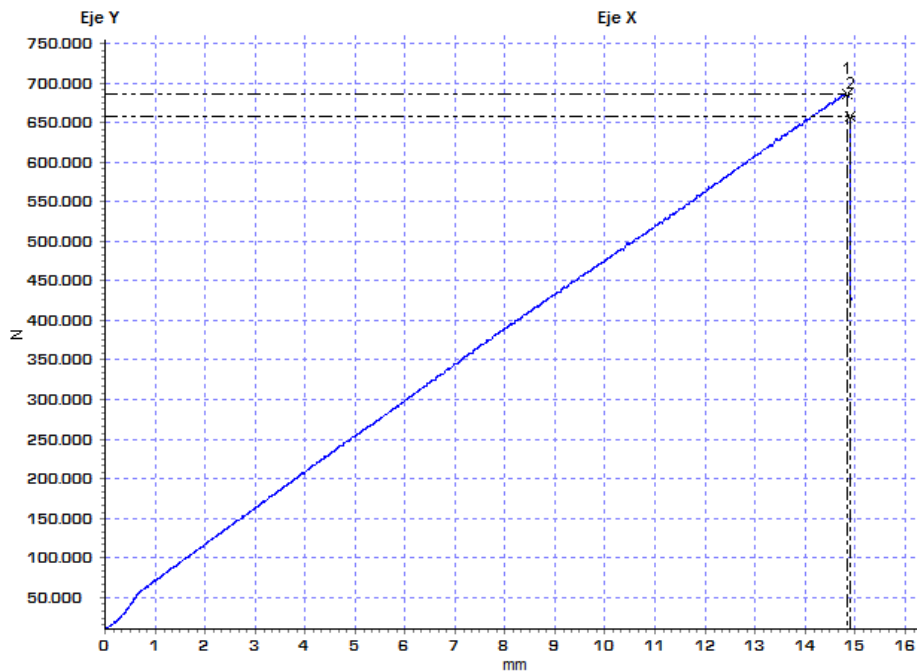
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,3^2}{4} = 183,85 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{744,78 \text{ kN}}{183,85 \text{ cm}^2} = 40,5 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 0, mezcla base 56 DIAS.	Cilindro #	2
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,3 H (cm)= 30,4 P (Kg)= 12,604 Carga (kN)= 685,57	Foto del cilindro 	Tipo de falla  Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

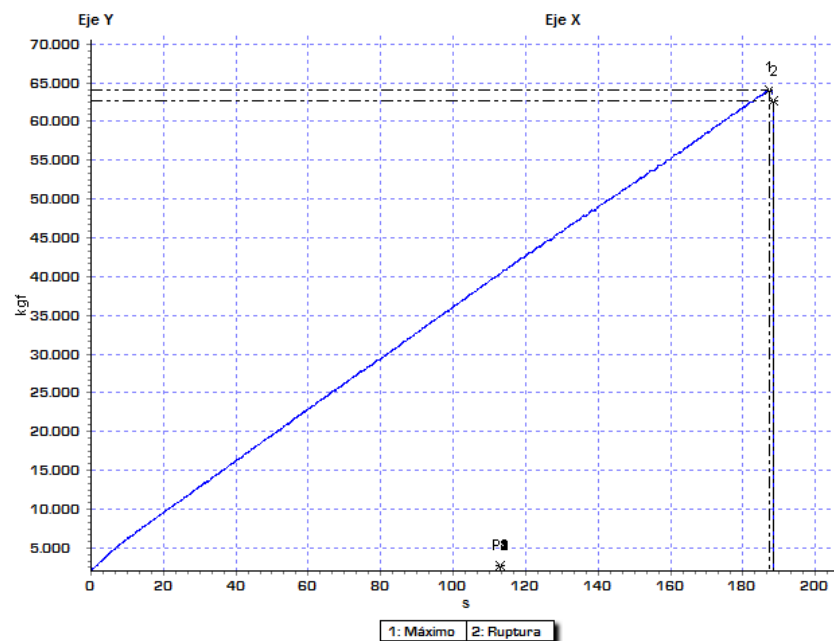
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,3^2}{4} = 183,85 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{685,57 \text{ kN}}{186,22 \text{ cm}^2} = 37,3 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 0, mezcla base 56 DIAS.	Cilindro #	3
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,3 H (cm)= 30,5 P (Kg)= 12,576 Carga (kN)= 711,47	Foto del cilindro 	Tipo de falla  Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN




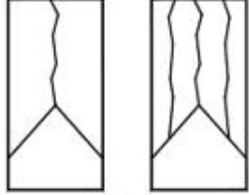
CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

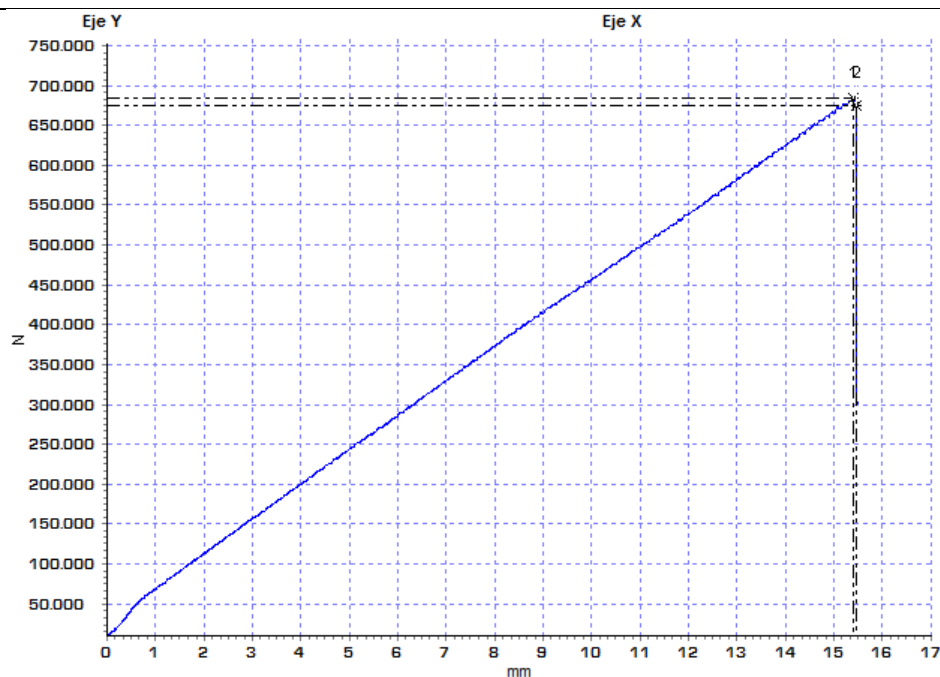
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,3^2}{4} = 183,85 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{711,47 \text{ kN}}{183,85 \text{ cm}^2} = 38,7 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 1, mezcla con 5% de inclusión de biosólidos 56 DIAS.	Cilindro #	1
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,4 H (cm)= 30,5 P (Kg)= 12,76 Carga (kN)= 683,58	Foto del cilindro 	Tipo de falla  Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, pero no bien definidos en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN




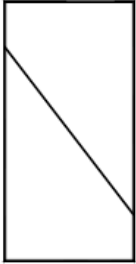
CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

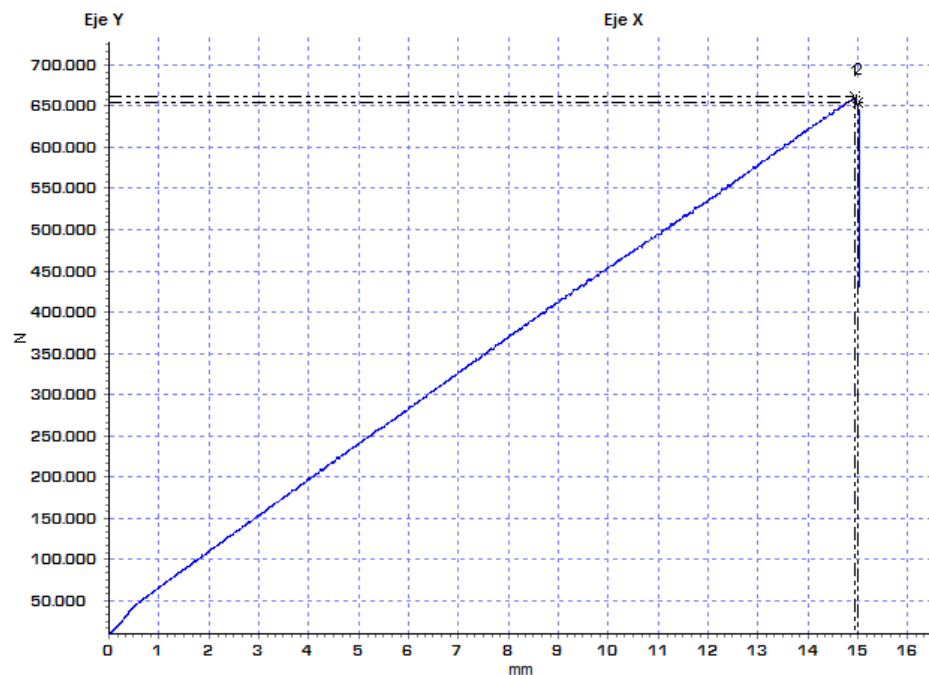
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,22 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{683,58 \text{ kN}}{186,22 \text{ cm}^2} = 36,7 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 1, mezcla con 5% de inclusión de biosólidos 56 DIAS.	Cilindro #	2
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,4 H (cm)=30,4 P (Kg)=12,818 Carga (kN)= 660,82	Foto del cilindro 	Tipo de falla  Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN




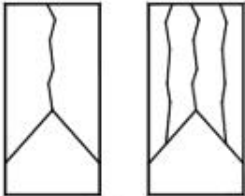
CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

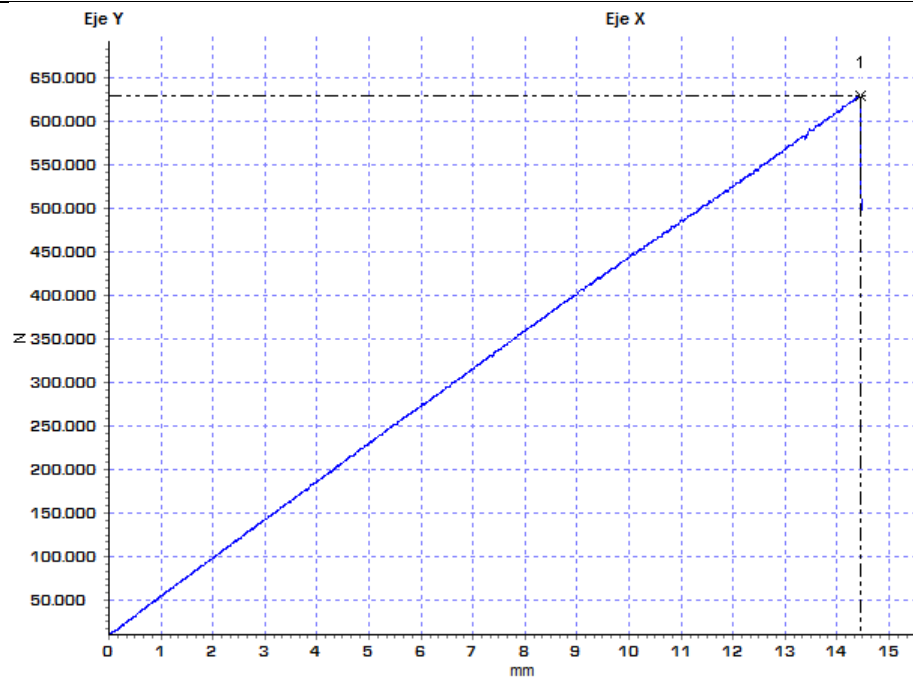
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,26 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{660,82kN}{186,26 \text{ cm}^2} = 35,5 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 1, mezcla con 5% de	Cilindro #	3
Norma: NTC 673	inclusión de biosólidos 56 DIAS.		
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,4 H (cm)=30,4 P (Kg)=12,450 Carga (kN)= 628,03		 Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, pero no bien definidas en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

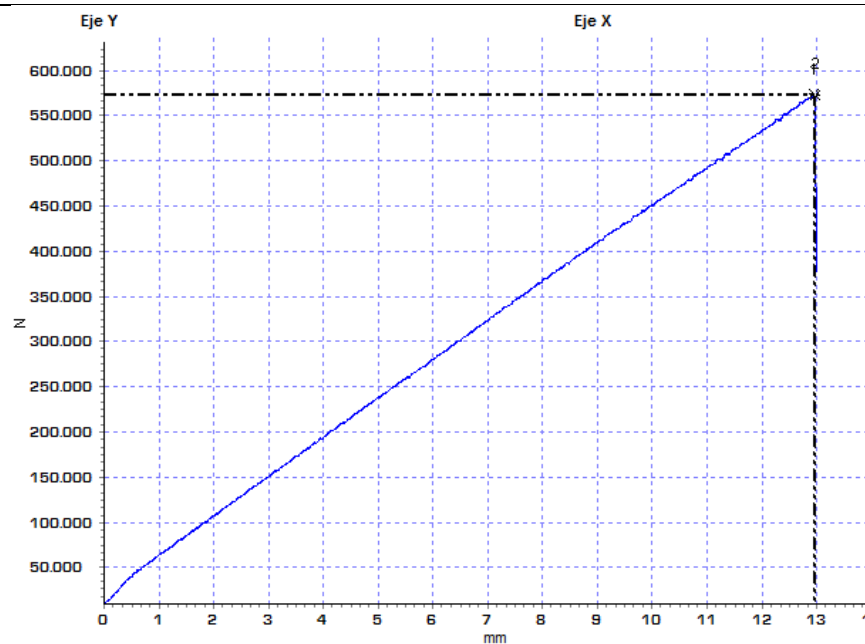
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,26 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{628,03kN}{186,26 \text{ cm}^2} = 33,3 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 2, mezcla con 10% de inclusión de biosólidos 56 DIAS.	Cilindro #	1
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,4 H (cm)= 30,4 P (Kg)=12,572 Carga (kN)= 573,41	Foto del cilindro 	Tipo de falla  Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

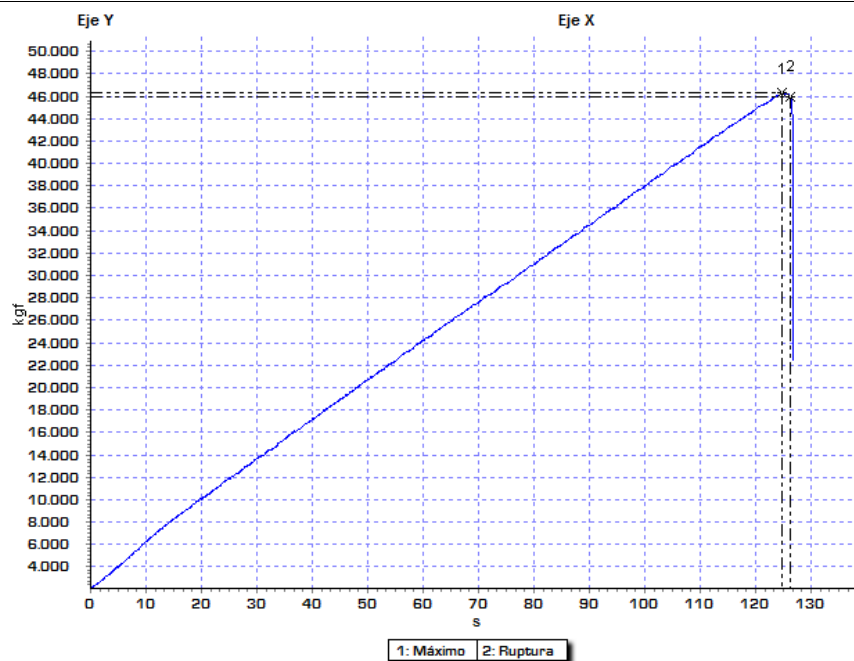
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,26 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{573,41 \text{ kN}}{186,26 \text{ cm}^2} = 30,8 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 2, mezcla con 10% de inclusión de biosólidos 56 DIAS.	Cilindro #	2
Norma: NTC 673			
Características:	Foto del cilindro	Tipo de falla	
D (cm)= 15,4 H (cm)=30,4 P (Kg)=12,494 Carga (kN)= 564,75		 <p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, pero no bien definidos en el otro extremo</p>	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN




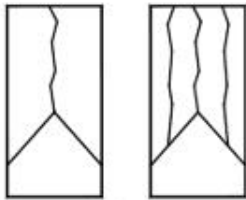
CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

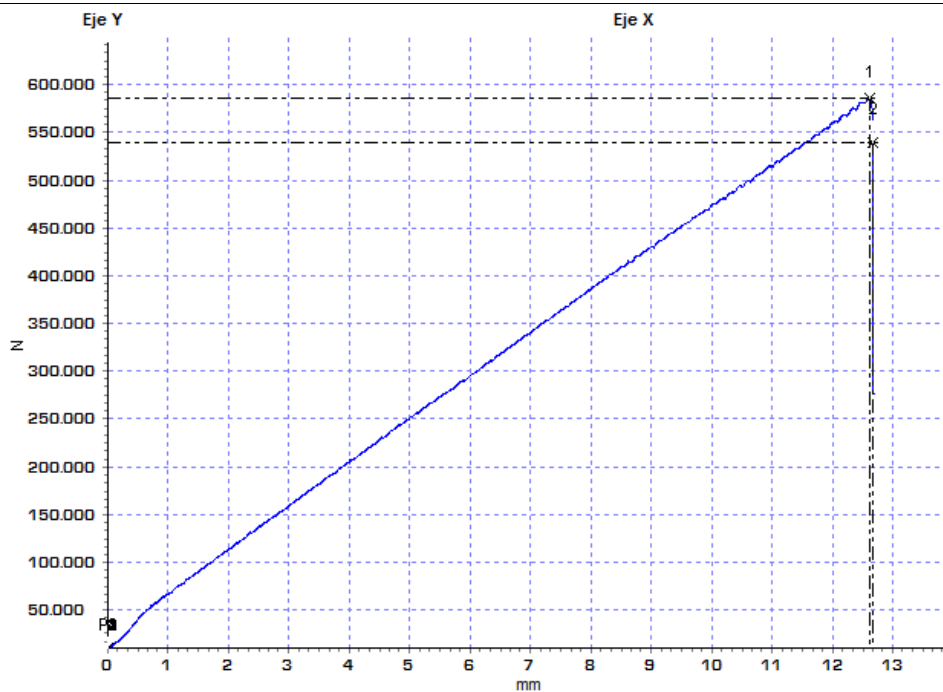
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,26 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{564,75 \text{ kN}}{186,26 \text{ cm}^2} = 30,3 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 2, mezcla con 10% de inclusión de biosólidos 28 DIAS.	Cilindro #	3
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,4 H (cm)= 30,4 P (Kg)= 12,338 Carga (kN)= 585,21	Foto del cilindro 	Tipo de falla  Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

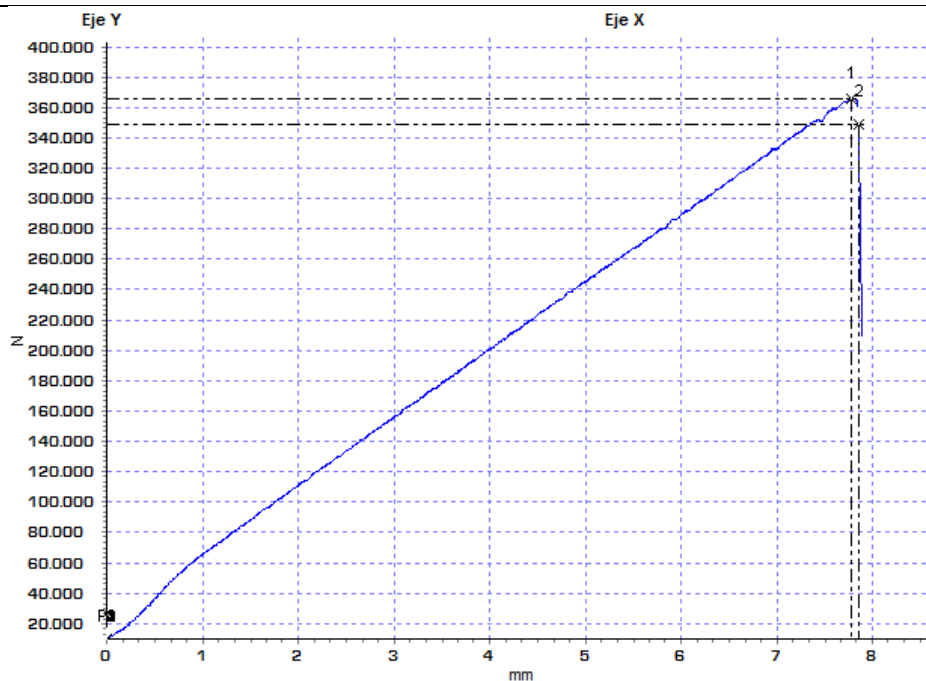
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,26 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{585,21 \text{ kN}}{186,26 \text{ cm}^2} = 31,4 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 3, mezcla con 15% de inclusión de biosólidos 28 DIAS.	Cilindro #	1
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,4 H (cm)= 30,4 P (Kg)= 12,264 Carga (kN)= 365,91	Foto del cilindro 	Tipo de falla  Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

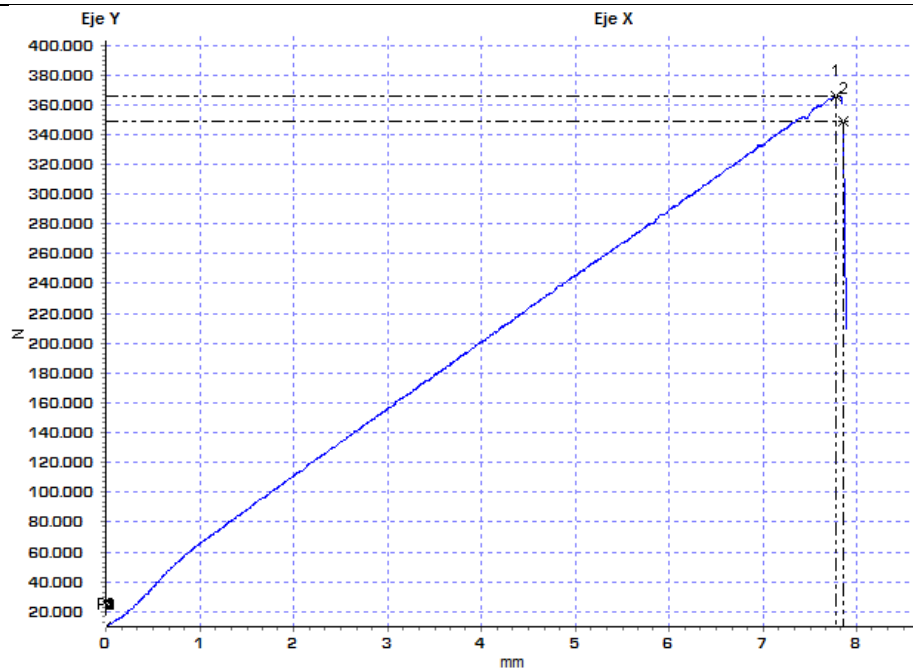
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,26 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{365,91 \text{ kN}}{186,26 \text{ cm}^2} = 19,6 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 3, mezcla con 15% de inclusión de biosólidos 56 DIAS.	Cilindro #	2
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,4 H (cm)= 30,3 P (Kg)= 12,226 Carga (kN)= 372,91	Foto del cilindro	Tipo de falla	
		 Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, pero no bien definidos en el otro extremo	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN




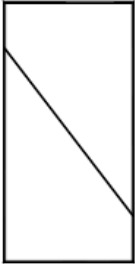
CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

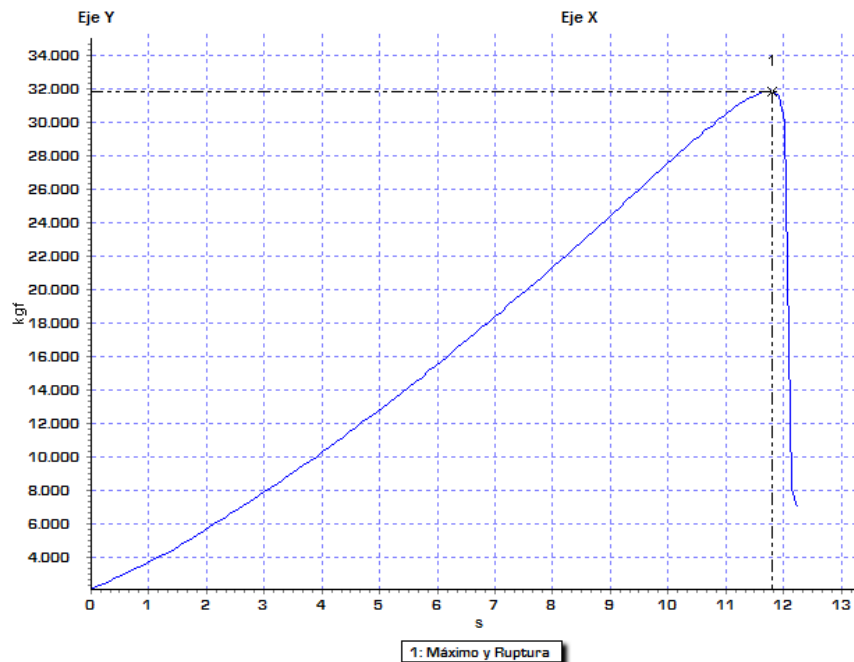
$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,26 \text{ cm}^2$$

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{372,91 \text{ kN}}{186,26 \text{ cm}^2} = 20,0 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

Ensayo de compresión	Mezcla número 3, mezcla con 15% de inclusión de biosólidos 56 DIAS.	Cilindro #	3
Norma: NTC 673			
Características: D (cm)= 15,4 H (cm)= 30,3 P (Kg)= 12,07 Carga (kN)= 360,80	Foto del cilindro	Tipo de falla	
		 Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1	

GRAFICA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CALCULOS

$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{CARGA MAXIMA}{SECCIÓN TRANSVERSAL}$$

$$AREA = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 15,4^2}{4} = 186,26 \text{ cm}^2$$

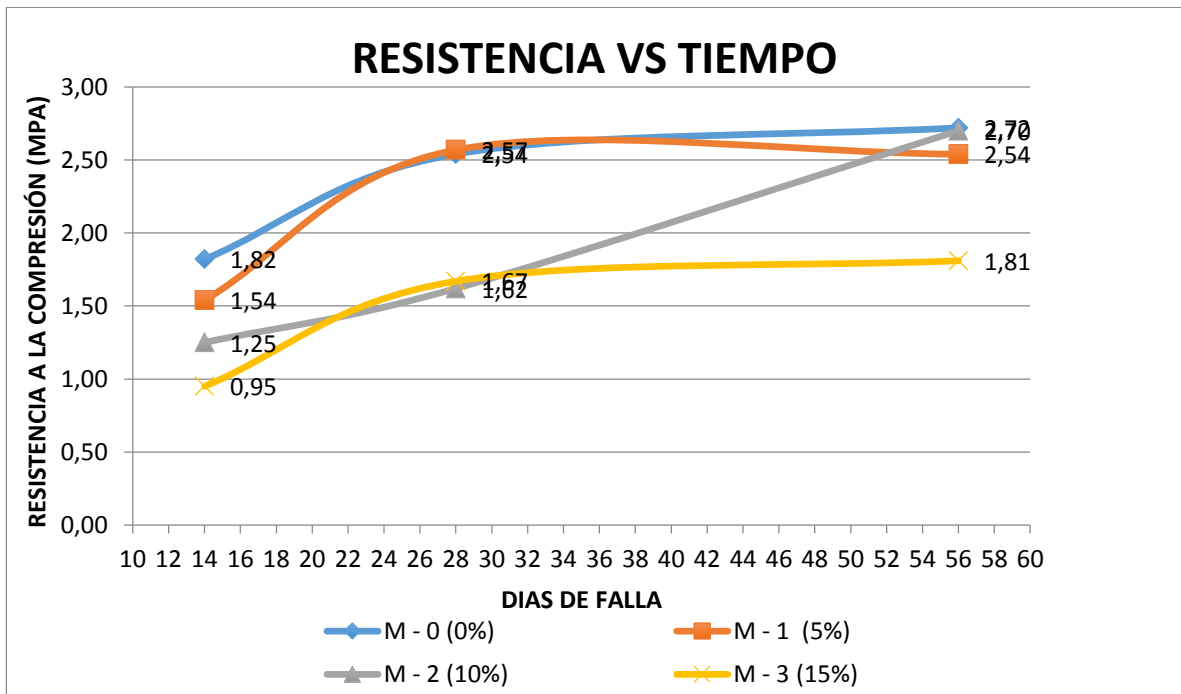
$$RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN = \frac{360,80kN}{186,26 \text{ cm}^2} = 19,4 \text{ Mpa}$$

Fuente: Autor.

ANEXO 14

Comparación promedio de resistencia a la compresión de las mezclas, en los diferentes días de falla.

COMPARACIÓN PROMEDIO DE RESISTENCIA EN LOS DIAS DE FALLA			
MEZCLA #	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f'_c - 14 DIAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f'_c - 28 DIAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f'_c - 56 DIAS
M - 0 (0%)	26,80	32,43	38,83
M - 1 (5%)	24,77	29,70	35,17
M - 2 (10%)	21,77	25,33	30,83
M - 3 (15%)	11,77	16,60	19,67



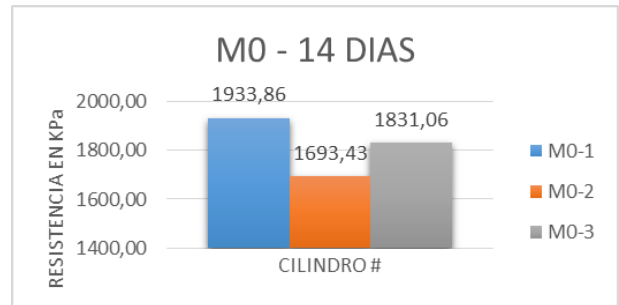
Fuente: Autor.

ANEXO C
ENSAYO RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.

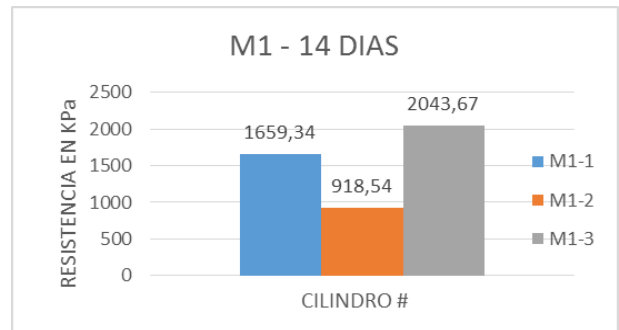
ANEXO 15

Ensayo de resistencia a la tensión indirecta a los 14 días mezclas M0, M1, M2, M3.

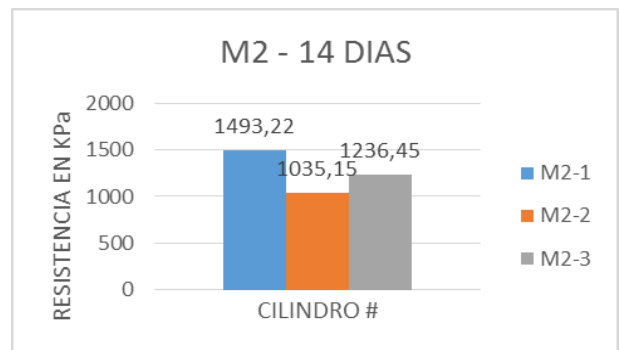
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
M0 - 14 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Kpa
M0-1	1933,86
M0-2	1693,43
M0-3	1831,06



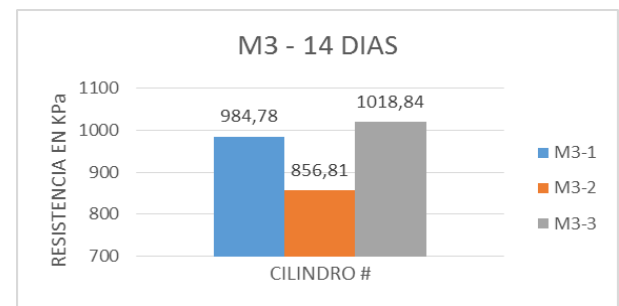
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
M1 - 14 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Kpa
M1-1	1659,34
M1-2	918,54
M1-3	2043,67



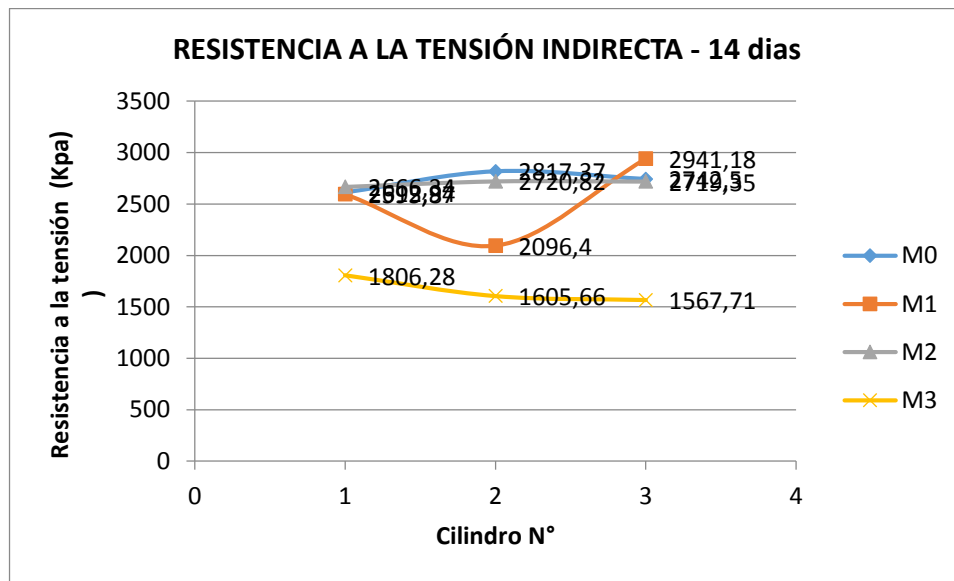
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
M2 - 14 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Kpa
M2-1	1493,22
M2-2	1035,15
M2-3	1236,45



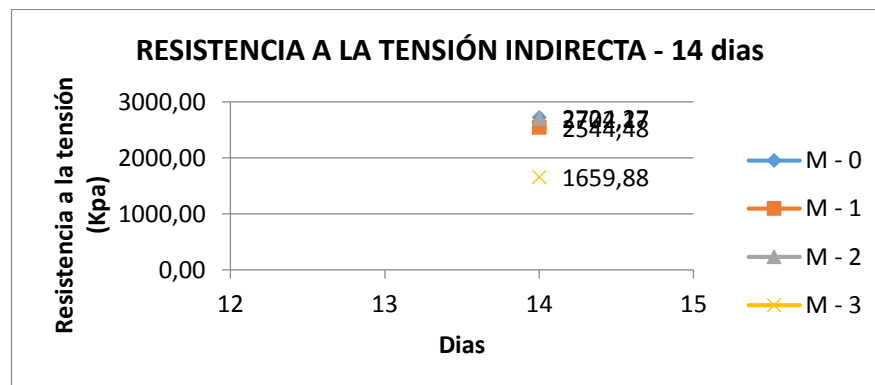
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
M3 - 14 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Kpa
M3-1	984,78
M3-2	856,81
M3-3	1018,84




RESISTENCIA A LA TENSIÓN INDIRECTA Kpa				
CILINDRO #	M0	M1	M2	M3
M3-1	1933,86	1659,34	1493,22	984,78
M3-2	1693,43	918,54	1035,15	856,81
M3-3	1831,06	2043,67	1236,45	1018,84




MEZCLA #	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TENSIÓN INDIRECTA 14 DIAS (Kpa)
M - 0	1819,45
M - 1	1540,52
M - 2	1254,94
M - 3	953,48





Fuente: Autor

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 14 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 0% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	1
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,202 d (m)= 0,102 Carga (kN)= 62,58			
CALCULOS			
$T = \frac{2P}{\pi l d}$ <p> T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m </p> $T = \frac{2 \times 62,58}{\pi \times 0,202 \times 0,102} = 1933,86kpa$			


ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 14 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 0% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	2
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,202 d (m)= 0,101 Carga (kN)= 54,19			
CALCULOS			
$T = \frac{2P}{\pi l d}$ <p> T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m </p> $T = \frac{2 \times 54,19}{\pi \times 0,202 \times 0,101} = 1693,43kpa$			


Fuente: Autor.

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 14 DIAS		NTC 722
MEZCLA BASE, CON 0% DE BIOSOLIDO		CILINDRO # 3
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO	FOTO DEL CILINDRO	
<p>l (m)= 0,201 d (m)= 0,101 Carga (kN)= 58,39</p>		
CALCULOS		
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 58,39}{\pi \times 0,201 \times 0,101} = 1831,06kpa$		


ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 14 DIAS		NTC 722
MEZCLA BASE, CON 5% DE BIOSOLIDO		CILINDRO # 1
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO	FOTO DEL CILINDRO	
<p>l (m)= 0,307 d (m)= 0,154 Carga (kN)= 123,23</p>		
CALCULOS		
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 123,23}{\pi \times 0,307 \times 0,154} = 1659,34kpa$		


Fuente: Autor.

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 14 DIAS		NTC 722
MEZCLA BASE, CON 5% DE BIOSOLIDO		CILINDRO # 2
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO	FOTO DEL CILINDRO	
<p>l (m)= 0,306 d (m)= 0,152 Carga (kN)= 67,11</p>		
CALCULOS		
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 67,11}{\pi \times 0,306 \times 0,152} = 918,54 \text{ kpa}$		


ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 14 DIAS		NTC 722
MEZCLA BASE, CON 5% DE BIOSOLIDO		CILINDRO # 3
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO	FOTO DEL CILINDRO	
<p>l (m)= 0,306 d (m)= 0,155 Carga (kN)= 152,26</p>		
CALCULOS		
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 152,26}{\pi \times 0,306 \times 0,155} = 2043,67 \text{ kpa}$		


Fuente: Autor.

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 14 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 10% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	1
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,206 d (m)= 0,103 Carga (kN)= 49,76			
CALCULOS			
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p> T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m </p> $T = \frac{2 \times 49,76}{\pi \times 0,206 \times 0,103} = 1493,22 \text{ kpa}$			


ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 14 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 10% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	2
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,205 d (m)= 0,102 Carga (kN)= 34			
CALCULOS			
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p> T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m </p> $T = \frac{2 \times 34}{\pi \times 0,205 \times 0,102} = 1035,15 \text{ kpa}$			


Fuente: Autor.

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 14 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 10% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	3
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,206 d (m)= 0,102 Carga (kN)= 40,81			
CALCULOS			
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m $T = \frac{2 \times 40,81}{\pi \times 0,206 \times 0,102} = 1236,45 kpa$			

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 14 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 15% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	1
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,205 d (m)= 0,104 Carga (kN)= 32,98			
CALCULOS			
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m $T = \frac{2 \times 32,98}{\pi \times 0,205 \times 0,104} = 984,78 kpa$			

Fuente: Autor.

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 14 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 15% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	2
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,211 d (m)= 0,103 Carga (kN)= 29,25			
CALCULOS			
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 29,25}{\pi \times 0,211 \times 0,103} = 856,81 \text{ kpa}$			

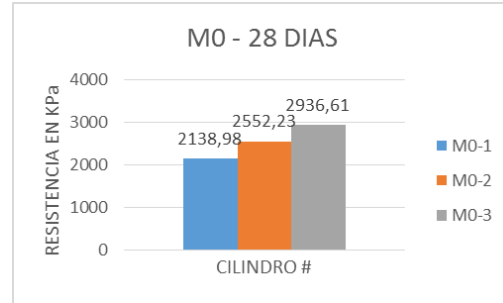
ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 14 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 15% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	3
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,204 d (m)= 0,125 Carga (kN)= 40,81			
CALCULOS			
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 40,81}{\pi \times 0,204 \times 0,125} = 1018,84 \text{ kpa}$			

Fuente: Autor.

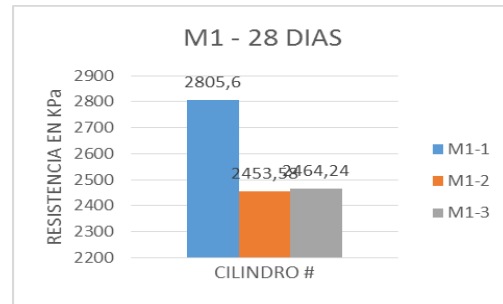
ANEXO 16

Ensayo de resistencia a la tracción a los 28 días mezclas M0, M1, M2, M3.

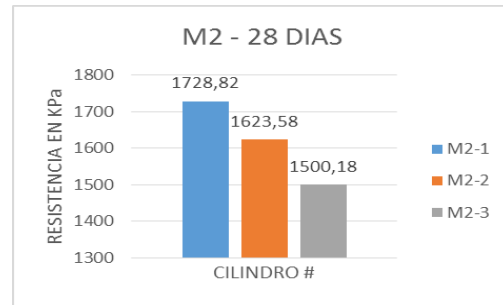
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
M0 - 28 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Kpa
M0-1	2138,98
M0-2	2552,23
M0-3	2936,61



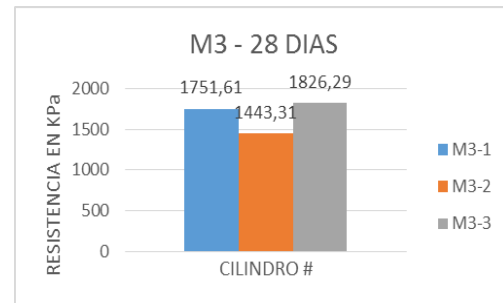
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
M1 - 28 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Kpa
M1-1	2805,6
M1-2	2453,58
M1-3	2464,24



RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
M2 - 28 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Kpa
M2-1	1728,82
M2-2	1623,58
M2-3	1500,18

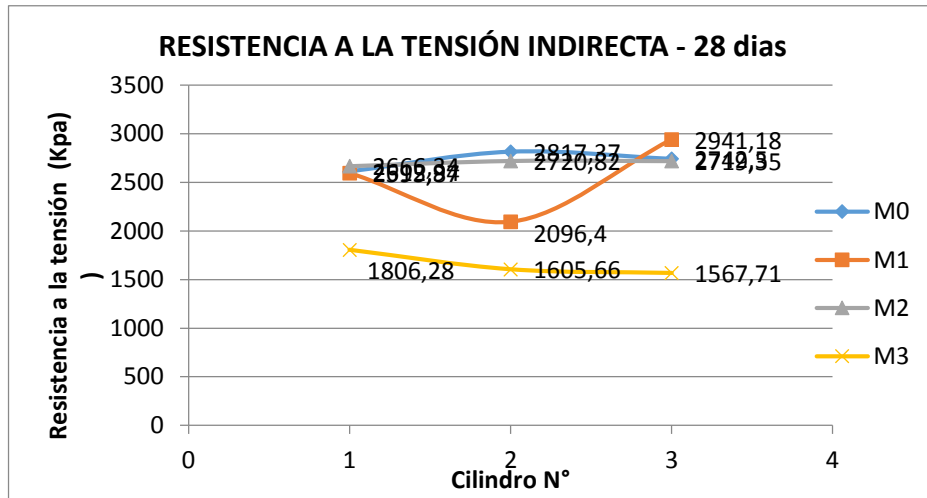


RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
M3 - 28 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Kpa
M3-1	1751,61
M3-2	1443,31
M3-3	1826,29

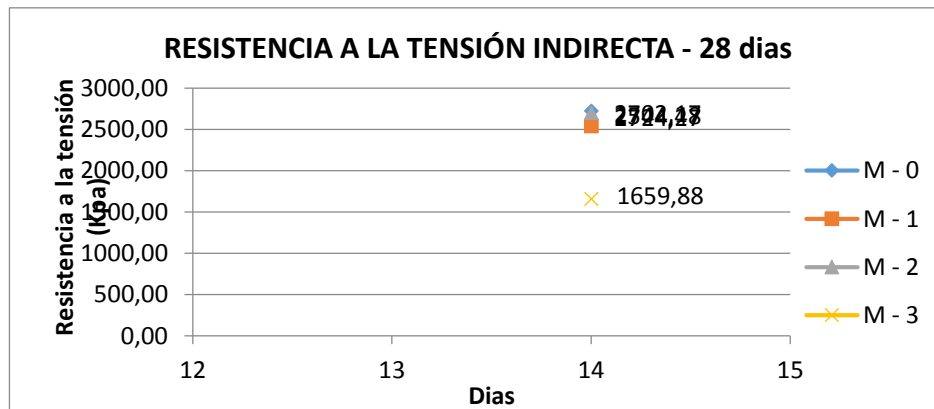


Fuente: Autor.


RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA Kpa				
CILINDRO #	M0	M1	M2	M3
M3-1	2138,98	2805,6	1728,82	1751,61
M3-2	2552,23	2453,58	1623,58	1443,31
M3-3	2936,61	2464,24	1500,18	1826,29




MEZCLA #	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA 14 DIAS
M - 0	2542,61
M - 1	2574,47
M - 2	1617,53
M - 3	1673,74





Fuente: Autor.

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 28 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 0% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	1
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,305 d (m)= 0,153 Carga (kN)= 156,79			
CALCULOS			
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p> T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m </p> $T = \frac{2 \times 156,79}{\pi \times 0,305 \times 0,153} = 2138,98 \text{ kpa}$			


ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 28 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 0% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	2
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,304 d (m)= 0,152 Carga (kN)= 185,25			
CALCULOS			
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p> T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m </p> $T = \frac{2 \times 185,25}{\pi \times 0,304 \times 0,152} = 2552,23 \text{ kpa}$			


Fuente: Autor.

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 28 DIAS		NTC 722
MEZCLA BASE, CON 0% DE BIOSOLIDO		CILINDRO # 3
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO	FOTO DEL CILINDRO	
<p>l (m)= 0,305 d (m)= 0,149 Carga (kN)= 209,63</p>		
CALCULOS		
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 209,63}{\pi \times 0,305 \times 0,149} = 2936,61 \text{ kpa}$		


ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 28 DIAS		NTC 722
MEZCLA BASE, CON 5% DE BIOSOLIDO		CILINDRO # 1
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO	FOTO DEL CILINDRO	
<p>l (m)= 0,304 d (m)= 0,153 Carga (kN)= 204,98</p>		
CALCULOS		
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 204,98}{\pi \times 0,304 \times 0,153} = 2805,60 \text{ kpa}$		


Fuente: Autor.

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 28 DIAS		NTC 722
MEZCLA BASE, CON 5% DE BIOSOLIDO		CILINDRO # 2
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO	FOTO DEL CILINDRO	
<p>l (m)= 0,306 d (m)= 0,154 Carga (kN)= 181,62</p>		
CALCULOS		
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 181,62}{\pi \times 0,306 \times 0,154} = 2453,58 \text{ kpa}$		


ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 28 DIAS		NTC 722
MEZCLA BASE, CON 5% DE BIOSOLIDO		CILINDRO # 3
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO	FOTO DEL CILINDRO	
<p>l (m)= 0,304 d (m)= 0,153 Carga (kN)= 180,04</p>		
CALCULOS		
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 180,04}{\pi \times 0,304 \times 0,153} = 2464,24 \text{ kpa}$		


Fuente: Autor.

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 28 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 10% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	1
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,203 d (m)= 0,102 Carga (kN)= 56,23			
CALCULOS			
$T = \frac{2P}{\pi l d}$ <p> T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m </p> $T = \frac{2 \times 56,23}{\pi \times 0,203 \times 0,102} = 1728,82 \text{ kpa}$			


ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 28 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 10% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	2
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,205 d (m)= 0,103 Carga (kN)= 53,85			
CALCULOS			
$T = \frac{2P}{\pi l d}$ <p> T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m </p> $T = \frac{2 \times 53,85}{\pi \times 0,205 \times 0,103} = 1623,58 \text{ kpa}$			


Fuente: Autor.

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 28 DIAS		NTC 722
MEZCLA BASE, CON 10% DE BIOSOLIDO		CILINDRO # 3
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO	FOTO DEL CILINDRO	
<p>l (m)= 0,206 d (m)= 0,103 Carga (kN)= 50,00</p>		
CALCULOS		
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 50}{\pi \times 0,206 \times 0,103} = 1500,18 \text{ kpa}$		

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 28 DIAS		NTC 722
MEZCLA BASE, CON 15% DE BIOSOLIDO		CILINDRO # 1
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO	FOTO DEL CILINDRO	
<p>l (m)= 0,206 d (m)= 0,103 Carga (kN)= 58,38</p>		
CALCULOS		
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 58,38}{\pi \times 0,206 \times 0,103} = 1751,61 \text{ kpa}$		

Fuente: Autor.

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 28 DIAS		NTC 722
MEZCLA BASE, CON 15% DE BIOSOLIDO		CILINDRO # 2
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO	FOTO DEL CILINDRO	
<p>l (m)= 0,20 d (m)= 0,102 Carga (kN)= 46,25</p>		
CALCULOS		
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 46,25}{\pi \times 0,20 \times 0,102} = 1443,31 \text{ kpa}$		

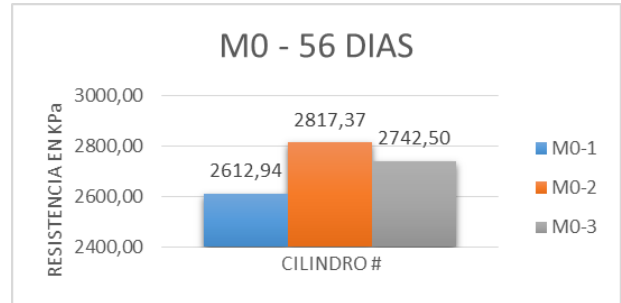
ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 28 DIAS		NTC 722
MEZCLA BASE, CON 15% DE BIOSOLIDO		CILINDRO # 3
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO	FOTO DEL CILINDRO	
<p>l (m)= 0,203 d (m)= 0,102 Carga (kN)= 59,40</p>		
CALCULOS		
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 59,40}{\pi \times 0,203 \times 0,102} = 1826,29 \text{ kpa}$		

Fuente: Autor.

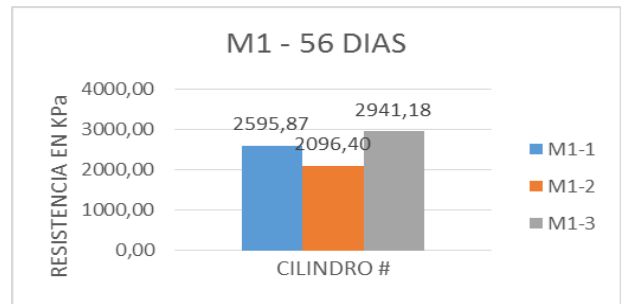
ANEXO 17

Ensayo de resistencia a la tracción a los 56 días mezclas M0, M1, M2, M3.

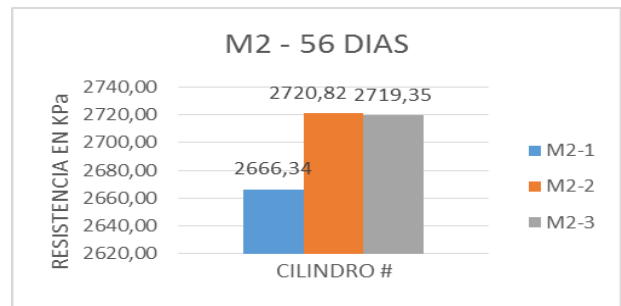
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
M0 - 56 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA
M0-1	2612,94
M0-2	2817,37
M0-3	2742,50



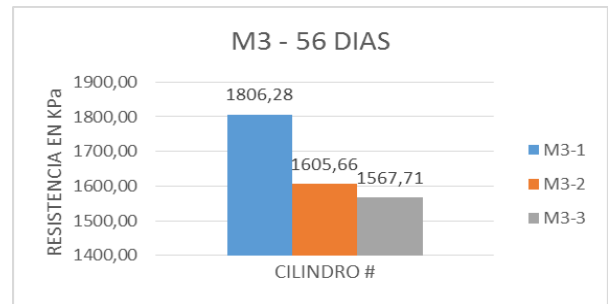
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
M1 - 56 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Kpa
M1-1	2595,87
M1-2	2096,40
M1-3	2941,18



RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
M2 - 56 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Kpa
M2-1	2666,34
M2-2	2720,82
M2-3	2719,35

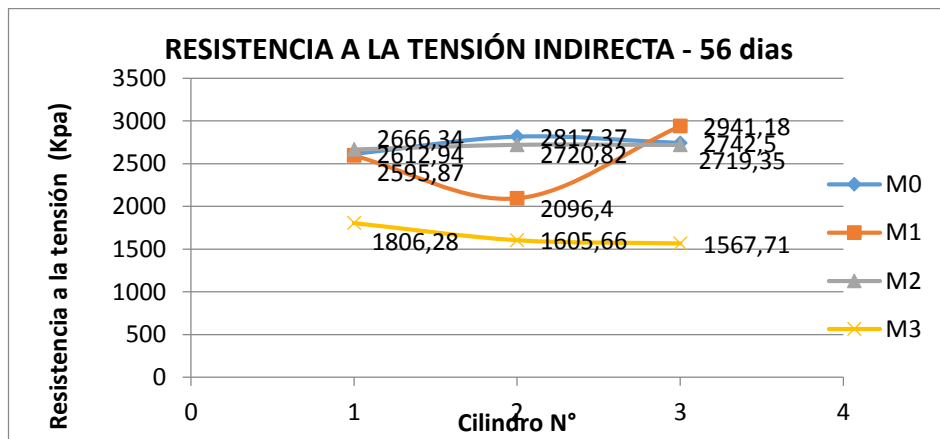


RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
M3 - 56 DIAS	
CILINDRO #	RESISTENCIA Kpa
M3-1	1806,28
M3-2	1605,66
M3-3	1567,71

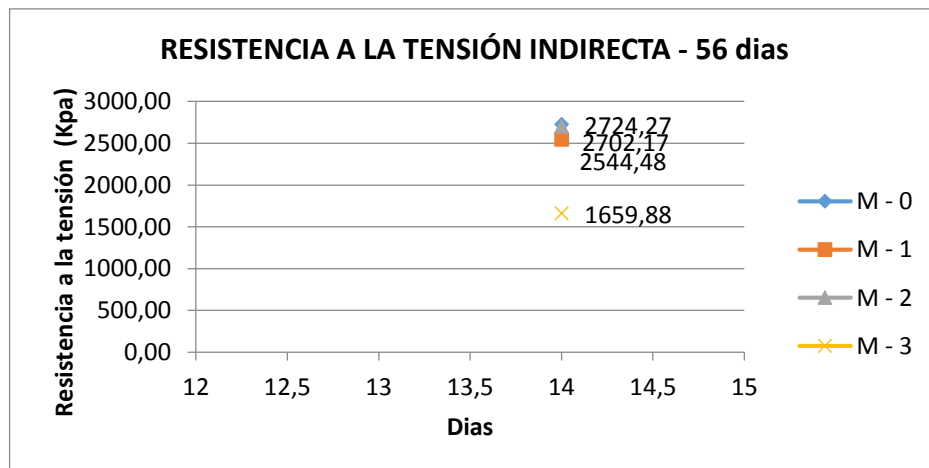


Fuente: Autor.


RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA kpa				
CILINDRO #	M0	M1	M2	M3
M3-1	2612,94	2595,87	2666,34	1806,28
M3-2	2817,37	2096,40	2720,82	1605,66
M3-3	2742,50	2941,18	2719,35	1567,71



MEZCLA #	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA 56 DIAS
M - 0	2724,27
M - 1	2544,48
M - 2	2702,17
M - 3	1659,8





Fuente: Autor.

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 56 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 0% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	1
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,304 d (m)= 0,154 Carga (kN)= 192,15			
CALCULOS			
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p> T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m </p> $T = \frac{2 \times 192,15}{\pi \times 0,304 \times 0,154} = 2612,94 \text{ kpa}$			


ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 56 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 0% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	2
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,304 d (m)= 0,154 Carga (kN)= 207,18			
CALCULOS			
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p> T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m </p> $T = \frac{2 \times 207,18}{\pi \times 0,304 \times 0,154} = 2817,37 \text{ kpa}$			


Fuente: Autor.


ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 56 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 0% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	3
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,304 d (m)= 0,153 Carga (kN)= 200,36			
CALCULOS			
$T = \frac{2P}{\pi l d}$ <p> T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m </p> $T = \frac{2 \times 200,36}{\pi \times 0,304 \times 0,153} = 2742,50 \text{ kpa}$			


ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 56 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 5% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	1
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,304 d (m)= 0,154 Carga (kN)= 190,89			
CALCULOS			
$T = \frac{2P}{\pi l d}$ <p> T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m </p> $T = \frac{2 \times 190,89}{\pi \times 0,304 \times 0,154} = 2595,87 \text{ kpa}$			

Fuente: Autor.


ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 56 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 5% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	2
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,306 d (m)= 0,154 Carga (kN)= 155,18			
CALCULOS			
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 155,18}{\pi \times 0,306 \times 0,154} = 2096,40 \text{ kpa}$			


ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 56 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 5% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	3
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,305 d (m)= 0,153 Carga (kN)= 217,00			
CALCULOS			
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 217,00}{\pi \times 0,305 \times 0,153} = 2941,18 \text{ kpa}$			

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 56 DIAS		NTC 722
MEZCLA BASE, CON 10% DE BIOSOLIDO		CILINDRO # 1
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO	FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,306 d (m)= 0,154 Carga (kN)= 197,36		
CALCULOS		
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 197,36}{\pi \times 0,306 \times 0,154} = 2666,34 \text{ kpa}$		


ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 56 DIAS		NTC 722
MEZCLA BASE, CON 10% DE BIOSOLIDO		CILINDRO # 2
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO	FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,304 d (m)= 0,154 Carga (kN)= 200,08		
CALCULOS		
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 200,08}{\pi \times 0,304 \times 0,154} = 2720,82 \text{ kpa}$		


Fuente: Autor.

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 56 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 10% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	3
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,304 d (m)= 0,154 Carga (kN)= 199,97			
CALCULOS			
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p> T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m </p> $T = \frac{2 \times 199,97}{\pi \times 0,304 \times 0,154} = 2719,35 \text{ kpa}$			

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 56 DIAS		NTC 722	
MEZCLA BASE, CON 15% DE BIOSOLIDO		CILINDRO #	1
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO		FOTO DEL CILINDRO	
l (m)= 0,304 d (m)= 0,154 Carga (kN)= 132,83			
CALCULOS			
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p> T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m </p> $T = \frac{2 \times 132,83}{\pi \times 0,304 \times 0,154} = 1806,28 \text{ kpa}$			

Fuente: Autor.

ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 56 DIAS		NTC 722
MEZCLA BASE, CON 15% DE BIOSOLIDO		CILINDRO # 2
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO	FOTO DEL CILINDRO	
<p>l (m)= 0,303 d (m)= 0,154 Carga (kN)= 177,68</p>		
CALCULOS		
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 177,68}{\pi \times 0,303 \times 0,154} = 1605,66 \text{ kpa}$		

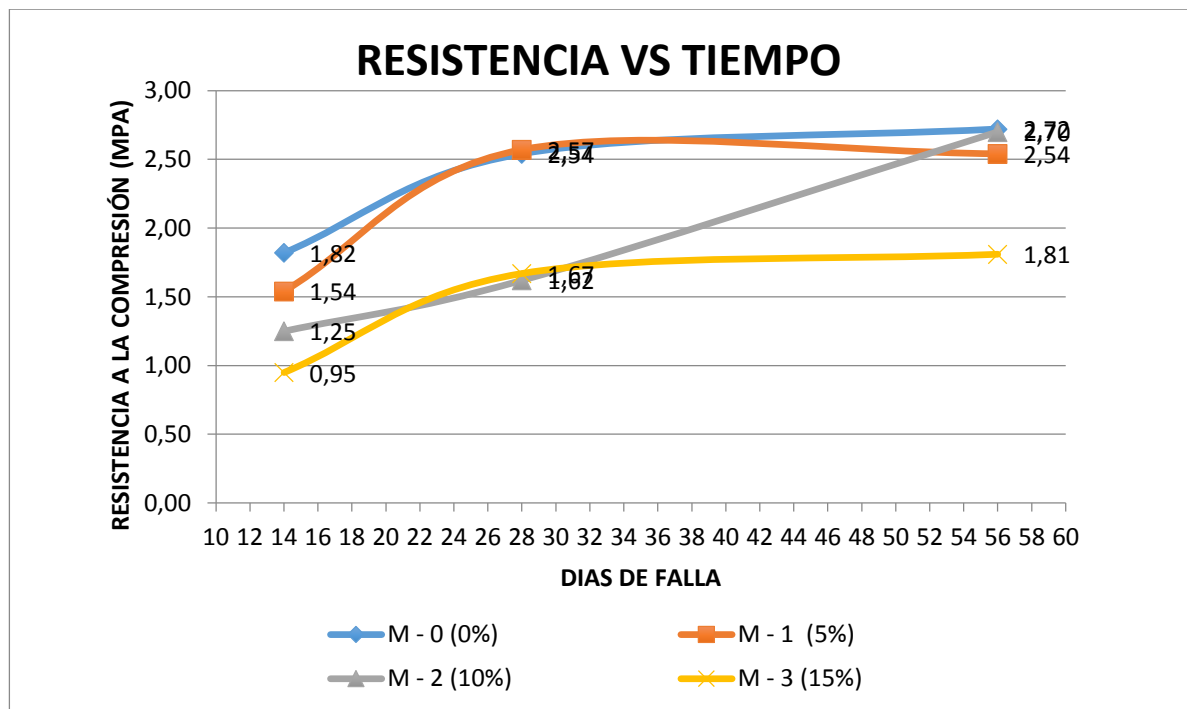
ENSAYO TENSION INDIRECTA EDAD 56 DIAS		NTC 722
MEZCLA BASE, CON 15% DE BIOSOLIDO		CILINDRO # 3
CARACTERISTICAS DEL CILINDRO	FOTO DEL CILINDRO	
<p>l (m)= 0,304 d (m)= 0,154 Carga (kN)= 115,28</p>		
CALCULOS		
$T = \frac{2 P}{\pi l d}$ <p>T = Resistencia a la tensión indirecta P = Carga máxima aplicada l = Longitud en m d = Diámetro en m</p> $T = \frac{2 \times 115,28}{\pi \times 0,304 \times 0,154} = 1567,71 \text{ kpa}$		

Fuente: Autor.

ANEXO 18

Comparación promedio de resistencia a la tracción de las mezclas, en los diferentes días de falla.

COMPARACIÓN PROMEDIO DE RESISTENCIA EN LOS DIAS DE FALLA			
MEZCLA #	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TENSIÓN- 14 DIAS	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TENSIÓN - 28 DIAS	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TENSIÓN - 56 DIAS
M - 0	1,82	2,54	2,72
M - 1	1,54	2,57	2,54
M - 2	1,25	1,62	2,70
M - 3	0,95	1,67	1,81



Fuente: Autor.