

Tabla 80: Análisis de los Datos del Ensayo de Límite Plástico con Dosificación de Arena 60% - Residuos Sólidos 40%

LÍMITE PLÁSTICO ARENA 60 % –RESIDUOS SÓLIDOS 40%				
Tara Numero	B-5	B-6	B-7	B-8
Peso de la Tara (gr)	15.52	15.74	15.63	15.64
Peso Tara + Muestra Húmeda (gr)	39.84	41.93	42.75	39.98
Peso Tara + Muestra Seca (gr)	35.29	36.93	37.52	36.67
Peso de la Muestra Seca (gr)	19.77	21.19	21.89	21.03
Peso del Agua (gr)	4.55	5.00	5.23	3.31
Contenido de Humedad (%)	23.01	23.60	23.89	15.74
Índice DE Plasticidad: 5.84%	Límite Plástico: 21.56%			

FUENTE: Elaboración Propia

b) Análisis

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir del ensayo de Límite Plástico de arena 70% y residuos sólidos 30% utilizados para la fabricación de las unidades de albañilería es de 16.19% y . Según (Toirac Corral, 2008), un suelo apto para el empleo en una mezcla de suelo cemento debe tener un límite plástico no mayor al 18%, por lo tanto el suelo utilizado se encuentra dentro del rango de las recomendaciones , la mezcla de arena 60% y residuos sólidos 40 % tiene un límite plástico 21.56% el cual no está dentro del rango .

3.6.1.3. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

a) Procesamiento de Datos

Tabla 81: Análisis de los Datos del Ensayo de Granulometría de Residuos Sólidos

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE RESIDUOS SÓLIDOS					
Peso Inicial de la Muestra Seca		2000.00		gr	
Peso de la Muestra después del Lavado		1993.00		gr	
Perdida por Lavado		7.00		gr	
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		Porcentaje retenido acumulado	% Que Pasa
		(gr.)	(%)		
3/4	19.000	0	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0	0.00	0.00	100.00
4	4.750	133.59	6.68	6.68	93.32
8	2.360	211.90	10.60	17.27	82.73
16	1.180	187.78	9.39	26.66	73.34
30	0.600	211.15	10.56	37.22	62.78
50	0.300	565.30	28.27	65.49	34.51
100	0.150	427.10	21.36	86.84	13.16
200	0.075	165.30	8.27	95.11	4.89

Fondo	90.80	4.54	99.65	0.35
Total Retenido :	1992.92	99.65		

Porcentaje que pasa la Malla N° 4 :	98.17 %	D10:	0.12
Porcentaje que pasa la Malla N° 10:	89.22 %	D30:	0.27
Porcentaje que pasa la Malla N° 40:	53.03 %	D60:	0.57
Porcentaje que pasa la Malla N° 200:	4.45 %	Cu:	4.70
LL	30.61%	Cz:	1.04
IP	-2.26 %		

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 82: Análisis de los Datos del Ensayo de Granulometría con Dosificación de Arena 70% - Residuos Solidos 30%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ARENA 70% - RESIDUOS SOLIDOS 30%					
Peso Inicial de la Muestra Seca :		2000.00		gr	
Peso de la Muestra después del Lavado:		1963.00		gr	
Perdida por Lavado:		37.00		gr	
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		Porcentaje retenido acumulado	% Que Pasa
		(gr.)	(%)		
3/4	19.000	0	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0	0.00	0.00	100.00
4	4.750	36.68	1.83	1.83	98.17
8	2.360	137.70	6.89	8.72	91.28
16	1.180	164.99	8.25	16.97	83.03
30	0.600	232.75	11.64	28.61	71.39
50	0.300	733.74	36.69	65.29	34.71
100	0.150	422.67	21.13	86.43	13.57
200	0.075	182.51	9.13	95.55	4.45
Fondo :		88.89	4.44	100.00	0.00
Total Retenido :		1999.93	100.00		

Porcentaje que pasa la Malla N° 4 :	98.17 %	D10:	0.12
Porcentaje que pasa la Malla N° 10:	89.22 %	D30:	0.267
Porcentaje que pasa la Malla N° 40:	53.03 %	D60:	0.507
Porcentaje que pasa la Malla N° 200:	4.45 %	Cu:	4.201
LL	32.21%	Cz:	1.162
IP	16.02 %		

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 83: Análisis de los Datos del Ensayo de Granulometría con Dosificación de Arena 60% - Residuos Solidos 40%

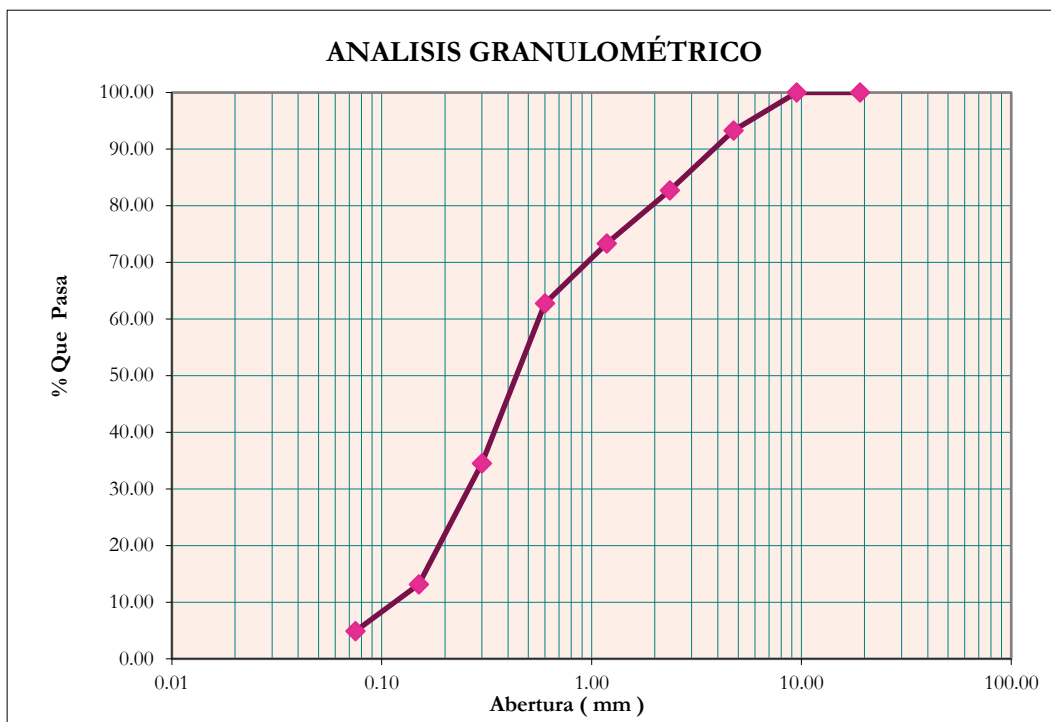
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ARENA 60% – RESIDUOS SOLIDOS 40%					
Peso Inicial de la Muestra Seca :		2050.00		gr	
Peso de la Muestra después del lavado:		2000.00		gr	
Perdida por Lavado :		50.00		gr	
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		Porcentaje retenido acumulado	% Que Pasa
		(gr.)	(%)		
3/4	19.000	0	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0	0.00	0.00	100.00
4	4.750	133.59	6.52	6.52	93.48
8	2.360	211.30	10.31	16.82	83.18
16	1.180	187.51	9.15	25.97	74.03
30	0.600	211.15	10.30	36.27	63.73
50	0.300	565.30	27.58	63.85	36.15
100	0.150	427.10	20.83	84.68	15.32
200	0.075	165.30	8.06	92.74	7.26
Fondo		98.37	4.80	97.54	2.46
Total Retenido :		1999.62	97.54		

Porcentaje que pasa la Malla N° 4 :	93.48 %	D10:	0.10
Porcentaje que pasa la Malla N° 10:	80.89 %	D30:	0.26
Porcentaje que pasa la Malla N° 40:	49.94 %	D60:	0.56
Porcentaje que pasa la Malla N° 200:	7.26 %	Cu:	5.567
LL	27.04%	Cz:	1.163
IP	5.84 %		

FUENTE: Elaboración Propia

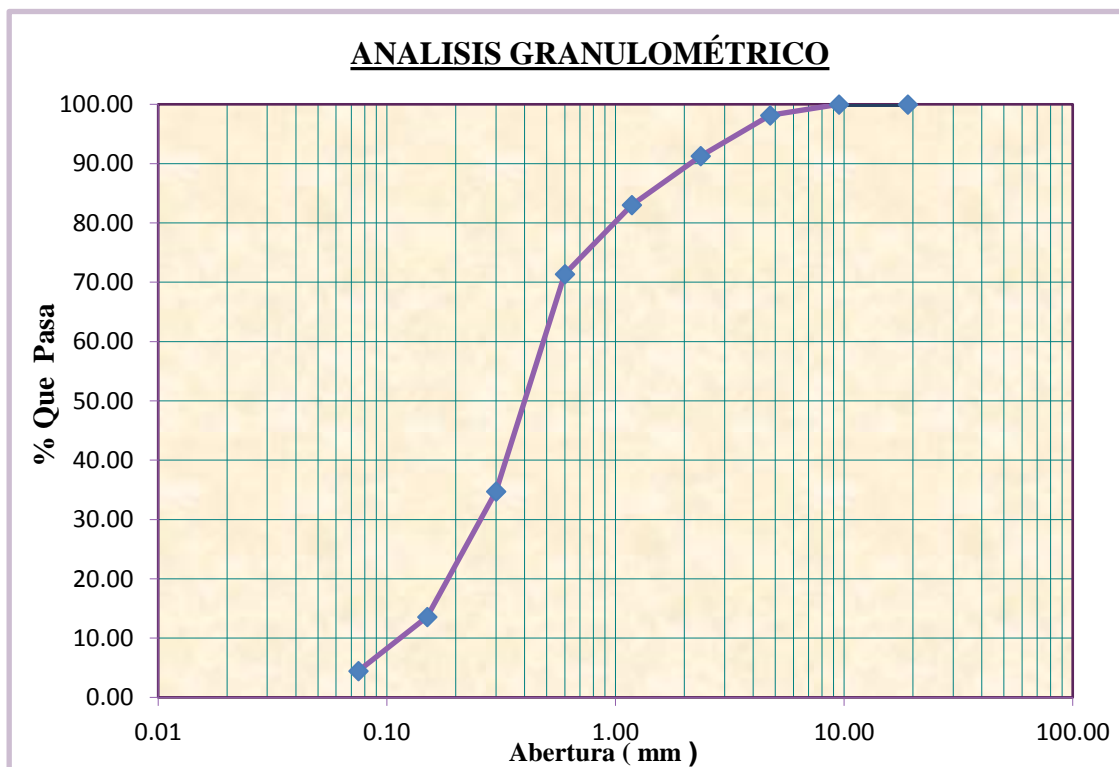
b) Gráficos

Figura 86: Curva Granulométrica de Residuos Solidos

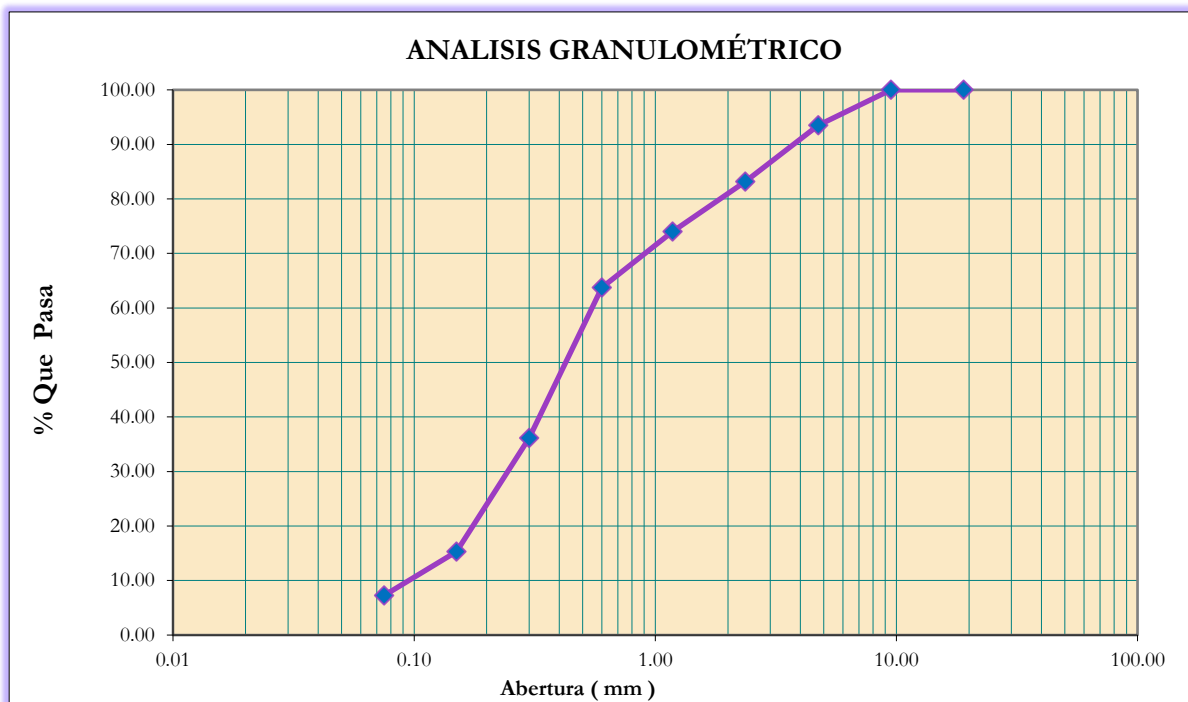


FUENTE: Elaboración Propia

Figura 87: Curva Granulométrica Con Dosificación De Arena 70 % - Residuos Solidos 30 %



FUENTE: Elaboración Propia

Figura 88: Curva Granulométrica con Dosificación de Arena 60 % - Residuos Sólidos 40 %

FUENTE: Elaboración Propia

c) Análisis

Del ensayo de Granulometría, podemos observar que el material a utilizar para la mezcla de 30 % residuos sólidos, 70% arena es de grano fino, ya que más del 98% del suelo pasa por la malla N° 4 y, según las recomendaciones para la determinación de suelos aptos para su uso en mezclas de suelo cemento, mostrados en la Tabla N° 10, una de las características principales que debe tener el suelo en este caso los residuos sólidos pulverizados es que el porcentaje que debe pasar la malla N° 4 debe estar en el rango del 50% al 100%. Otra de las recomendaciones de la distribución granulométrica es que el porcentaje que debe pasar por la malla N° 200 debe estar en el rango del 10% al 50% y, en el suelo estudiado, el porcentaje es 4.45%, por lo que se encuentra dentro de este. Asimismo, se clasificó el suelo por el sistema SUCS, obteniendo que el suelo es una arena mal graduada con arcilla (SP – SC), y por el sistema de clasificación AASHTO o HRB, resultando que el suelo es un tipo A-2-6, el cual se caracteriza por ser gravas y arenas limosas o arcillosas y de acuerdo con la calificación de (Toirac Corral, 2008), es un suelo bueno para su uso en la fabricación de unidades de albañilería y la mezcla de 40% residuos sólidos, 60% arena es de grano fino, ya que más del 93.48% pasa por la malla N°4 la cual está en el rango de 50%-100% y lo que pasa por la malla N°200 está en el rango de 10% al 50%. y en el suelo estudiado el porcentaje es 7.26% por lo que se encuentre dentro de lo requerido. Asimismo se clasifico el suelo por el sistema SUCS obteniendo que el suelo es limo y arcilla (CL-ML), y por el sistema de clasificación AASHTO o HRB, resultando que

el suelo es un tipo A-4, el cual se caracteriza por ser suelos limoso y de acuerdo con la calificación de (Toirac Corral, 2008) es un suelo regular para su uso en la fabricación de unidades de albañilería.

Según (Toirac Corral, 2008) el suelo ideal para la producción de unidades de albañilería de suelo cemento ,debe tener entre 55% al 75% de agregado de arena ,0% al 28% agregado de limo,15% al 18% agregado de arcilla ,3% como máximo agregado de materia orgánica y debe pasar por un tamiz de 4.8mm (#4) .

Apartir del límite líquido ,limite plástico y granulometría se concluyó que la dosificación más apta es de 70% arena y 30% residuos sólidos ya que cumple todos los parámetros necesarios y el porcentaje de cemento según la clasificación del suelo de la Tabla N°14 sería del 7% pero por antecedentes se logró observar que se tiene mayor resistencia con un 9 % de cemento .

3.6.1.4. ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

a) Procesamiento de Datos

Tabla 84: Analisis de los Datos del Ensayo de Proctor Modificado con Dosificación de Arena 70% - Residuos Solidos 30%

PROCTOR MODIFICADO ARENA 70% - RESIDUOS SOLIDOS 30%						
Tara	Peso Tara (g)	Peso Tara + Suelo Hum (g)	Peso Tara + Suelo Seco (g)	Peso Agua (g)	Peso Suelo Seco (g)	Contenido de Humedad (%)
P-1	15.56	38.34	36.41	1.93	20.85	9.3

COMPACTACIÓN					
Prueba N°	1	2	3	4	5
Numero de capas	5	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25	25
Peso molde (g.)	5210	5210	5210	5210	5210
Peso suelo + molde (g.)	7561	7693	7715	7709	7618
Peso suelo compactado (g.)	2351	2483	2505	2499	2408
Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943	943
Peso Específico Seco (gr/cm³)	2.493	2.633	2.656	2.650	2.554
Peso Específico Húmedo (gr/cm³)	2.125	2.209	2.194	2.134	2.037

HUMEDAD %										
Tara N°	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11
Peso de tara (g.)	15.85	15.93	16.10	15.89	15.87	16.06	15.96	16.03	15.89	16.10
Tara + suelo húmedo (g.)	73.23	72.58	75.34	78.63	74.33	75.46	67.43	65.98	66.59	64.84
Tara + suelo seco (g.)	64.02	64.97	65.57	68.75	62.24	67.23	55.89	57.84	56.67	54.68
Peso de agua (g.)	9.21	7.61	9.77	9.88	12.09	8.23	11.54	8.14	9.92	10.16
Peso de suelo seco (g.)	48.17	49.04	49.47	52.86	46.37	51.17	39.93	41.81	40.78	38.58
Contenido de Humedad (%)	19.1	15.5	19.7	18.7	26.1	16.1	28.9	19.5	24.3	26.3
Promedio (%)	17.3		19.2		21.1		24.2		25.3	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 85: Analisis de los Datos del Ensayo de Proctor Modificado con Dosificación de Arena 60% - Residuos Solidos 40%

PROCTOR MODIFICADO ARENA 60% - RESIDUOS SOLIDOS 40%						
Tara	Peso Tara (g)	Peso Tara + Suelo Hum (g)	Peso Tara + Suelo Seco (g)	Peso Agua (g)	Peso Suelo Seco (g)	Contenido de Humedad (%)
T-1	15.85	39.84	37.93	1.91	22.08	8.7

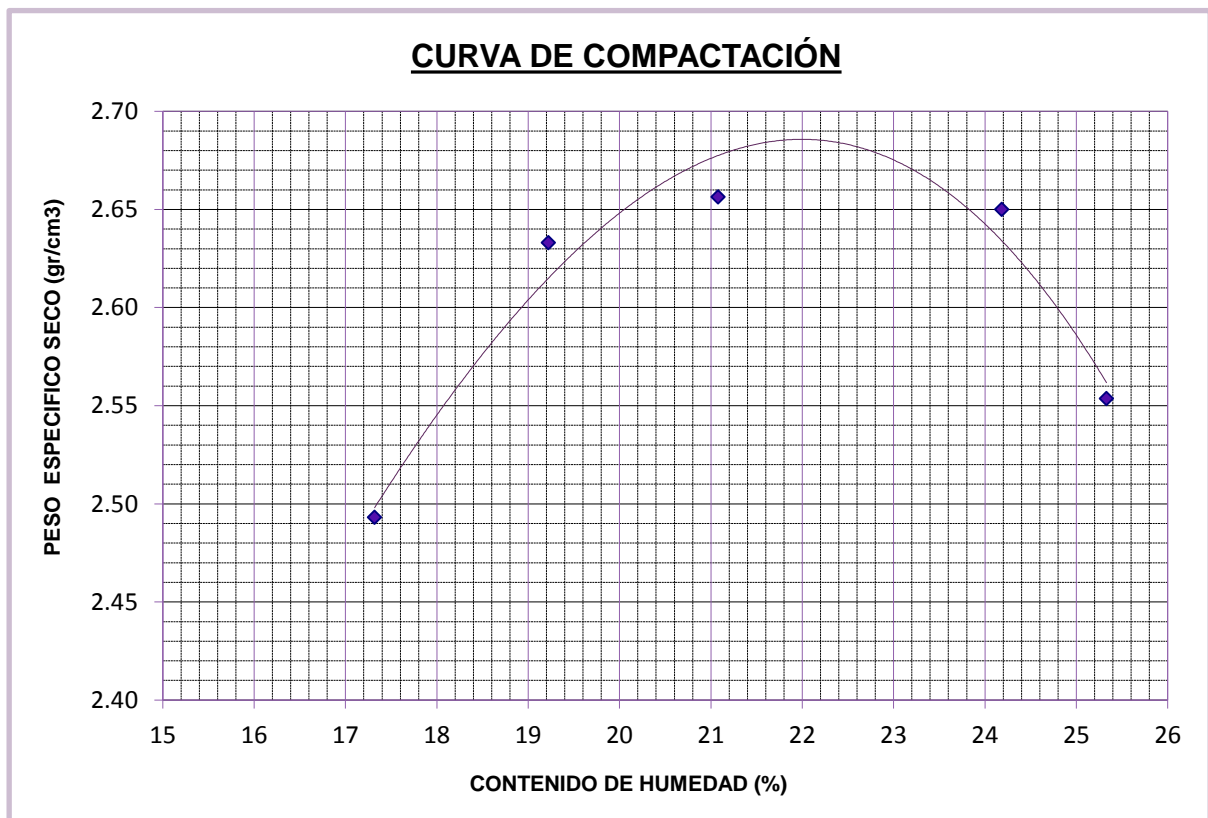
COMPACTACIÓN					
Prueba N°	1	2	3	4	5
Numero de capas	5	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25	25
Peso molde (gr.)	5210	5210	5210	5210	5210
Peso suelo + molde (gr.)	7451	7584	7611	7682	7586
Peso suelo compactado (gr.)	2241	2374	2401	2472	2376
Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943	943
Peso Específico Seco (gr/cm³)	2.376	2.517	2.546	2.621	2.520
Peso Específico Húmedo (gr/cm³)	2.024	2.110	2.059	2.139	2.039

HUMEDAD (%)										
Tara N°	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11
Peso de tara (gr.)	15.73	15.85	16.06	15.84	15.82	16.02	15.84	16.09	15.74	15.84
Tara + suelo húmedo (gr.)	77.47	73.74	72.19	76.84	73.28	74.15	68.64	67.86	65.39	67.24
Tara + suelo seco (gr.)	68.35	65.13	63.38	66.69	61.79	63.52	57.88	59.41	57.87	55.58
Peso de agua (gr.)	9.12	8.61	8.81	10.15	11.49	10.63	10.76	8.45	7.52	11.66
Peso de suelo seco (gr.)	52.62	49.28	47.32	50.85	45.97	47.50	42.04	43.32	42.13	39.79
Contenido de Humedad (%)	17.3	17.5	18.6	20.0	25.0	22.4	25.6	19.5	17.8	29.3
Promedio (%)	17.4		19.3		23.7		22.6		23.6	

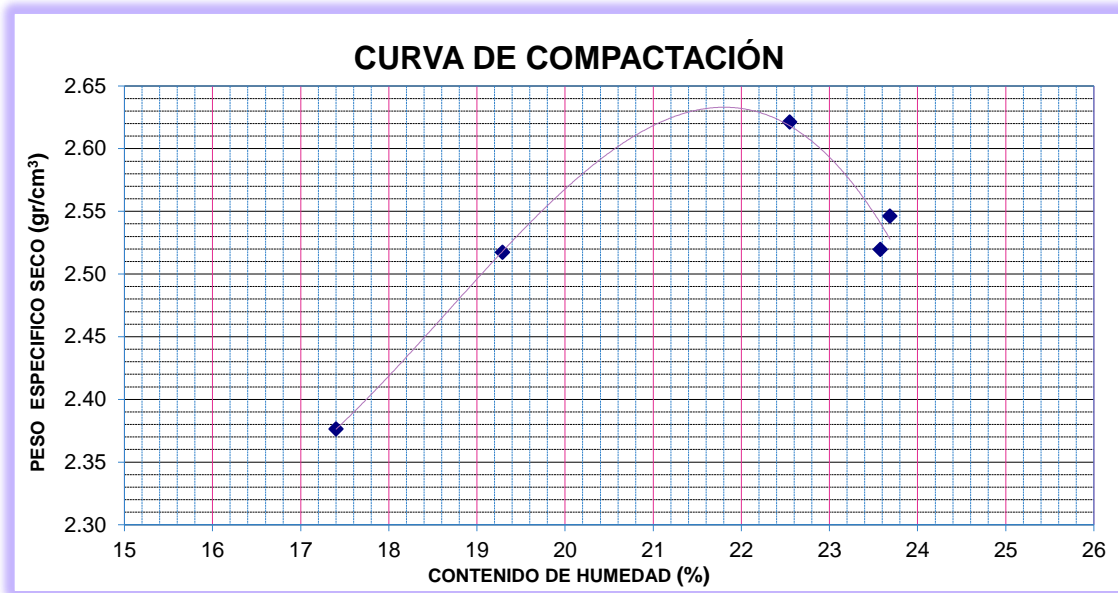
FUENTE: Elaboración Propia

b) Gráficos

Figura 89: Curva de Compactación con Dosificación de Arena 70% - Residuos Solidos 30%



FUENTE: Elaboración Propia

Figura 90: Curva de Compactación con Dosificación de Arena 60% - Residuos Solidos 40%

FUENTE: Elaboración Propia

c) Análisis

De acuerdo con el ensayo de Proctor Modificado con la mezcla de arena de la cantera de Cunyac 70% y residuos sólidos de ladrilleras artesanales 30%, se pudo determinar que el contenido de humedad estudiado en su estado natural es de 9.30%. A partir de este resultado, se determinaron los valores aproximados del contenido óptimo de humedad, obteniendo así 5 puntos para poder graficar la curva de compactación. Luego de graficar la curva, se determinó que el contenido óptimo de humedad del suelo a utilizar para la fabricación de unidades de albañilería de residuos sólidos, arena y cemento es 21.42%. Por lo tanto, para poder llegar al COH (Contenido óptimo de humedad), se debe agregar al suelo un 12% de agua; este porcentaje dependerá de la composición del suelo que se piense usar así como de la humedad natural que presenta. Y con la mezcla de arena de la cantera de Cunyac 60% y residuos sólidos de ladrilleras artesanales 40%, se pudo determinar que el contenido de humedad estudiado en su estado natural es de 8.70% se determinó que el contenido óptimo de humedad del suelo a utilizar para la fabricación de unidades de albañilería de residuos sólidos, arena y cemento es 21.28%. Por lo tanto, para poder llegar al COH (Contenido óptimo de humedad), se debe agregar al suelo un 13% de agua. Por lo cual se empleara la primera dosificación de 70% arena de la cantera de Cunyac y 30% de residuos sólidos de ladrilleras artesanales ya que para llegar al contenido óptimo de humedad se adicionara un 12% que es menor al de la segunda dosificación.

3.6.2. ENSAYOS A LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

3.6.2.1. ENSAYO DETERMINACIÓN DEL PESO

a) Procesamiento de Datos

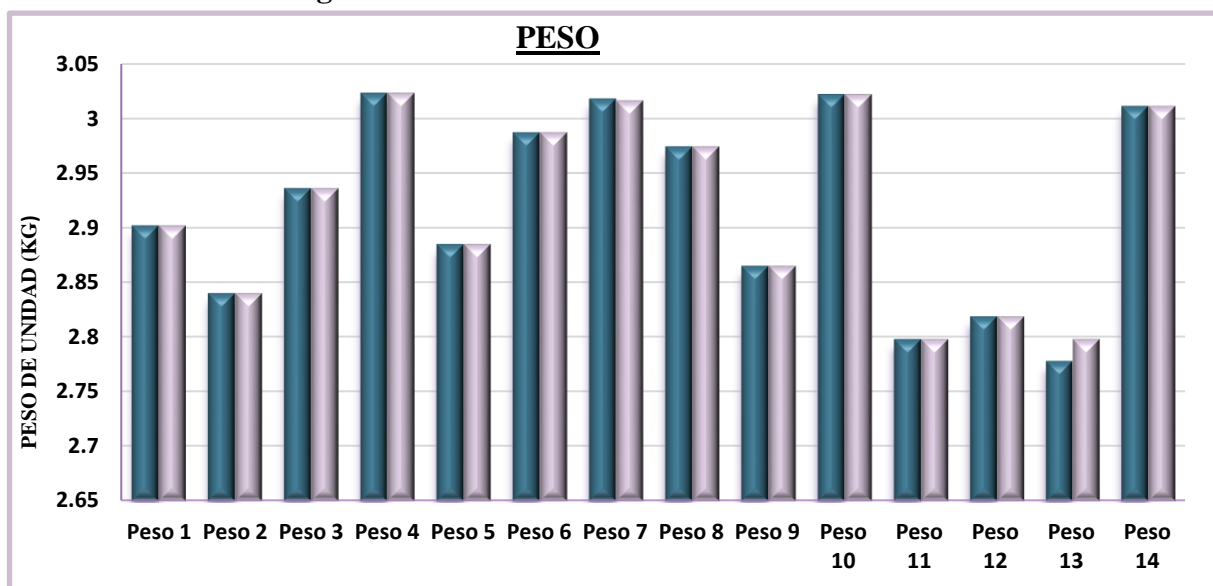
Tabla 86: Análisis de los Datos del Ensayo de Determinación del Peso

UND	PESO 1(kg)	PESO 2(kg)	VARIACIÓN (%)
Peso 1	2.902	2.902	0
Peso 2	2.84	2.84	0
Peso 3	2.936	2.936	0
Peso 4	3.023	3.023	0
Peso 5	2.885	2.885	0
Peso 6	2.987	2.987	0
Peso 7	3.018	3.016	0.07
Peso 8	2.974	2.974	0
Peso 9	2.865	2.865	0
Peso 10	3.022	3.022	0
Peso 11	2.798	2.798	0
Peso 12	2.819	2.819	0
Peso 13	2.778	2.798	-0.72
Peso 14	3.011	3.011	0
PESO PROMEDIO :		2.919 kg	

FUENTE: Elaboración Propia

b) Gráficos

Figura 91: Determinación del Peso



FUENTE: Elaboración Propia

c) Análisis

De acuerdo con el ensayo de Determinación del Peso, las unidades de albañilería de residuos sólidos, arena y cemento, luego de su fabricación y respectivo curado, presentan una variación de peso mínima. Las unidades de albañilería con huecos tiene un peso promedio 2.919 Kg. La variación de peso de unidad a unidad dependerá del grado de compactación que se use para la fabricación de estas, ya que si el proceso de compactado difiere, variará el peso y además sus propiedades físico-mecánicas. Asimismo cabe destacar que la diferencia de pesos dependerá de la precisión de los equipos que se utilizan.

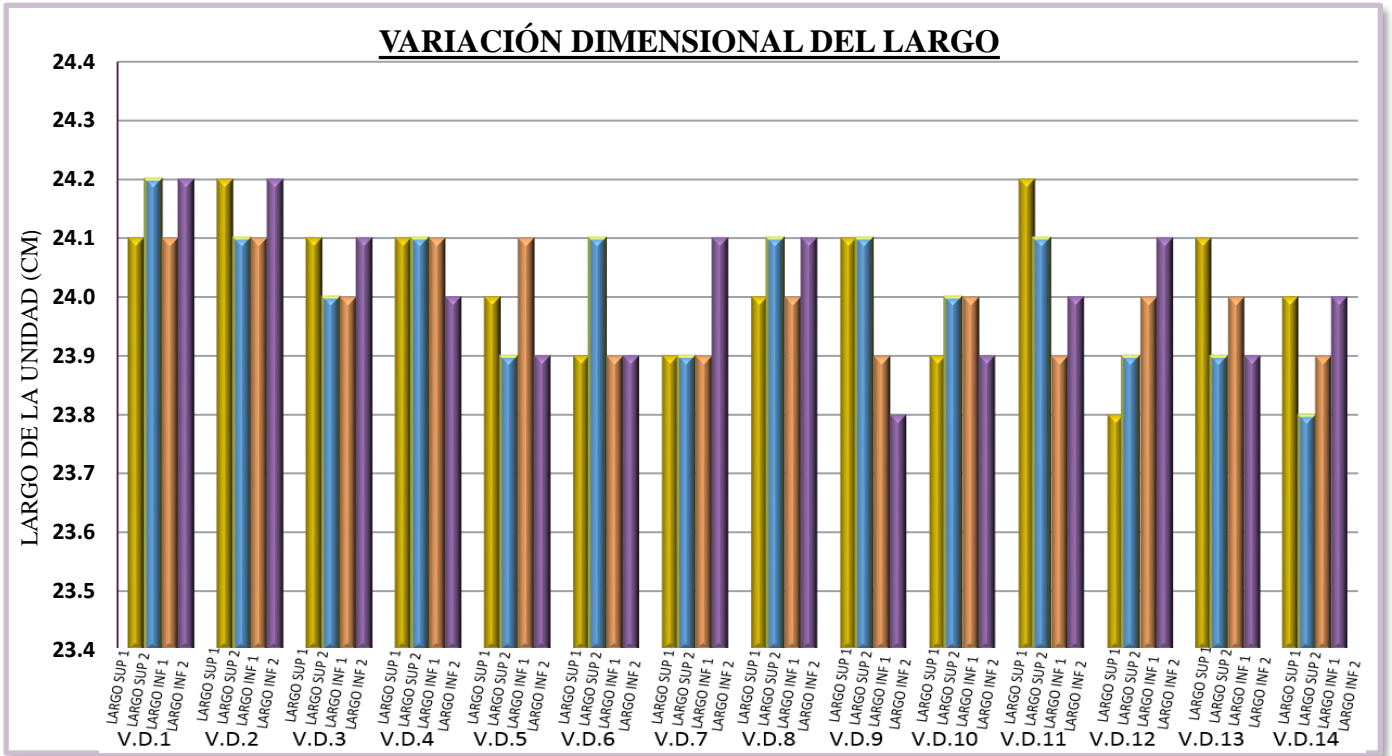
3.6.2.2. ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL**a) Procesamiento de Datos****Tabla 87: Análisis de los Datos del Ensayo de Variación Dimensional**

UNIDAD	LP (cm)	AP (cm)	HP (cm)	VDL (%)	VDA (%)	VDH (%)
V.D 1	24.2	11.1	8.0	0.6	0.7	0.6
V.D 2	24.2	11.0	8.0	0.6	0.2	0.0
V.D 3	24.1	11.0	7.9	0.2	0.2	1.3
V.D 4	24.1	11.1	8.0	0.3	0.5	0.6
V.D 5	24.0	11.1	7.9	0.1	0.9	1.6
V.D 6	24.0	11.0	7.9	0.2	0.2	1.9
V.D 7	24.0	11.0	8.0	0.2	0.0	0.6
V.D 8	24.1	11.0	8.0	0.2	0.0	0.6
V.D 9	24.0	11.0	8.0	0.1	0.5	0.3
V.D 10	24.0	11.1	8.0	0.2	0.5	0.6
V.D 11	24.1	11.0	8.0	0.2	0.0	0.6
V.D 12	24.0	11.0	8.0	0.2	0.5	0.3
V.D 13	24.0	11.0	8.0	0.1	0.0	0.0
V.D 14	23.9	11.1	8.0	0.3	0.7	0.3
V.D LARGO		0.3 %	V.D ANCHO	0.4 %	V.D ALTURA	0.7 %

FUENTE: Elaboración Propia

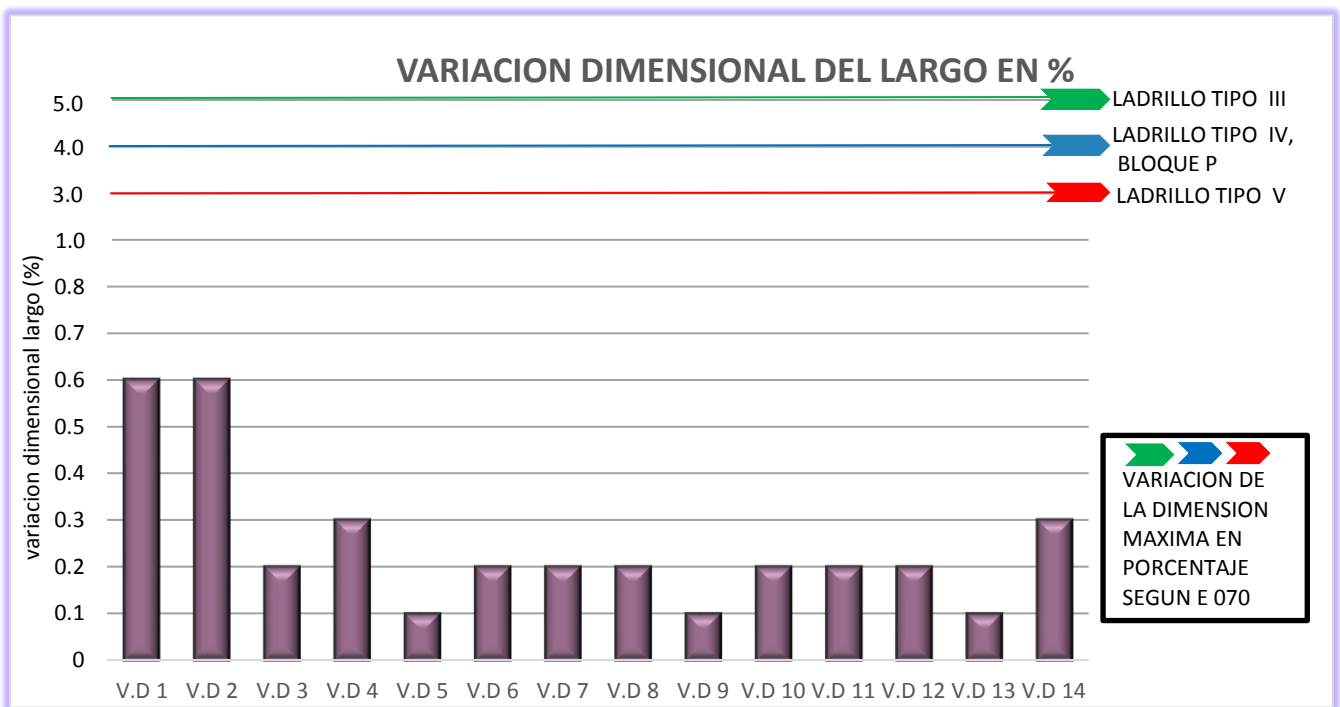
b) Gráficos

Figura 92: Variación Dimensional del Largo



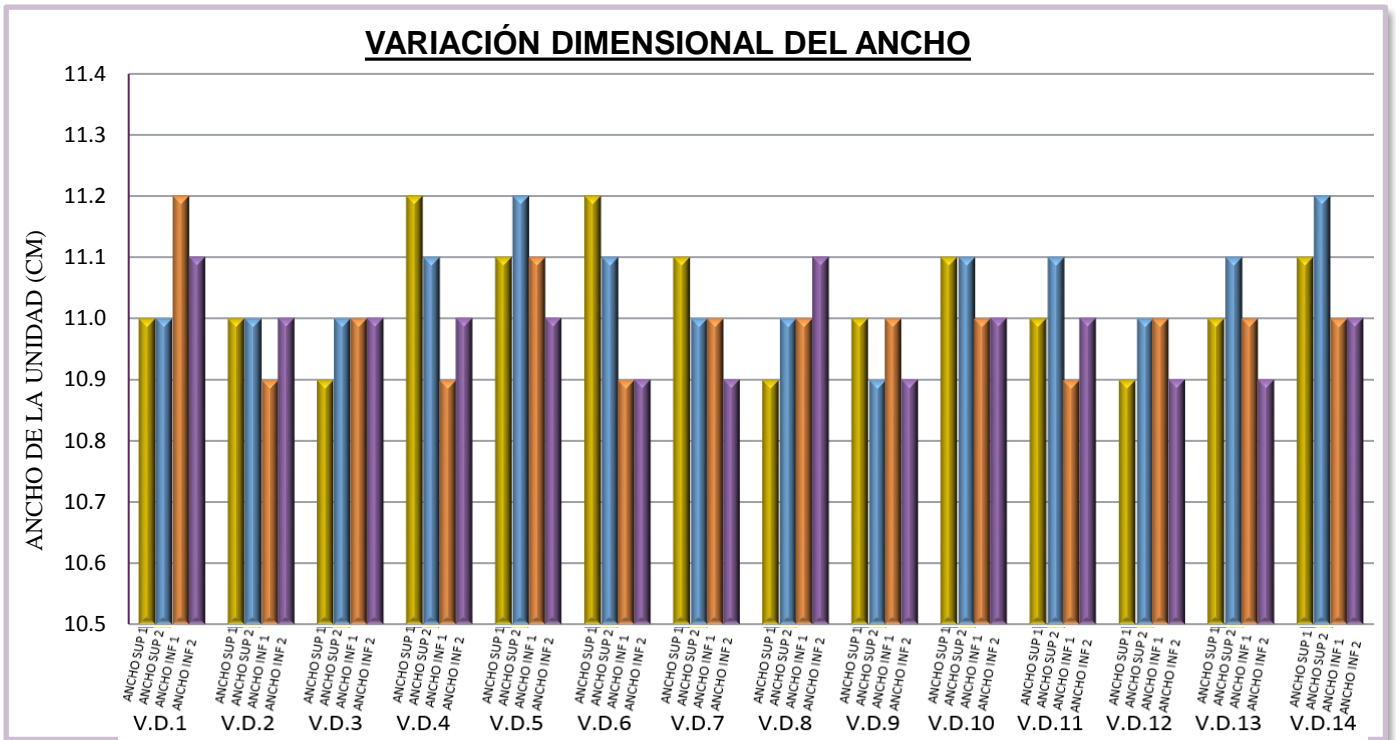
FUENTE: Elaboración Propia

Figura 93: Variación Dimensional del Largo en Porcentaje



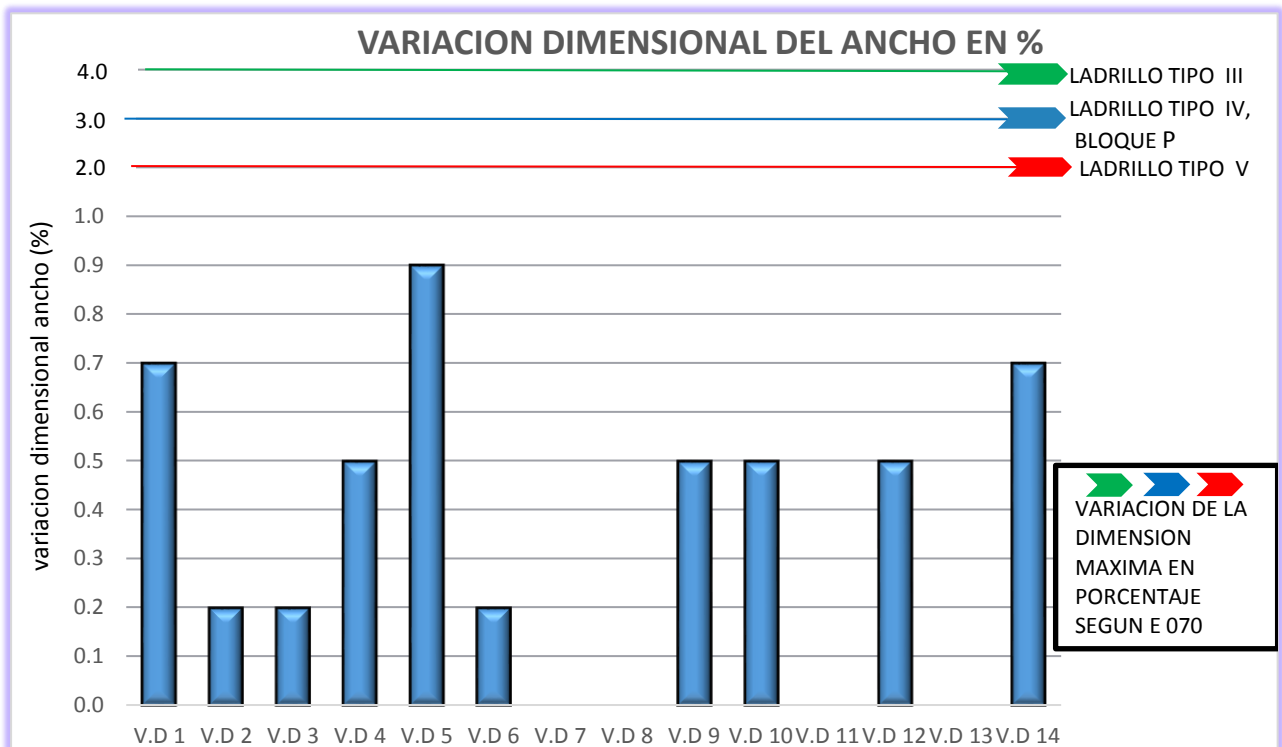
FUENTE: Elaboración Propia

Figura 94: Variación Dimensional del Ancho



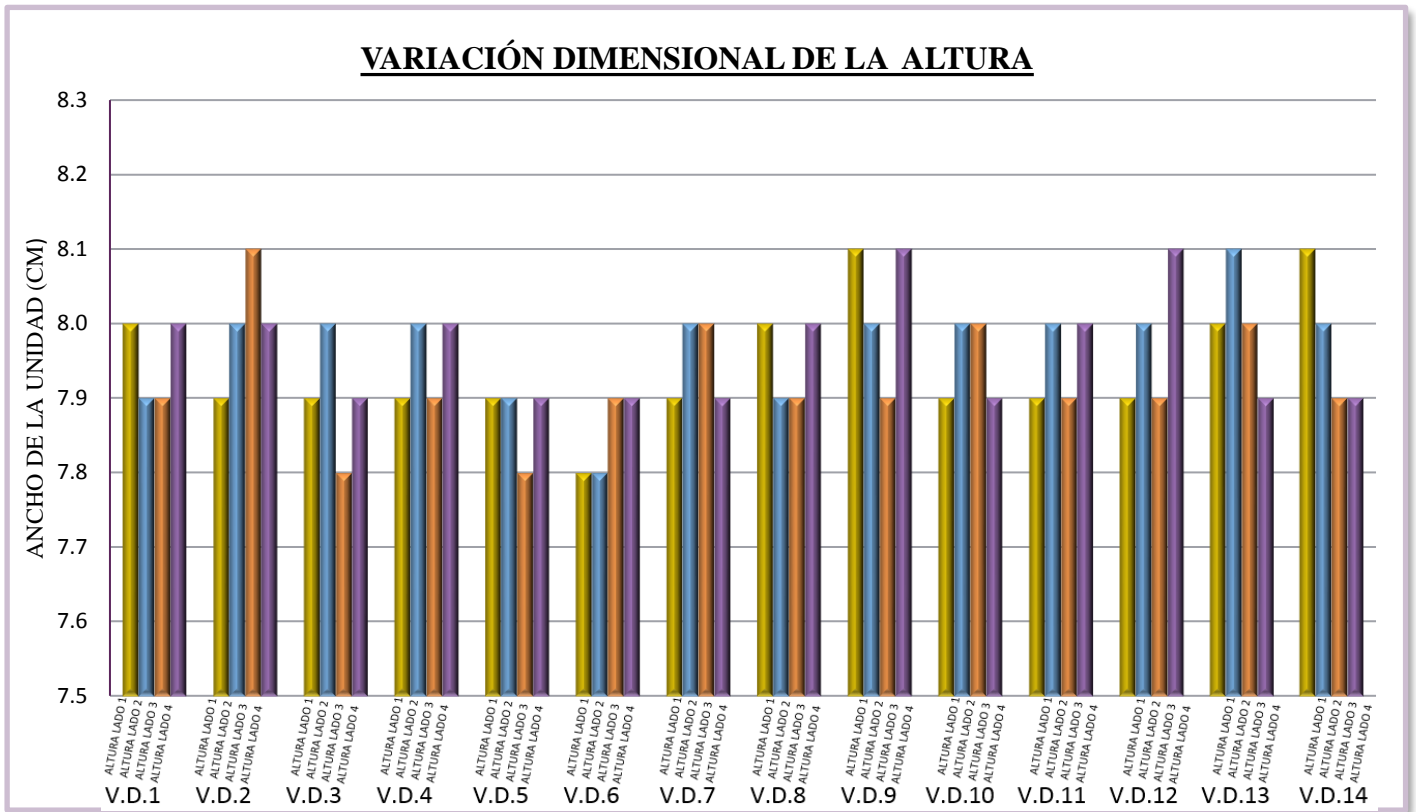
FUENTE: Elaboración Propia

Figura 95: Variación Dimensional del Ancho en Porcentaje



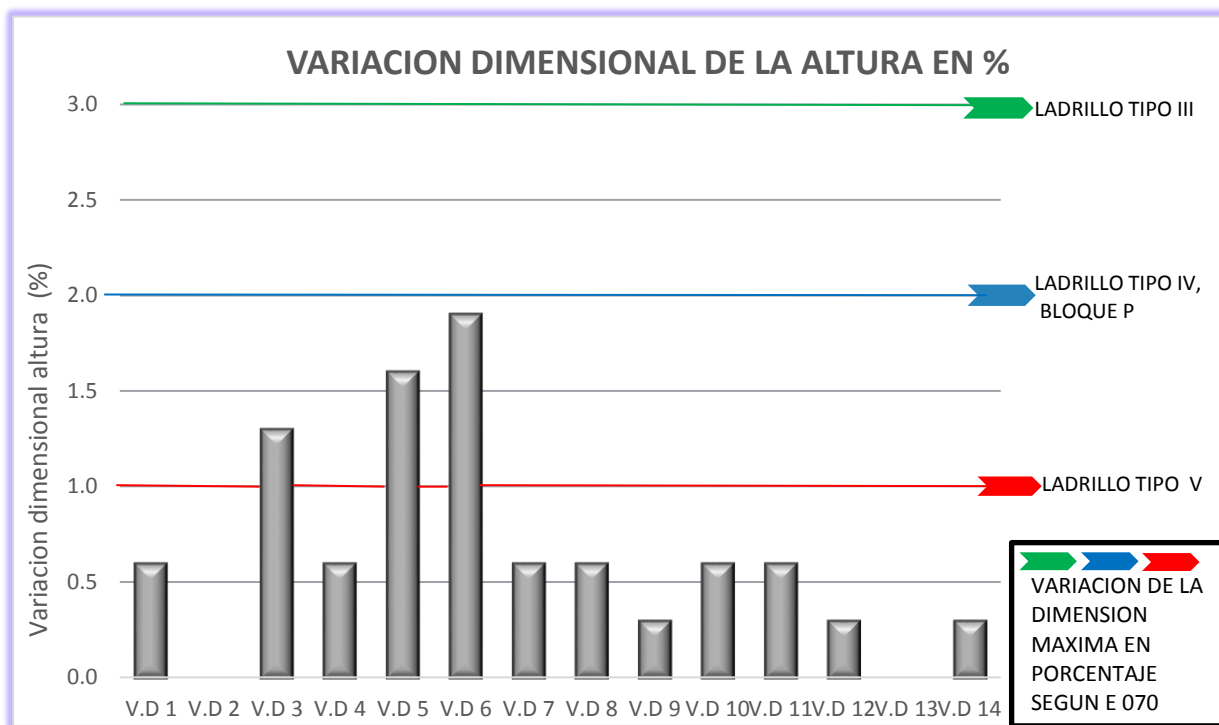
FUENTE: Elaboración Propia

Figura 96: Variación Dimensional de la Altura



FUENTE: Elaboración Propia

Figura 97: Variación Dimensional de la Altura en Porcentaje



FUENTE: Elaboración Propia

c) Análisis

En concordancia con los resultados del ensayo, la variación dimensional del largo de las unidades de albañilería de residuos sólidos, arena y cemento es muy baja ya que no excede del 1%. La variación dimensional del ancho es mayor que la del largo, debido a que en el momento de sacar los moldes de las unidades existe un pequeño asentamiento lo que ocasiona que las unidades se ensanchen en las caras laterales; sin embargo, la variación que presentan no es excesiva. La variación de la altura es la mayor de las tres medidas llegando hasta un 0.7%, esto se debe también al asentamiento que se produce durante su fabricación. En general, para las unidades de albañilería de suelo cemento la variación dimensional depende en gran parte de su modo de fabricación, de la compactación y del tipo de curado que se le aplica.

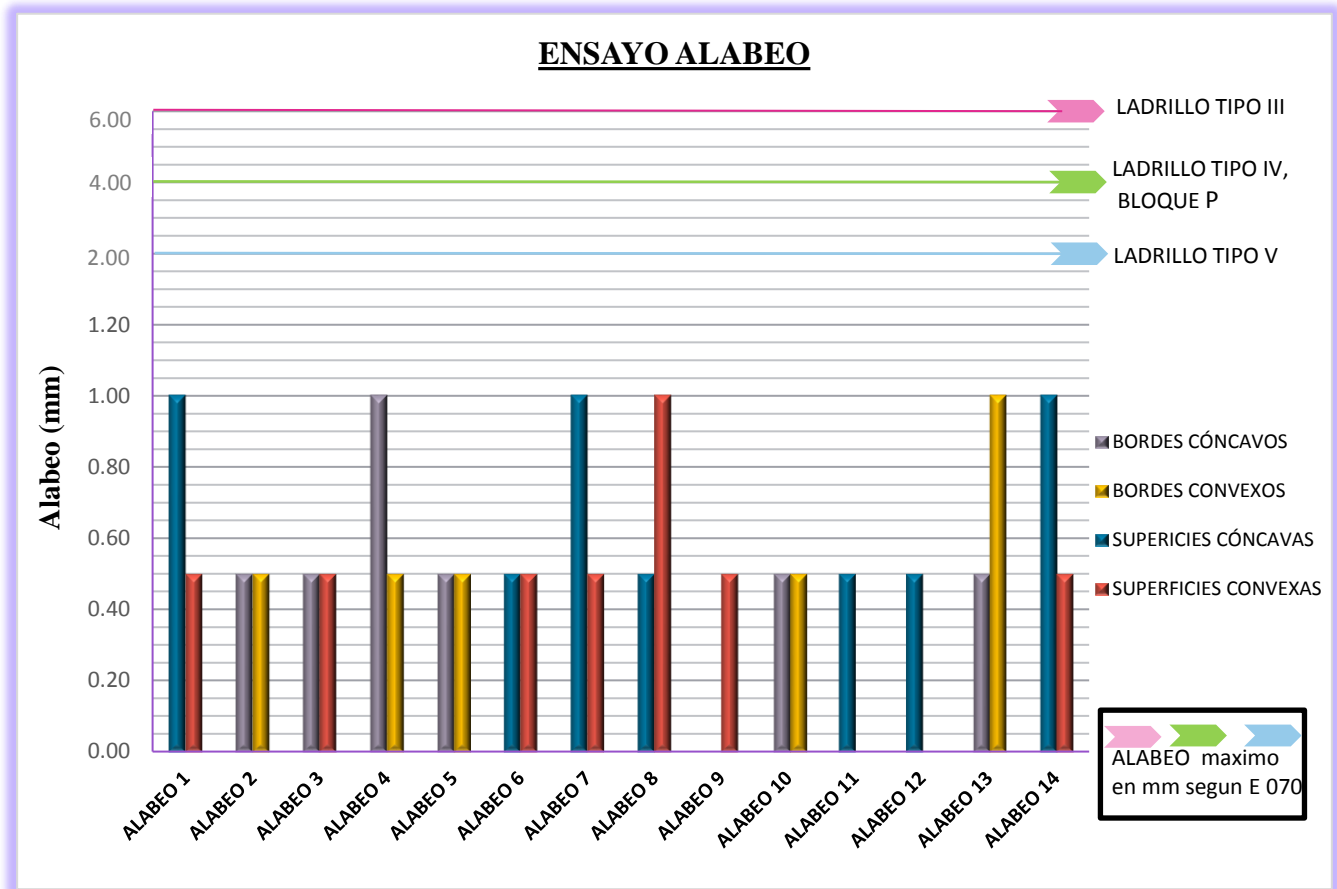
3.6.2.3. ENSAYO DE ALABEO**a) Procesamiento de Datos****Tabla 88: Análisis de los Datos del Ensayo de Alabeo**

UND	BORDES (mm)		SUPERFICIES (mm)	
	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
ALABEO 1	-	-	1.00	0.50
ALABEO 2	0.50	0.50	-	-
ALABEO 3	0.50	-	-	0.50
ALABEO 4	1.00	0.50	-	-
ALABEO 5	0.50	0.50	-	-
ALABEO 6	-	-	0.50	0.50
ALABEO 7	-	-	1.00	0.50
ALABEO 8	-	-	0.50	1.00
ALABEO 9	-	-	-	0.50
ALABEO 10	0.50	0.50	-	-
ALABEO 11	-	-	0.50	-
ALABEO 12	-	-	0.50	-
ALABEO 13	0.50	1.00	-	-
ALABEO 14	-	-	1.00	0.50
CONCAVIDAD	1.00 mm		CONVEXIDAD	1.00 mm

FUENTE: Elaboración Propia

b) Gráficos

Figura 98: Alabeo



FUENTE: Elaboración Propia

c) Análisis

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir del ensayo, las unidades de albañilería de residuos sólidos, arena y cemento presentan un alabeo con valores dentro del rango de 0.5 mm a 1.0 mm, siendo mucho más frecuente encontrar superficies y bordes cóncavos que superficies y bordes convexos, debido al asentamiento que se produce durante la fabricación de las unidades. El alabeo dependerá principalmente del modo de fabricación que tengan las unidades, ya sea artesanal o mediante equipos, asimismo influye el grado de compactación, el curado que se les aplique y su manipulación durante su producción.

3.6.2.4. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

a) Procesamiento de Datos

Tabla 89: Análisis de los Datos del Ensayo de Resistencia a la Compresión

UND	① MAX CARGA (kg-f)	ANCHO INF (cm)	LARGO INF (cm)	ANCHO SUP (cm)	LARGO SUP (cm)	ÁREA BRUTA INF (cm ²)	ÁREA BRUTA SUP (cm ²)	③ ÁREA PROM (cm ²)	④ f' b o c (kg/cm ²) ①/③	f' b o c (kg/cm ²) ④/(*)	f' b o c (Mpa)
R 1	26530.00	24.30	11.20	24.10	11.30	272.16	272.33	272.25	97.45	105.92	10.39
R 2	29460.00	24.20	11.30	24.30	11.20	273.46	272.16	272.81	107.99	117.38	11.51
R 3	29470.00	24.10	11.00	24.00	11.20	265.10	268.80	266.95	110.40	119.99	11.77
R 4	28540.00	24.30	11.20	24.40	11.30	272.16	275.72	273.94	104.18	113.24	11.11
R 5	24940.00	24.20	11.30	24.20	11.20	273.46	271.04	272.25	91.61	99.57	9.76
R 6	26780.00	24.20	11.10	24.10	11.00	268.62	265.10	266.86	100.35	109.08	10.70
R 7	26320.00	23.90	11.40	24.00	11.20	272.46	268.80	270.63	97.25	105.71	10.37
R 8	25270.00	24.20	11.10	24.20	11.20	268.62	271.04	269.83	93.65	101.80	9.98
R 9	26940.00	24.20	11.20	24.20	11.30	271.04	273.46	272.25	98.95	107.56	10.55
R 10	23810.00	24.20	11.00	24.30	11.10	266.20	269.73	267.97	88.85	96.58	9.47
R 11	28140.00	24.10	11.10	23.90	11.20	267.51	267.68	267.60	105.16	114.30	11.21
R 12	27210.00	24.20	11.40	24.10	11.10	275.88	267.51	271.70	100.15	108.86	10.68
R 13	28190.00	24.20	11.20	24.10	11.20	271.04	269.92	270.48	104.22	113.28	11.11
R 14	25380.00	24.10	11.10	24.10	11.10	267.51	267.51	267.51	94.87	103.12	10.11

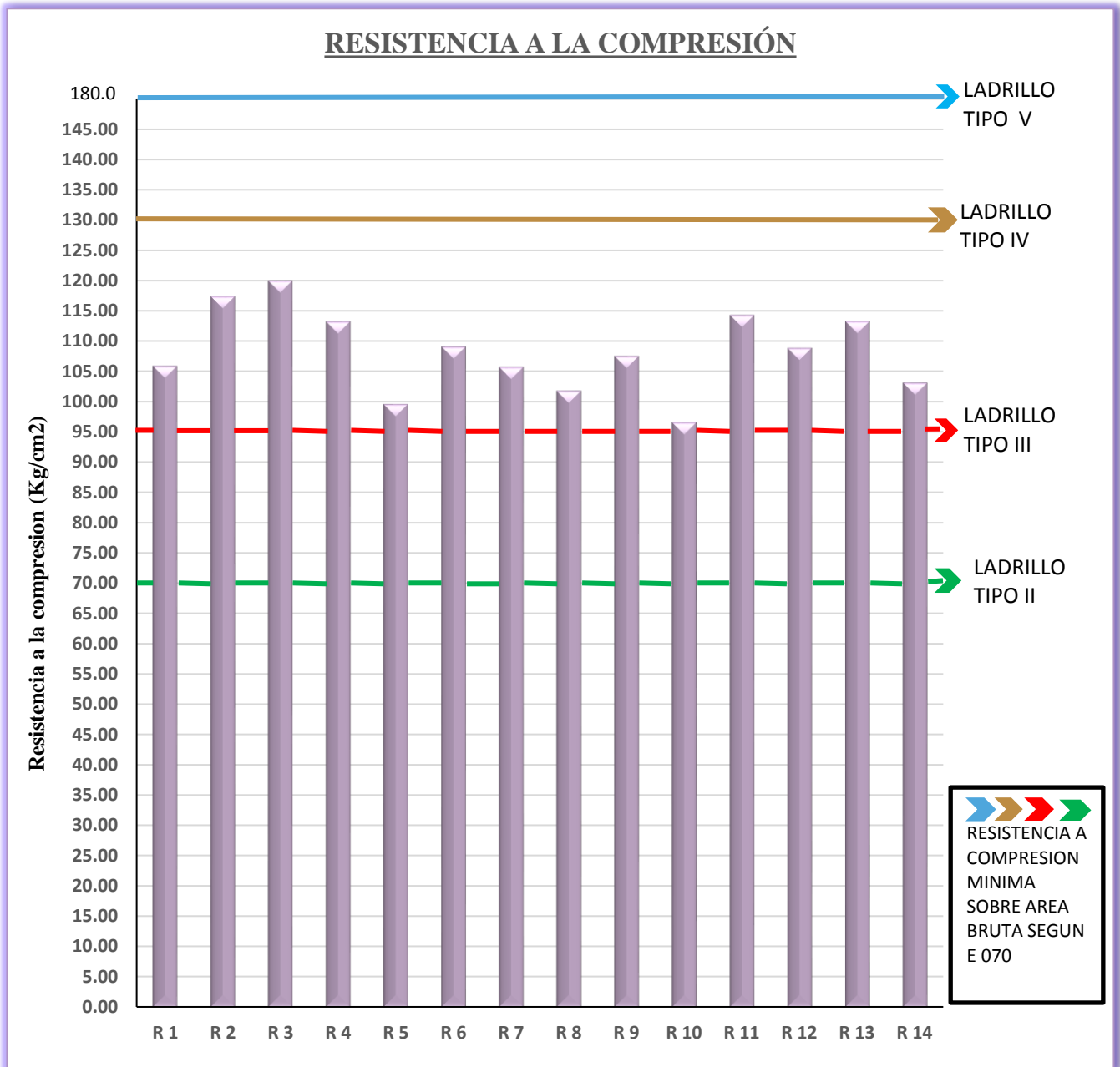
* Coeficiente de relación entre la resistencia a la compresión de unidades de albañilería enteras y medias unidades (NTP 399.613, 2005)

f' b PROM: 108.31 Kg/cm²
--

FUENTE: Elaboración Propia

b) Gráficos

Figura 99: Resistencia a la Compresión



FUENTE: Elaboración Propia

c) Análisis

La resistencia a la compresión de las unidades de albañilería es una de las propiedades más importantes y representativas de su calidad y su funcionalidad como material de construcción. De acuerdo con el ensayo realizado a las unidades, se obtiene 108.31 kg/cm².

3.6.2.5. ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS

a) Procesamiento de Datos

Tabla 90: Análisis de los Datos del Ensayo de Resistencia en Compresión de Prismas

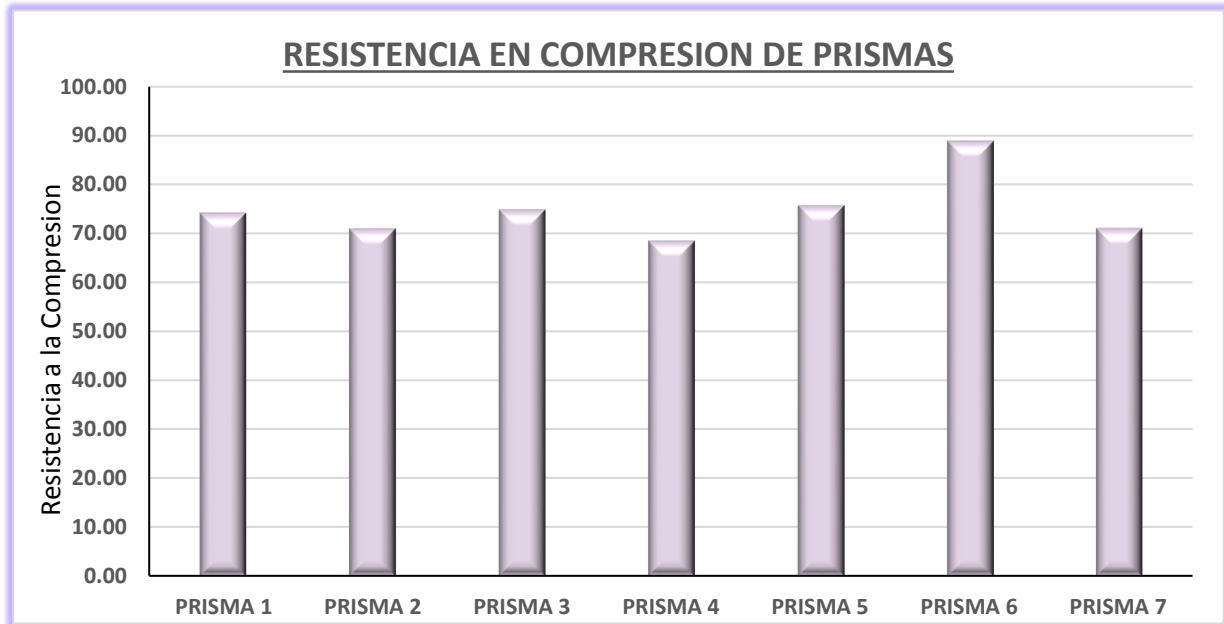
UND	① MAX CARGA (kg-f)	ANCHO INF (cm)	LARGO INF (cm)	ANCHO SUP (cm)	LARGO SUP (cm)	ALTURA	② AREA DE VACIOS (cm ²)	ÁREA NETA INF (cm ²) area inf - ②
PRISMA 1	19760	11.10	24.10	11.20	24.20	17.10	14.137	253.37
PRISMA 2	18800	11.10	24.20	11.10	24.20	17.20	14.137	254.48
PRISMA 3	20140	11.20	24.10	11.30	24.30	17.30	14.137	255.78
PRISMA 4	18380	11.30	24.20	11.10	24.10	17.00	14.137	259.32
PRISMA 5	20290	11.30	24.30	11.20	24.20	17.50	14.137	260.45
PRISMA 6	23650	11.30	24.20	11.20	24.10	17.40	14.137	259.32
PRISMA 7	19230	11.30	24.20	11.20	24.20	17.10	14.137	259.32

UND	ÁREA NETA SUP (cm ²) area sup - ②	③ ÁREA PROM (cm ²)	RELACION	⑤ CORRECCIÓN ESBELTEZ	④ f'm (kg/cm ²) ①/③	⑥ f'm (kg/cm ²) ④x⑤	f'm (kg/cm ²) ⑥x(*)	f'm (Mpa)
PRISMA 1	256.90	255.14	1.54	0.87	77.45	67.48	74.23	7.3
PRISMA 2	254.48	254.48	1.55	0.87	73.88	64.56	71.01	7.0
PRISMA 3	260.45	258.12	1.54	0.87	78.03	68.08	74.89	7.3
PRISMA 4	253.37	256.35	1.53	0.87	71.70	62.29	68.52	6.7
PRISMA 5	256.90	258.68	1.56	0.88	78.44	68.83	75.71	7.4
PRISMA 6	255.78	257.55	1.55	0.88	91.83	80.81	88.89	8.7
PRISMA 7	256.90	258.11	1.53	0.87	74.50	64.63	71.09	7.0

*incremento por edad de f'm para 14 días =1.1 (Norma Tecnica E.070 , 2006)

f'm PROM :	74.90 Kg/cm²
-------------------	--------------------------------

FUENTE: Elaboración Propia

b) Gráficos**Figura 100: Resistencia en Compresión de Prismas**

FUENTE: Elaboración Propia

c) Análisis

A partir del ensayo realizado, se pudo observar que las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos, arena y cemento con huecos de 1" de diámetro, presentan una resistencia de compresión en prismas promedio de 77.97 kg/cm^2 , y, mediante el uso de factores de corrección por esbeltez y por edad, se calculó que la resistencia de la albañilería a compresión axial promedio es de 74.90 kg/cm^2 . De acuerdo con la (Norma Técnica E.070, 2006), la cual indica resistencias características de la albañilería, los valores de resistencia a compresión axial de la albañilería de residuos sólidos, arena y cemento son similares a la resistencia a compresión axial de la albañilería de arcilla cocida construida con ladrillos King Kong industrial. Es importante mencionar que la construcción de las pilas o prismas debe realizarse de acuerdo con la (NTP 399.605, 2013), la cual, indica los procedimientos de construcción, curado y preparación de los especímenes antes del ensayo de compresión.

3.6.2.6. ENSAYO DE MÓDULO DE ROTURA

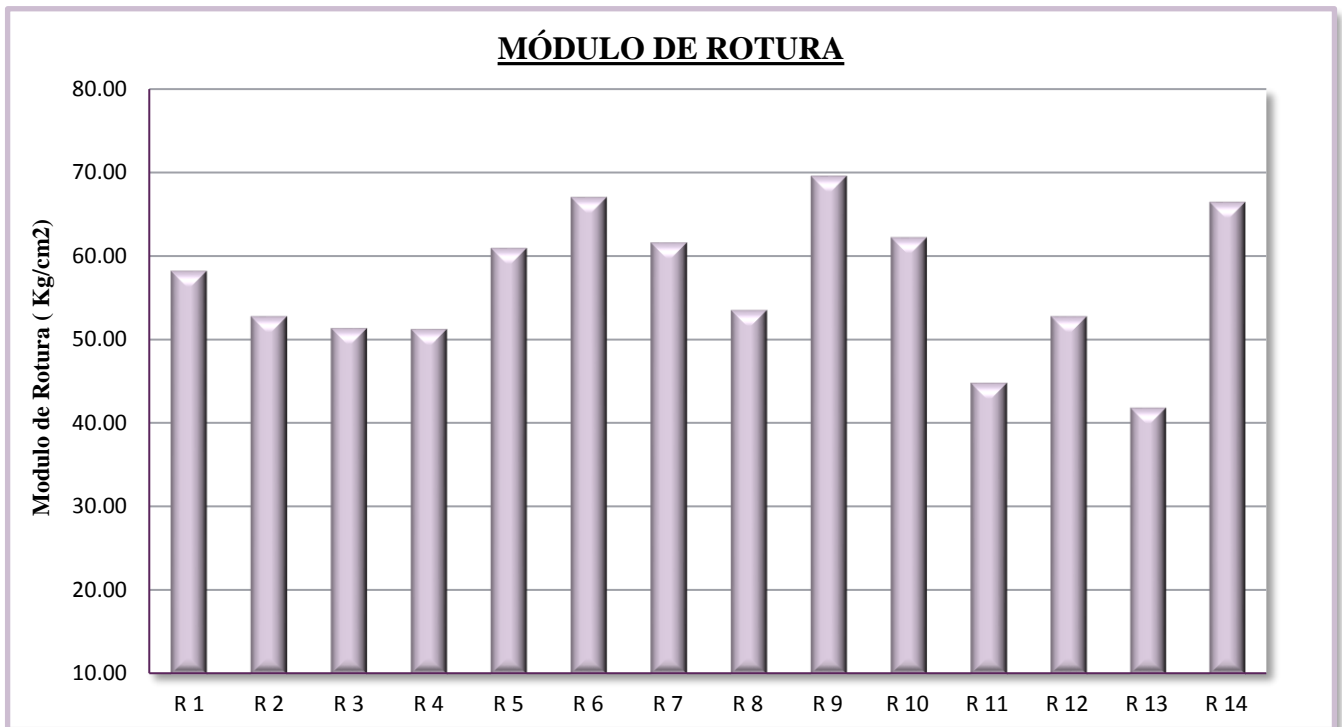
a) Procesamiento de Datos

Tabla 91: Análisis de los Datos del Ensayo de Módulo de Rotura

UNIDAD	MÁXIMA CARGA W (kg-f)	DISTANCIA EN APOYOS L (cm)	ANCHO NETO B (cm)	ESPESOR FALLA D (cm)	DISTANCIA PROMEDIO X (cm)	$f'_{br\ o\ s}$ (Kg/cm ²) $f'_{r} = \frac{3W(l/2 - X)}{bd^2}$	$f'_{br\ o\ s}$ (Mpa)
R 1	2090.00	16.00	11.00	7.60	2.10	58.22	5.71
R 2	1860.00	16.00	11.00	7.90	1.50	52.83	5.18
R 3	1900.00	16.20	10.90	8.50	1.00	51.39	5.04
R 4	2090.00	16.10	11.00	8.20	2.00	51.29	5.03
R 5	2170.00	16.20	10.90	8.40	0.90	60.94	5.98
R 6	2140.00	16.10	11.00	8.00	0.70	67.03	6.57
R 7	2120.00	16.10	10.90	8.40	0.60	61.61	6.04
R 8	1640.00	16.20	11.20	8.00	0.30	53.54	5.25
R 9	2080.00	16.10	11.00	7.90	0.40	69.53	6.82
R 10	1830.00	16.20	11.00	7.60	0.90	62.21	6.10
R 11	1620.00	16.20	11.20	8.40	0.80	44.89	4.40
R 12	1850.00	16.10	10.90	8.70	0.20	52.81	5.18
R 13	1580.00	16.00	10.90	8.40	1.20	41.91	4.11
R 14	1890.00	16.10	11.00	7.50	0.80	66.44	6.52

f'br PROM :	56.76 Kg/cm²
--------------------	--------------------------------

FUENTE: Elaboración Propia

b) Gráficos**Figura 101: Módulo de Rotura****FUENTE:** Elaboración Propia**c) Análisis**

En concordancia con el ensayo de módulo de rotura realizado a las unidades de albañilería, la resistencia a tracción de las unidades de albañilería con agujeros tiene como promedio 56.76 kg/cm². De acuerdo con la norma (NTP 399.613, 2005) el módulo de rotura de las unidades de albañilería de residuos sólidos, arena y cemento es alto ya que para un tipo V, el valor mínimo es 10 kg/cm². Asimismo, se pudo observar durante el ensayo que los resultados del módulo de rotura dependerán de la precisión de las medidas que se requieren para su cálculo así como del estado de las unidades de albañilería que serán ensayadas. Si bien esta propiedad no ha sido considerada como requisito para la clasificación de las unidades de albañilería, debido a que el módulo de rotura es una medida aproximada de la resistencia a la tracción de las unidades de albañilería, se realiza este ensayo ya que la resistencia a la tracción está relacionada con la resistencia a la compresión.

3.6.2.7. ENSAYO DE ABSORCIÓN

a) Procesamiento de Datos

Tabla 92: Análisis de los Datos del Ensayo de Absorción

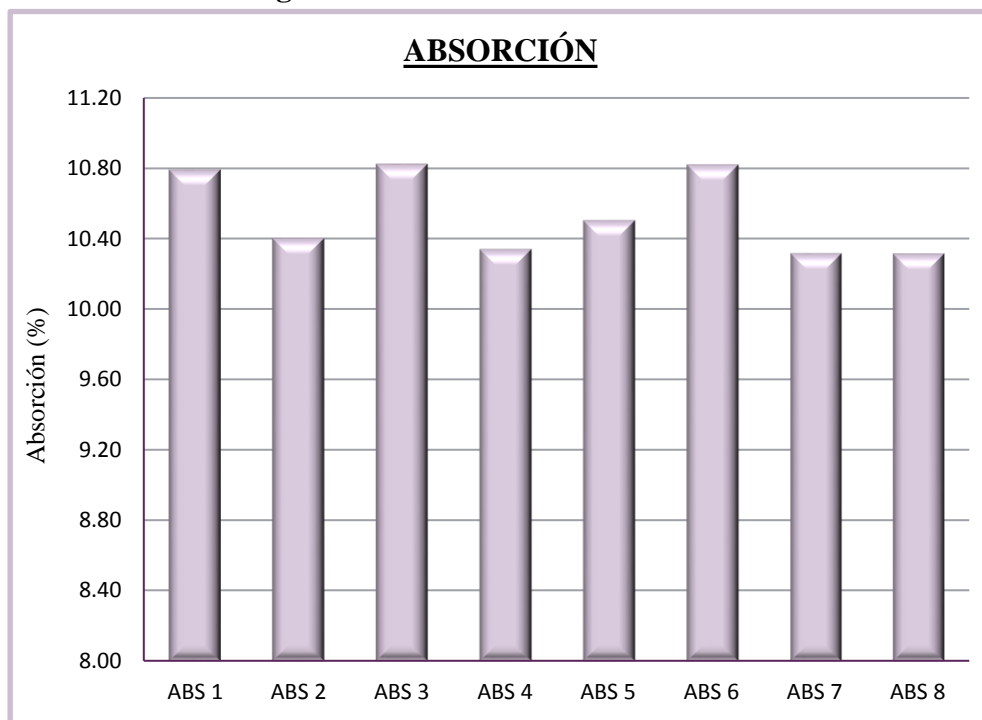
UNIDAD	PESO SECO Wd (kg)	PESO SATURADO FRIO Ws (kg)	ABS (%)
ABS 1	2.965	3.285	10.79
ABS 2	2.886	3.186	10.40
ABS 3	3.104	3.440	10.82
ABS 4	2.911	3.212	10.34
ABS 5	2.856	3.156	10.50
ABS 6	2.985	3.308	10.82
ABS 7	3.053	3.368	10.32
ABS 8	2.986	3.294	10.31

ABSORCIÓN PROMEDIO	10.5%
-----------------------	-------

FUENTE: Elaboración Propia

b) Gráficos

Figura 102 : Absorción



FUENTE: Elaboración Propia

**c) Análisis**

De acuerdo con los resultados obtenidos luego de la realización del ensayo, las unidades de albañilería de residuos sólidos, arena y cemento sumergidos durante 24 horas muestran una absorción promedio de 10.5%

3.6.2.8. ENSAYO DE ABSORCIÓN MÁXIMA**a) Procesamiento de Datos****Tabla 93: Análisis de los Datos del Ensayo de Absorción Máxima**

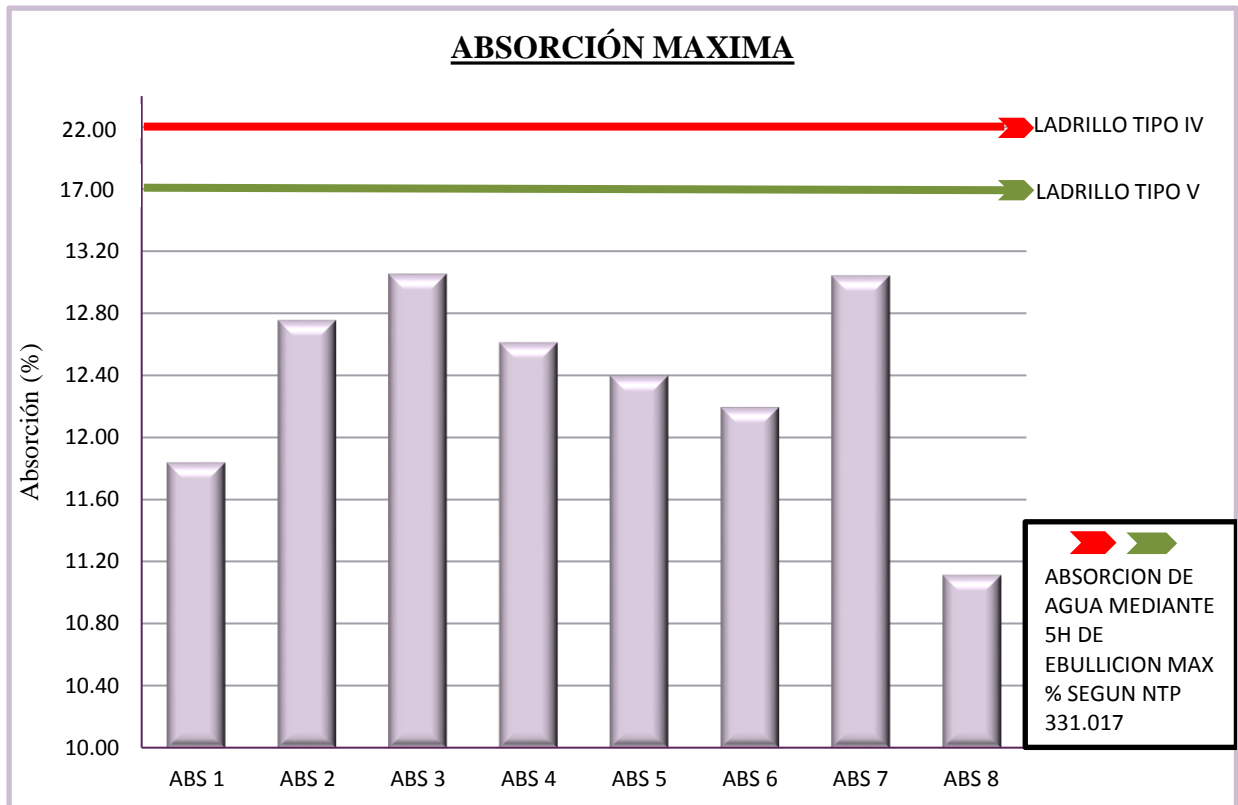
UNIDAD	PESO SECO Wd (kg)	PESO SATURADO CALIENTE Wb (kg)	ABS (%)
ABS 1	2.965	3.316	11.84
ABS 2	2.886	3.254	12.75
ABS 3	3.104	3.509	13.05
ABS 4	2.911	3.278	12.61
ABS 5	2.856	3.210	12.39
ABS 6	2.985	3.349	12.19
ABS 7	3.053	3.451	13.04
ABS 8	2.986	3.318	11.12

ABSORCIÓN MÁXIMA PROMEDIO	12.4%
--	--------------

FUENTE: Elaboración Propia

b) Gráficos

Figura 103: Absorción Máxima



FUENTE: Elaboración Propia

c) Análisis

De acuerdo con el ensayo realizado a las unidades de la albañilería de residuo sólido, arena y cemento, la absorción máxima promedio es 12.4%

En concordancia con la norma (NTP 399.613, 2005) el valor máximo de absorción máxima debe ser 25%, por lo que las unidades de albañilería de residuos sólidos, arena y cemento tienen un grado de impermeabilidad que le permite ser usadas en zonas donde se tengan condiciones de contacto directo y constante con el agua o con el terreno sin la necesidad de tener algún tipo de recubrimiento protector.

3.6.2.9. ENSAYO DE COEFICIENTE DE SATURACIÓN

a) Procesamiento de Datos

Tabla 94: Análisis de los Datos del Ensayo de Coeficiente de Saturación

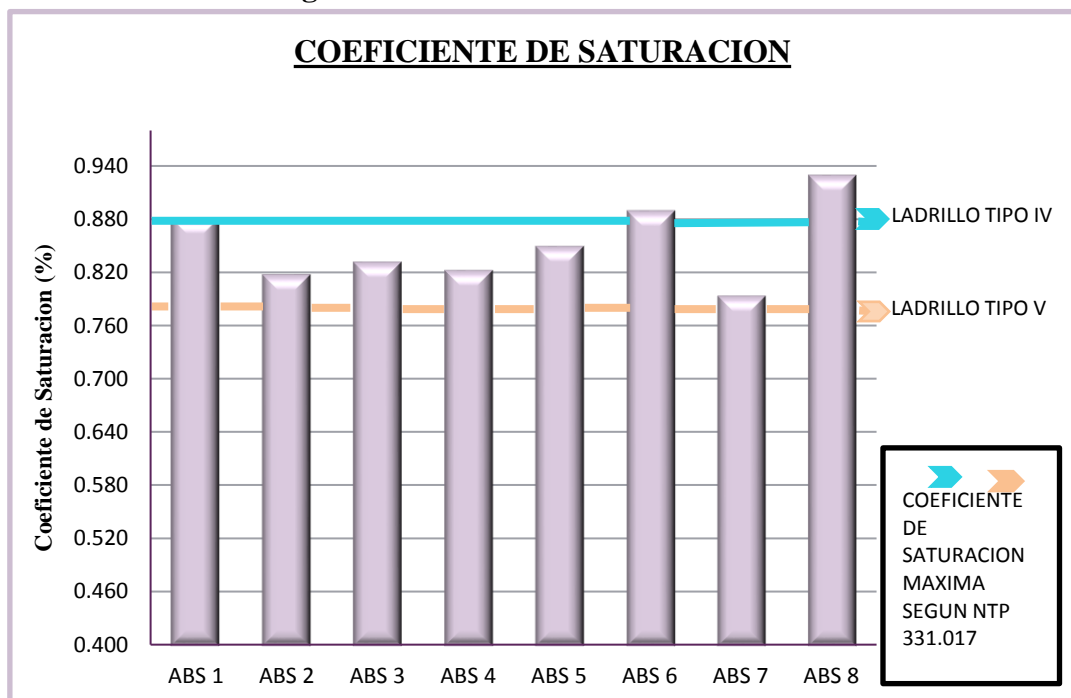
UNIDAD	PESO SECO Wd(Kg)	PESO SATURADO EN FRIO Ws (Kg)	PESO SATURADO EN CALIENTE Wb (Kg)	COEFICIENTE DE SAT.(%)
ABS 1	2.920	3.226	3.268	0.879
ABS 2	2.886	3.186	3.254	0.816
ABS 3	3.104	3.440	3.509	0.830
ABS 4	2.911	3.212	3.278	0.820
ABS 5	2.856	3.156	3.210	0.847
ABS 6	2.985	3.308	3.349	0.887
ABS 7	3.053	3.368	3.451	0.791
ABS 8	2.986	3.294	3.318	0.928

COEFICIENTE DE SATURACIÓN	0.8%
----------------------------------	-------------

FUENTE: Elaboración Propia

b) Gráficos

Figura 104: Coeficiente de Saturación



FUENTE: Elaboración Propia

c) Análisis

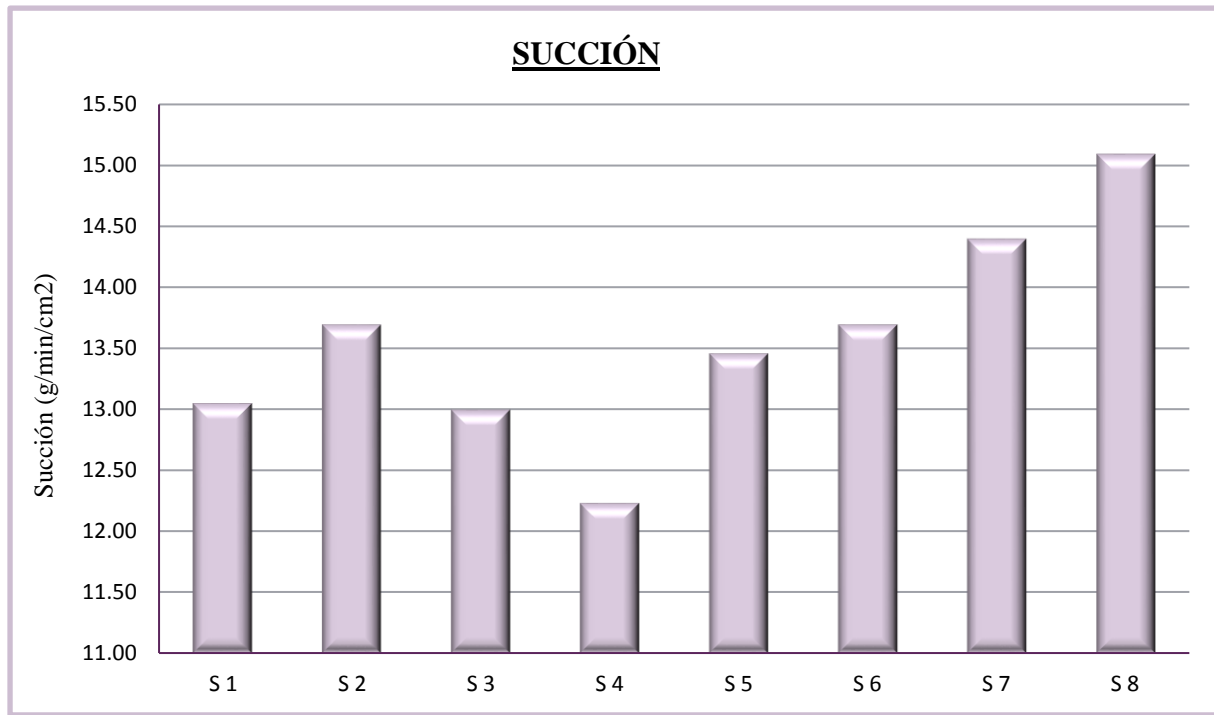
Conforme con el ensayo realizado, el coeficiente de saturación de las unidades de albañilería de residuos sólidos, arena y cemento varía desde 0.791 a 0.928, las cuales tienen un coeficiente de saturación menor a 1, son pocos absorbentes y es utilizable para cualquier clima o condición de intemperismo.

3.6.2.10. ENSAYO DE SUCCIÓN**a) Procesamiento de Datos****Tabla 95: Análisis de los Datos del Ensayo de Succión**

UND	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	SECCIÓN HUECA (cm²)	ÁREA (cm²)	DIF. DE PESOS	CORRECCIÓN
S 1	2840.00	2857.00	10.90	23.90	14.14	246.37	17.00	13.05
S 2	2875.00	2893.00	11.00	23.90	14.14	248.76	18.00	13.69
S 3	2967.00	2984.00	10.90	24.00	14.14	247.46	17.00	13.00
S 4	3016.00	3032.00	10.90	24.00	14.14	247.46	16.00	12.23
S 5	2855.00	2873.00	11.10	24.10	14.14	253.37	18.00	13.46
S 6	2819.00	2837.00	11.00	23.90	14.14	248.76	18.00	13.69
S 7	3011.00	3030.00	11.00	24.00	14.14	249.86	19.00	14.39
S 8	2917.00	2937.00	11.00	24.10	14.14	250.96	20.00	15.09

SUCCIÓN PROMEDIO	13.58 g/min/200cm²
-------------------------	--------------------------------------

FUENTE: Elaboración Propia

b) Gráficos**Figura 105: Succión**

FUENTE: Elaboración Propia

c) Análisis

De acuerdo con el ensayo de succión, las unidades de albañilería de residuos sólidos, arena y cemento presentan una succión que varía desde 12.23 g/min/200cm² a 15.09 g/min/200cm². Asimismo, las unidades presentan un succión promedio es de 13.58 g/min/200cm², por lo que no requieren el tratamiento de saturado con agua antes de su uso ya que el mortero no se deformara.

3.6.2.11. ENSAYO DE EFLORESCENCIA**a) Análisis**

A partir del ensayo de eflorescencia, se puede observar que las unidades de albañilería de residuos sólidos, arena y cemento no son eflorescentes. Si bien este ensayo es de carácter cualitativo, es importante su comprobación cuando las unidades de albañilería estarán sometidas a una humedad intensa y constante ya que la eflorescencia puede llevar a rajaduras y disgregación de la albañilería, producto de la cristalización de las sales.

4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Tabla 96: Características de las Unidades de Albañilería

Dosificación de mezcla :	70 % arena – 30 % residuos solidos
Porcentaje de cemento:	9 %
Largo de las unidades :	24 cm
Ancho de las unidades :	11 cm
Altura de las unidades :	8 cm
Agujeros :	1”
Tipo de unidad por el material:	Hibrido
Tipo de unidad por su clasificación:	solido

FUENTE: Elaboración propia

4.1.1 ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL PESO

Tabla 97: Resultados del Ensayo de Determinación del Peso

RESULTADO DEL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL PESO	
Peso promedio	2.919 kg

FUENTE: Elaboración propia

4.1.2 ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

Tabla 98: Resultados del Ensayo de Variación Dimensional

RESULTADOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL			
Variación dimensional	Largo	Ancho	Altura
promedio	0.3%	0.4%	0.7%

FUENTE: Elaboración propia

4.1.3 ENSAYO DE ALABEO

Tabla 99: Resultados del Ensayo de Alabeo

RESULTADOS DEL ENSAYO DE ALABEO		
ENSAYO ALABEO	CONCAVIDAD	CONVEXIDAD
		1.00 mm

FUENTE: Elaboración propia

4.1.4 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 100: Resultado del Ensayo de Resistencia a la Compresión

RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
f'b PROM	108.31 Kg/cm²

FUENTE: Elaboración propia

4.1.5 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS

Tabla 101: Resultado del Ensayo de Resistencia a la Compresión de Prismas

RESULTADOS DE LA ALBAÑILERÍA A COMPRESIÓN AXIAL		
f'm PROM	74.90 Kg/cm²	7.34 Mpa

FUENTE: Elaboración propia

4.1.6 ENSAYO DE MODULO DE ROTURA

Tabla 102: Resultado del Ensayo de Modulo de Rotura

RESULTADO DEL MODULO DE ROTURA	
f'br PROM	56.76 Kg/cm²

FUENTE: Elaboración propia

4.1.7 ENSAYO DE ABSORCIÓN

Tabla 103: Resultado del Ensayo de Absorción

RESULTADOS DEL ENSAYO ABSORCIÓN	
ABSORCIÓN PROMEDIO	10.5%

FUENTE: Elaboración propia

4.1.8 ENSAYO DE ABSORCIÓN MÁXIMA

Tabla 104: Resultado del Ensayo de Absorción Máxima

RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN MÁXIMA	
ABSORCIÓN MÁXIMA PROMEDIO	12.4%

FUENTE: Elaboración propia

4.1.9 ENSAYO DE COEFICIENTE DE SATURACIÓN

Tabla 105: Resultado del Ensayo de Coeficiente de Saturación

RESULTADO DEL ENSAYO DE COEFICIENTE DE SATURACIÓN	
COEFICIENTE DE SATURACIÓN	0.8%

FUENTE: Elaboración propia

4.1.10 ENSAYO DE SUCCIÓN

Tabla 106: Resultado del Ensayo de Succión

RESULTADO DEL ENSAYO DE SUCCIÓN	
SUCCIÓN PROMEDIO	13.58 g/min/200cm²

FUENTE: Elaboración propia

4.1.11 ENSAYO DE EFLORESCENCIA

Tabla 107: Resultado del Ensayo de Eflorescencia

RESULTADO DEL ENSAYO DEL ENSAYO DE EFLORESCENCIA	
CONDICIÓN	NO EFLORESCENTE

FUENTE: Elaboración propia

4.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICO MECÁNICA DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ELABORADAS CON RESIDUOS SOLIDOS, ARENA Y CEMENTO

Tabla 108: Caracterización Físico Mecánica de las Unidades de Albañilería Elaboradas con Residuos Solidos, Arena y Cemento

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE RESIDUOS SOLIDOS, ARENA Y CEMENTO				
Propiedades físicas	PESO		2.919 Kg.	
	VARIACIÓN DIMENSIONAL	LARGO	ANCHO	
		0.3 %	0.4 %	ALTURA
	ALABEO	CONCAVIDAD		1.00 mm
		CONVEXIDAD		1.00 mm
	ABSORCIÓN		10.5 %	
	ABSORCIÓN MÁXIMA		12.4 %	
	COEFICIENTE DE SATURACIÓN		0.8	
	SUCCIÓN		13.58 g/min/200cm ²	
	EFLORESCENCIA		NO EFLORESCENTE	
Propiedades mecánicas	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		108.31 kg/cm ²	
	RESISTENCIA DE LA ALBAÑILERÍA A COMPRESIÓN AXIAL		74.90 Kg/cm ²	
	MODULO DE ROTURA		56.76 Kg/cm ²	

FUENTE: Elaboración propia

4.3. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ELABORADAS CON RESIDUOS SOLIDOS, ARENA Y CEMENTO

Tabla 109: Clasificación de las Unidades de Albañilería

CLASIFICACIÓN		
PROPIEDADES FÍSICAS	VARIACIÓN DIMENSIONAL	V
	ALABEO	V
	ABSORCIÓN	V
	COEFICIENTE DE SATURACIÓN	V
PROPIEDADES MECÁNICAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	III
	MODULO DE ROTURA	V
TIPO DE UNIDAD : III , por la clasificación de la propiedad mas importante para fines estructurales que es la resistencia a la compresión		

FUENTE: (Norma Tecnica E.070 , 2006) y Elaboración Propia

Tabla 110: Clasificación para Fines Estructurales

TIPO DE UNIDAD	RESISTENCIA Y DURABILIDAD	USO
III	Media	Uso general

FUENTE: (NTP 331.017, 2003) y Fuente propia

**4.4. CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA****Tabla 111:** Caracterización de las Propiedades Físico Mecánicas de las Unidades de Albañilería de Arcilla Cocida

LADRILLERAS	VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)			ALABEO (mm)	ABSORCIÓN (%)	SUCCIÓN (gr/cm ² /min)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
	LARGO	ANCHO	ALTO					
Ladrillera 1-Sucsohuacayoc	0.41	0.56	2.49	3.10	13.46	44.50	91.20	227.12
Ladrillera 2-Sucsohuacayoc	0.66	1.16	2.61	0.78	14.97	35.76	73.44	159.71
Ladrillera 3- Sánchez Cerro	0.72	0.73	1.53	1.28	14.73	27.11	16.34	113.35
Ladrillera 4- Chihua Pichayoc	0.51	1.64	3.31	1.43	12.75	37.09	10.36	80.72
Ladrillera 5- Señor de Collority	0.61	1.69	1.85	1.35	15.96	52.62	14.50	123.67
Ladrillera 6-Huacachayoc	1.09	0.44	1.09	1.28	13.21	42.41	8.05	44.75
Ladrillera 7- Sucso Acayllo	0.28	0.84	0.91	1.10	14.15	22.05	67.81	92.28
Ladrillera 8-Huacachayoc	1.03	1.39	2.92	2.43	14.97	40.80	10.74	185.66
Ladrillera 9- Lucero	0.38	2.22	2.73	0.55	13.13	20.06	12.43	51.49
Ladrillera 10- Colonia	0.66	0.59	0.66	1.68	24.37	38.41	14.88	180.83
Ladrillera 11- LATESA	0.66	0.86	1.47	0.83	12.24	38.55	26.69	258.62
Ladrillera 12-Salazar	0.56	0.49	2.13	0.88	13.96	28.09	8.13	64.56
Ladrillera 13-Oroquencha	1.88	1.20	1.90	2.38	14.97	32.41	69.72	225.10
Ladrillera 14- Santa Lucía	0.72	1.01	2.19	1.08	14.59	28.98	17.80	118.07
Ladrillera 15-Toctopata	0.58	0.60	0.76	0.28	14.00	23.39	62.74	41.79
Ladrillera 16-Zona Ladrillera	0.84	0.32	0.96	1.28	14.14	30.70	40.81	270.74
Ladrillera 17- Huachayoc	0.49	1.12	0.92	0.68	13.73	27.38	16.34	210.14
Ladrillera 18-Toctopata	0.51	2.25	1.62	0.63	14.92	27.09	11.51	130.06
Ladrillera 19-Zona Ladrillera	0.40	2.20	0.51	1.80	20.24	33.85	25.62	99.69
Ladrillera 20-Zona Ladrillera	0.44	0.80	1.72	0.38	15.69	20.21	48.71	67.70
PROMEDIO	0.67 %	1.11%	1.71%	1.26 mm	15.01%	32.57gr/cm²/min	32.39 kg/cm²	137.30 kg/cm²

FUENTE: (LOAYZA FERNANDEZ BACA LUIS CARLOS, 2012) y Elaboración Propia

**4.5. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA****Tabla 112:** Clasificación de las Unidades de Albañilería de Arcilla Cocida

LADRILLERAS	VARIACIÓN DIMENSIONAL	ALABEO	ABSORCIÓN	SUCCIÓN	MÓDULO DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	CLASE DE LADRILLO
Ladrillera 1-Sucsohuacayoc	III	IV	V	IV	V	V	III
Ladrillera 2-Sucsohuacayoc	III	V	V	IV	V	IV	III
Ladrillera 3- Sánchez Cerro	IV	V	V	V	V	III	III
Ladrillera 4- Chihua Pichayoc	II	V	V	IV	V	II	II
Ladrillera 5- Señor de Collority	IV	V	V	III	V	III	III
Ladrillera 6-Huacachayoc	IV	V	V	IV	III	I	I
Ladrillera 7- Sucso Acayllo	V	V	V	V	V	II	II
Ladrillera 8-Huacachayoc	III	IV	V	IV	V	V	III
Ladrillera 9- Lucero	III	V	V	V	V	I	I
Ladrillera 10- Colonia	V	V	III	IV	V	V	III
Ladrillera 11- LATESA	IV	V	V	IV	V	V	IV
Ladrillera 12-Salazar	III	V	V	V	III	I	I
Ladrillera 13-Oroquencha	IV	IV	V	V	V	V	IV
Ladrillera 14- Santa Lucía	III	V	V	V	V	III	III
Ladrillera 15-Toctopata	V	V	V	V	V	I	I
Ladrillera 16-Zona Ladrillera	V	V	V	V	V	V	V
Ladrillera 17- Huachayoc	V	V	V	V	V	V	V
Ladrillera 18-Toctopata	IV	V	V	V	V	IV	IV
Ladrillera 19-Zona Ladrillera	V	V	V	IV	V	III	III
Ladrillera 20-Zona Ladrillera	IV	V	V	V	V	I	I

FUENTE: (LOAYZA FERNANDEZ BACA LUIS CARLOS, 2012) y Elaboración Propia



4.6. COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS ENTRE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA Y LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ELABORADAS CON RESIDUOS SOLIDOS, ARENA Y CEMENTO

Tabla 113: Comparación de las Propiedades Físico Mecánicas Promedio Entre las Unidades de Albañilería de Arcilla Cocida y Las Unidades de Albañilería Elaboradas con Residuos Solidos, Arena y Cemento

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	ARCILLA COCIDA			RESIDUOS SOLIDOS,ARENA,CEMENTO		
	LARGO	ANCHO	ALTURA	LARGO	ANCHO	ALTURA
VARIACIÓN DIMENSIONAL	0.67 %	1.11 %	1.71 %	0.3 %	0.4 %	0.7 %
ALABEO	1.26 mm			1.00 mm		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	137.30 kg/cm2			108.31 Kg/cm2		
MODULO DE ROTURA	32.39 Kg/cm2			56.76 Kg/cm2		
ABSORCIÓN	15.01 %			10.50 %		
SUCCIÓN	32.57 g/min/200cm2			13.58 g/min/200cm2		

FUENTE: (LOAYZA FERNANDEZ BACA LUIS CARLOS, 2012) y Elaboración Propia



4.7. COMPARACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA Y LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ELABORADAS CON RESIDUOS SOLIDOS, ARENA Y CEMENTO

Tabla 114: Aspectos Ambientales de la Fabricación de Unidades de Albañilería de Arcilla Cocida y Unidades de Albañilería Elaboradas con Residuos Solidos, Arena y Cemento

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA			UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE RESIDUOS SOLIDOS		
Etapas	Actividades que generan	Tipo de contaminantes	Etapas	Actividades que generan contaminantes	Tipo de contaminantes
Extracción de arcilla	Extracción con herramientas manuales	Escasas partículas en suspensión Cambios en la morfología del terreno	Recolección de los residuos solidos	Recolección con herramientas manuales y/o maquinaria pesada	Escasas partículas en suspensión
	Extracción con maquinaria pesada	Abundantes partículas en suspensión Cambios en la morfología del terreno Uso de tierra agrícola	Molienda de los residuos solidos	Molienda con maquinas	Abundantes partículas en suspensión
Mezclado	Tamizado y selección Mezcla de arcilla con agua y arena	Partículas en suspensión	Mezclado	Tamizado y selección Mezcla de residuos sólidos, arena ,agua y cemento	Partículas en suspensión
Moldeado	No generan	Ninguno	Moldeado	No generan contaminantes	Ninguno
Secado	Durante el secado de los moldes solo se depende vapor de agua. Los moldes defectuosos son reciclados a la etapa de moldeado.	Ninguno	Curado	Durante el curado de las unidades solo se depende agua. Las unidades defectuosas son recicladas a la etapa de moldeado	Ninguno

FUENTE: (Swisscontac, 2009) y Elaboración Propia



Tabla 115: Aspectos Ambientales de la Fabricación de Unidades de Albañilería de Arcilla Cocida y Unidades de Albañilería Elaboradas con Residuos Solidos, Arena y Cemento

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA			UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE RESIDUOS SOLIDOS		
Etapas	Actividades que generan contaminantes	Tipo de contaminantes	Etapas	Actividades que generan contaminantes	Tipo de contaminantes
Carga del horno	El acomodo de ladrillos resuspende partículas del suelo y de la fricción entre los mismos ladrillos	Partículas en suspensión	Carga del horno	No se utilizan hornos en su producción	Ninguno
Cocción	Uso de combustibles en la cocción de ladrillos: llantas, aceite usado, aserrín de madera, cáscara de café, ramas y leña de eucalipto, carbón de piedra	Partículas en suspensión Dióxido de azufre Dióxido de nitrógeno Compuestos orgánicos volátiles	Cocción	No se utilizan hornos en su producción	Ninguno
Clasificación	Descarte de productos rotos, fisurados, mal cocidos	Residuos sólidos inertes	Clasificación	Descarte de productos rotos, fisurados. Las unidades descartadas pueden ser reutilizadas, mediante un proceso de trituración.	Residuos sólidos inertes
Despacho	Descarte de productos rotos	Residuos sólidos inertes	Despacho	Descarte de productos rotos. Las unidades descartadas pueden ser reutilizadas, mediante un proceso de trituración.	Residuos sólidos inertes
Emisiones de fuentes estacionarias (t/año)	Toda la fabricación de las unidades de albañilería de arcilla cocida	SO _x =7.96 NO _x = 55.75 CO= 5575.44 COV=1831.91	Emisiones de fuentes estacionarias (t/año)proyección	Toda la fabricación de las unidades de albañilería de arcilla cocida	SO _x =0.00 NO _x = 0.00 CO= 0.00 COV=0.00

FUENTE: (Swisscontac, 2009) y Elaboración Propia

5. CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

1. ¿Las propiedades físicas de las unidades de albañilería de residuos sólidos fabricadas para esta investigación son similares a los resultados obtenidos en las investigaciones consignadas como antecedentes?

Las propiedades físicas analizadas en la presente investigación fueron el peso, la variabilidad dimensional, el alabeo, la absorción, la absorción máxima, el coeficiente de saturación, la succión y la eflorescencia de las unidades de albañilería de residuos sólidos. La determinación del peso de las unidades de albañilería de residuos sólidos, se muestran en la Tabla N° 97 es de 2.919 kg. En las investigaciones anteriores revisadas se observó que la mayoría de las unidades de albañilería de suelo cemento fabricadas son macizas por lo que los pesos de estas varían desde 3.564 kg. a 13.50 kg., haciendo de esta unidad muy pesada, en comparación con las unidades de albañilería de arcilla cocida y dificultando su manipulación; sin embargo, en otras investigaciones se fabricaron las unidades de albañilería con agujeros disminuyendo su peso hasta llegar al rango de 2.60 kg. a 2.90 kg.

La variación dimensional de las unidades de albañilería de residuos sólidos se presentan en la Tabla N° 98, el largo = 0.44%, ancho = 0.73% y altura = 1.09% En las investigaciones anteriores examinadas se pudo observar que la variación dimensional de las unidades ensayadas varían a partir de 0.44% - 0.90% largo, 0.41% -1.75% ancho y 0.91%-2.84% altura por lo que las unidades de albañilería que se fabricaron en el presente estudio se encuentran dentro del promedio

El alabeo de las unidades de albañilería de residuos sólidos se presentan en la Tabla N° 99, presentan una concavidad de 1.00 mm y convexidad de 1.00 mm. En las investigaciones anteriores examinadas se pudo observar que la concavidad de las unidades ensayadas varían de 1.00 mm hasta 2.50 mm y la convexidad varia de 1.00 mm a 2.00 mm las unidades de albañilería que se fabricaron en el presente estudio se encuentran dentro del promedio.

La absorción de las unidades de albañilería de residuos sólidos se presentan en la Tabla N° 103, presentan una absorción de 10.5%. En las investigaciones anteriores examinadas se pudo observar que la absorción de las unidades ensayadas varían a partir del 10.52% hasta 17.05%, con un promedio de 14.76%, por lo que las unidades de albañilería que se fabricaron en el presente estudio se encuentran debajo del promedio.

La absorción máxima de las unidades de albañilería de residuos sólidos se presentan en la Tabla N° 104, presentan una absorción máxima de 12.4%. En las investigaciones anteriores



examinadas se pudo observar que la absorción máxima de las unidades ensayadas varían a partir del 12.52% hasta 15.18%, por lo que las unidades de albañilería que se fabricaron en el presente estudio se encuentran dentro del promedio.

El coeficiente de saturación de las unidades de albañilería de residuos sólidos se presentan en la Tabla N° 105, es de 0.8%. En las investigaciones anteriores examinadas se pudo observar que el coeficiente de saturación de las unidades ensayadas varían a partir del 0.85% hasta 1.12%, por lo que las unidades de albañilería que se fabricaron en el presente estudio se encuentran dentro del promedio.

La succión de las unidades de albañilería de residuos sólidos se presentan en la Tabla N° 106, es de 13.58 g/min/200cm². En las investigaciones anteriores examinadas se pudo observar que la succión de las unidades ensayadas varían a partir del 13.66 g/min/200cm² hasta 57.20 g/min/200cm² por lo que las unidades de albañilería que se fabricaron en el presente estudio se encuentran por debajo del promedio.

La eflorescencia de las unidades de albañilería de residuos sólidos se presentan en la Tabla N°107 es no eflorescente. En las investigaciones anteriores examinadas se pudo observar el mismo resultado no es eflorescente

2. ¿Las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos fabricadas para esta investigación son similares a los resultados obtenidos en las investigaciones consignadas como antecedentes?

Las propiedades mecánicas analizadas en esta investigación fueron la resistencia a la compresión, la resistencia a la compresión axial y el módulo de rotura. En las investigaciones anteriores revisadas, las unidades de albañilería denominadas suelo cemento ,se fabricaron con suelo, con una variedad de máquinas de compactación y con diferentes porcentajes de cemento; sin embargo, se utilizaron procedimientos similares para el ensayo de análisis de los suelos, el mezclado de los materiales y el proceso de curado, obteniendo resultados de resistencia a la compresión con valores diversos que se encuentran en el rango de 28 kg/cm² hasta 115.44 kg/cm², teniendo como características comunes entre estos estudios, un porcentaje de cemento del 9% que llega a tener una resistencia a la compresión promedio de 101.18 kg/cm². Por lo tanto, la resistencia a la compresión presentada en la Tabla N° 100, es de 108.31 kg/cm² se puede observar que se encuentra sobre el promedio de los resultados de las investigaciones anteriores.



La resistencia a la compresión axial de los primas de unidades de albañilería de residuos sólidos presentada en la Tabla N° 101, es de 74.90 kg/cm². En las investigaciones anteriores examinadas se pudo observar que la resistencia a la compresión axial varían rango de 64.00 kg/cm² hasta 67.45 kg/cm² por lo que las unidades de albañilería que se fabricaron en el presente estudio se encuentran sobre el promedio

En el módulo de rotura de las unidades de albañilería de residuos sólidos presentada en la Tabla N°102 es de 56.76 kg/ cm². En las investigaciones anteriores se encuentra en un rango de 51.76 kg/cm² hasta 59.51 kg/cm² por lo que las unidades de albañilería que se fabricaron en el presente estudio se encuentran dentro del promedio

3. ¿En qué forma influye las características del residuo sólido utilizado en el desarrollo de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de albañilería?

A partir de las investigaciones anteriores revisadas, se puede observar que, debido a que cada investigación pertenece a zonas distintas, cada una de ellas utilizó suelos diferentes, algunos en el estado natural de su extracción, así como, otros estudios que los modificaron en laboratorio. De modo que a partir del uso de estos distintos suelos, se observó que los resultados de los ensayos realizados a las unidades de albañilería de suelo cemento fabricados con estos suelos, varían notablemente, obteniendo mejores resultados con suelos arenosos con una cantidad de arcilla no mayor del 30%.

En la presente tesis con los residuos sólidos se buscó características parecidas a un suelo se utilizó una mezcla que contenía arena de la cantera de Cunyac y residuos triturados de ladrilleras artesanales del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco, se determinaron por separado sus límites de consistencia, así como su granulometría como se muestra en las Tablas N° 75, N°76, N°77, N°78, N°79, N°80, N°81, N°82 y N°83; luego, a partir de su modificación en laboratorio, se obtuvo una mezcla de 70% de arena y 30% residuos sólidos que mediante la clasificación HRB, pertenece a un suelo A-2-6 (0); ideal para la fabricación de unidades de albañilería de suelo cemento.

Se debe considerar que luego de los respectivos ensayos a las unidades de albañilería, se observó que los residuos sólidos a utilizar influyen no solo en las propiedades mecánicas, sino también, en las propiedades físicas como la absorción y la succión, en las cuales los resultados obtenidos son favorables, las cuales dependen mucho de las proporciones de arena y el

residuo sólido. Por lo tanto, es muy importante clasificar el residuo sólido como un tipo de suelo que se piensa utilizar y si es posible corregirlo disminuyendo en lo posible el porcentaje de cemento a usar para lograr las propiedades físico mecánicas deseadas.

4. ¿El proceso de compactación influye en el desarrollo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de albañilería de residuos sólidos?

El proceso de compactación durante la fabricación de las unidades de albañilería de residuos sólidos puede ser de dos formas, de manera artesanal o de manera mecánica. De acuerdo con las investigaciones anteriores revisadas, existe una gran variedad de equipos que pueden utilizarse para la producción de estas unidades, siendo una de las más comunes, la máquina CINVA-RAM. Cada una de estas máquinas cuenta con diferentes energías de compactación, por lo que para su uso se debe calcular el contenido de agua necesario para la energía a utilizar, de manera que se tenga una compactación óptima. A partir de los resultados de los estudios anteriores, se observó que a mayor energía de compactación, las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería como la resistencia a la compresión aumentan.

En el presente estudio, se utilizó la energía de compactación de la mesa vibradora, la máquina tipo bloqueras; asimismo, se calculó el contenido óptimo de humedad para esta energía de compactación la cual se encuentra en la Tabla N° 84 y N° 85, luego de ensayar a las unidades de albañilería se comprobó que la energía de compactación influye en forma directa en el desarrollo de las propiedades mecánicas; sin embargo, otro factor importante que es necesario tener en cuenta es el porcentaje de cemento que se utiliza para la fabricación. También se observó que el proceso de compactación de las unidades de albañilería influye en las propiedades físicas de las unidades como la variabilidad dimensional y el alabeo, ya que las unidades que tienen un proceso de compactación adecuado presentan un menor alabeo y dimensiones mucho más cercanas a las dimensiones nominales.

5. ¿De qué manera influye el capping que se utiliza para preparar los especímenes para su respectivo ensayo de compresión en los resultados de resistencia?

El objetivo principal del capping es uniformizar las superficies que van a estar en contacto con la superficie metálica o con el pistón de compresión es su única función y tiene que ser una lámina delgada de manera que no influya en el resultado de la resistencia a la compresión de las unidades además dependerá del alabeo y de la variabilidad dimensional



que tengan las unidades de albañilería, por lo que el capping en la medida que se haga de acuerdo con las recomendaciones que dice la (NTP 399.605, 2013) no influirá en los resultados de la resistencia a la compresión

6. ¿Las propiedades físicas de las unidades de albañilería de residuos sólidos se asemejan a las propiedades físicas de las unidades de albañilería producidas en la Ciudad del Cusco?

De acuerdo con los datos obtenidos por el Ing. Luis Carlos Loayza Fernández Baca, en su investigación “Evaluación de los parámetros de resistencia de los ladrillos fabricados en Cusco”, se puede observar en la Tabla N° 111 que de las ladrilleras estudiadas, solo el 10% tiene menor variabilidad dimensional que las unidades de albañilería de residuos sólidos, el 15% presenta similares valores y el 75% muestra valores de variabilidad dimensional mayores. En el caso del alabeo se observa que el 40% de las ladrilleras analizadas presenta un alabeo menor, el 10% de las ladrilleras tienen valores similares y el 50% muestra valores de alabeo mayores a los de las unidades de albañilería de residuo sólidos. Para la propiedad de absorción, se observa que el 35% de las ladrilleras analizadas por la investigación mencionada presenta una absorción similar y el 65% restante muestra una absorción mayor que de las unidades de albañilería de residuos sólidos. Para el caso de la succión, se puede observar que el 10% de las ladrilleras producen unidades con succión similar y el 90% de las ladrilleras restantes cuentan con una succión mayor que la de las unidades de albañilería de residuos sólidos. Por lo tanto, se puede decir que las unidades de albañilería de residuos sólidos presentan propiedades físicas similares a las propiedades físicas de las unidades de albañilería de arcilla cocida producidas en la ciudad del Cusco, cabe aclarar, que depende de las ladrilleras con las que se le comparen, ya que influye en forma importante, el tipo de producción de las unidades.

7. ¿Las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de residuos sólidos se asemejan a las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería producidas en la Ciudad del Cusco?

De acuerdo con los resultados obtenidos por el Ing. Luis Carlos Loayza Fernández Baca, en su investigación “Evaluación de los parámetros de resistencia de los ladrillos fabricados en Cusco”, de las ladrilleras que se estudió, se puede observar en la Tabla N° 111 que el 40% de estas presentan una resistencia a la compresión inferior a las unidades producidas en esta investigación, 15% de las ladrilleras producen unidades con una resistencia a la compresión

similar y el 45% de las ladrilleras producen unidades con una resistencia a la compresión superior a la de las unidades de albañilería de suelo cemento. Asimismo, para los valores de módulo de rotura, se observa que el 25% superiores y el 75% de las ladrilleras producen unidades con módulos de rotura inferiores a los de las unidades de albañilería de residuos sólidos. En cuanto a la resistencia de la albañilería a compresión axial, no se pudo comparar debido a que no se encontró resultados de las unidades de albañilería de arcilla cocida producidas en la región. Por lo expuesto, se puede decir que las unidades de albañilería de suelo cemento desarrollan propiedades mecánicas semejantes a las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de arcilla cocida, obteniendo valores mayores y menores, dependiendo con que ladrillo se compare.

8. ¿El proceso de curado influye en el desarrollo de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de albañilería de residuos sólidos?

El proceso de curado de las unidades de albañilería de residuos sólidos, de acuerdo con los estudios anteriores revisados, debe ser como mínimo de 7 días, aplicando chorros de agua no directos sobre las unidades 3 o 4 veces por día. En la presente tesis se utilizó dos métodos diferentes de curado; el primero mediante cámaras de curado, las cuales consisten en el empleo de un material impermeable como es el plástico que se usa a manera de recubrimiento para que, luego de su moldeo, las unidades no pierdan la humedad necesaria y puedan lograr las propiedades mecánicas esperadas. El segundo método de curado consiste en la inmersión de las unidades en agua, luego de su moldeo, durante 7 días. De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de los ensayos realizados a las unidades de albañilería de residuos sólidos, se observó que las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión y el módulo de rotura aumentaron, en comparación con las unidades fabricadas con el primer método de curado. En cuanto a las propiedades físicas, no variaron en un porcentaje considerable; sin embargo, la presencia de los agujeros en las unidades también pueden ser consideradas como un factor para que estas varíen.

9. ¿Las medidas de las unidades de albañilería de residuos sólidos influyen en sus propiedades físico mecánicas?

De acuerdo con la bibliografía revisada, se puede observar que se producen ladrillos y bloques de suelo cemento con dimensiones variadas. Con respecto a las propiedades mecánicas se puede observar que estas varían de acuerdo a la dimensión con las que se

fabriquen, teniendo resultados más altos en las unidades con dimensiones mayores, especialmente en la altura; sin embargo, cabe aclarar, que hasta un cierto límite. Asimismo, las propiedades mecánicas también dependerán de otros factores como la cantidad de cemento utilizado, la energía de compactación, entre otros. Con relación a las propiedades físicas de las unidades de albañilería de residuos sólidos, la propiedad que varía más, de acuerdo con las dimensiones de las unidades, es el peso, la cual aumenta en forma directamente proporcional al incremento de las medidas de las unidades; asimismo, también se verán influenciadas la variabilidad dimensional y el alabeo, ya que al tener unidades de albañilería con dimensiones mayores, estas tienden a presentar un mayor alabeo, así como una mayor variabilidad en sus medidas.

10. ¿Los costos de producción de las unidades de albañilería de residuos sólidos son similares o inferiores a los costos de producción de las unidades de albañilería de arcilla cocida?

A continuación se presenta un cuadro comparativo de los costos de producción entre las unidades de albañilería de arcilla cocida y de residuos sólidos:

Tabla 116: Cuadro Comparativo de los Costos de Producción entre Unidades de Albañilería de Arcilla Cocida y Unidades de Albañilería De Residuos Solidos

COSTOS DE PRODUCCIÓN			
UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA		UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE RESIDUOS SOLIDOS	
PARA 1 MILLAR		PARA 1 MILLAR	
COSTO DE EXTRACCIÓN	S/. 180.00	COSTO DE EXTRACCIÓN ,TRITURACIÓN Y TAMIZADO	S/.90.00
COSTO DE MANO DE OBRA	S/. 200.00	COSTO DE MANO DE OBRA	S/. 130.00
COSTO DE MATERIALES	S/. 25.00	COSTO DE MATERIALES	S/. 200.00
COSTO DE EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS	S/. 125.00	COSTO DE EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS	S/. 125.00
TOTAL POR MILLAR	S/. 530.00	TOTAL POR MILLAR	S/. 535.00
COSTO POR UNIDAD	S/. 0.53	COSTO POR UNIDAD	S/. 0.55

FUENTE: Elaboración Propia

Se debe tener en cuenta que los datos del cuadro anterior se obtuvieron a partir de los costos proporcionados por las ladrilleras ubicadas en la zona del distrito de San Jerónimo;



asimismo, para obtener los costos de producción de las unidades de albañilería de residuos sólidos se asumieron las mismas condiciones de fabricación, tecnología y mano de obra que las anteriores. Para los costos de extracción se tuvo en cuenta que se debe extraer la arcilla por lo que es necesario el uso de maquinaria o manualmente, para las unidades de albañilería de arcilla cocida y para las de residuos sólidos el transporte y costo arena, En los costos de mano de obra, se tuvo en cuenta que para la fabricación de unidades de albañilería de arcilla cocida se requiere personal para la preparación y moldeo de las unidades, su transporte para su secado y quemado; en el caso de las unidades de albañilería de suelo cemento, se necesita personal para su preparado y moldeado, curado y transporte. Para el costo de materiales de las unidades de albañilería de arcilla cocida, se tuvo en cuenta el agua y el combustible para el funcionamiento del horno; y para las unidades de albañilería de residuos sólidos, la trituración del residuo sólido el agua, arena y cemento, principalmente. Finalmente, para el costo de equipos y herramientas, se consideraron las herramientas manuales, moldes, extrusoras, mezcladoras y máquinas de compactación. Por lo anterior, se puede concluir que el costo de producción de las unidades de albañilería de residuos sólidos es igual al costo de producción de las unidades de albañilería de arcilla cocida.

11. ¿Es posible y rentable la producción masiva de unidades de albañilería de residuos en la ciudad del Cusco?

La producción de unidades de albañilería de residuos sólidos requiere de ciertos factores los cuales pueden ser determinantes si se quiere producir estas unidades y convertirlas en una oportunidad de negocio e inversión. En primer lugar debemos considerar el lugar donde se pueda ubicar la producción de las unidades, el cual debe estar cerca de la materia prima para aminorar el costo de transporte.

Es importante también analizar los residuos sólidos, ya sea mediante laboratorio o pruebas de campo ya que de esto dependerá la cantidad necesaria de cemento que se deba agregar. Si los residuos no cumpliera con las especificaciones citadas en esta investigación se puede agregar y usar la mezcla de suelos, también se deberá evaluar la rentabilidad de esta opción.

Atraves de información de la gerencia de medio ambiente de la municipalidad de san jerónimo para el 2015 se cuenta con 194 ladrilleras entre formales e informales que estas a su vez producen aproximadamente 1 m³ al mes, pero por investigación se tiene al mes de noviembre del 2016 se tiene el incremento de 18 ladrilleras, por lo se tendría un aproximado



de 200 m³ de residuos sólidos que satisficiera la cantidad necesaria para la producción de estas unidades de albañilería. La máquina necesaria para la trituración de los residuos sólidos

La producción de unidades de albañilería de residuos, requiere además una conexión cercana a agua potable ya que es necesaria en la producción y en el proceso de curado, el cual debe realizarse en forma correcta para que las unidades no presenten resquebrajaduras tempranas ni sean deleznable. La cantidad de agua puede ser determinada ya sea por laboratorio o pruebas de campo. Otro aspecto importante en la fabricación de las unidades es el proceso de compactación, el cual puede realizarse en forma manual o con alguna máquina de compresión como puede ser la máquina CINVA-RAM, mesa vibradora, bloqueras y al estas no presentar moldes citados en la presente tesis o en investigaciones pasadas mandarlos a elaborar. En lo que se refiere a costos que se pueden presentar, estos serían los de adecuación, el cemento, arena, el agua, la máquina compactadora, mano de obra, los moldes y herramientas de trabajo. En comparación con la fabricación de unidades de albañilería de arcilla cocida, como las unidades de albañilería de residuos sólidos no necesitan el uso de un horno para su elaboración lo que produce una reducción en los costos de producción. En la ciudad del Cusco existen zonas en donde es factible la elaboración de estas unidades ya que se cuenta con el espacio necesario, los residuos sólidos al ser desechados no generarían el costo alguno, el costo sería en el transporte de este y puede abaratar los costos de construcción de los pobladores.

12. ¿El impacto ambiental producido por la fabricación de unidades de albañilería de residuo sólido es similar al impacto ambiental producido por la fabricación de unidades de albañilería de arcilla cocida?

De acuerdo con las Tablas N° 114 y N° 115, se puede observar que el impacto causado por la producción de las unidades de albañilería de suelo cemento es menor al de las unidades de albañilería de arcilla cocida, debido a que, al no necesitar el uso de hornos en su fabricación, no emana gases contaminantes como dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles. Asimismo, es posible la reutilización de las unidades que no fueron fabricadas de manera correcta disminuyendo los residuos sólidos inertes.



13. ¿Las unidades de albañilería de residuos sólidos son un material de construcción sostenible?

Un material de construcción sostenible es aquel material duradero, que necesitan un escaso mantenimiento y que en su proceso de fabricación y uso, satisfacen las necesidades sociales, económicas y medio ambientales en donde se encuentra (Red Tecnológica MID, 2014). Las unidades de albañilería de residuos sólidos cumplen con esta definición ya que, este material de construcción en cada proceso o fase de su elaboración produce impactos ambientales que pueden ser considerados menores en comparación con otros materiales de construcción de similar uso, como las unidades de albañilería de arcilla cocida. Los impactos ambientales de las unidades de albañilería de residuos sólidos producen son relativamente escasos ya que se emplea un material que es desechado y almacenado en malas condiciones y a su vez no se usa horno por lo que es amigable doblemente con el medio ambiente ,primero por usar un residuo y segundo por no emanar gases

También están en concordancia con las necesidades económicas, ya que como se explicó anteriormente, los gastos de producción de las unidades de albañilería de residuos sólidos son similares en comparación con las unidades de albañilería de arcilla cocida; asimismo, los gastos de operación son menores. Cabe resaltar que la diferencia de costos entre estas dos unidades de albañilería puede ser mucho más notorias en lugares alejados de la ciudad. Sin embargo, en el caso de las unidades de albañilería de residuos sólidos, la cuales pueden ser producidas en la misma zona, este incremento por transporte no se produce, abaratando los costos de este material. Asimismo, la producción de las unidades de albañilería de suelo cemento representan una opción más económica para los pobladores de la ciudad al momento de construir una vivienda y además puede significar una oportunidad de negocio, principalmente, porque su fabricación es sencilla y no se necesita personal técnico, una vez se cuente con las indicaciones y metodología adecuada para su fabricación y a su vez nos permite el cuidado del medio en el cual vivimos.



GLOSARIO

ABSORCIÓN DE AGUA: La cantidad de agua absorbida por un material bajo condiciones especificadas de ensayo, comúnmente expresada como el porcentaje de la masa de la probeta de ensayo.

ADHESIÓN: Propiedad de la materia por la cual se unen y plasman dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto, y se mantienen juntas por fuerzas intermoleculares.

ADICIÓN: En los Estados Unidos es cualquier sustancia que se muele conjuntamente o se adiciona en cantidades limitadas al cemento portland durante su producción. En algunos países de Latinoamérica, también puede referirse a los materiales cementantes suplementarios.

AGLOMERANTE: Material capaz de unir fragmentos de una o varias sustancias y dar cohesión al conjunto por métodos exclusivamente físicos.

AGLUTINANTE: Material capaz de unir fragmentos de uno o más materiales para formar un conjunto compacto.

AGREGADO: Material mineral granular, tal como la arena natural, la arena manufacturada, la grava, la piedra triturada, la escoria granulada de alto horno enfriada al aire, la vermiculita y la perlita.

AGREGADO FINO: Agregado que pasa por el tamiz 9.5 mm (3/8 pulg.), pasa casi totalmente por el tamiz de 4.75 mm (No.4) y se retiene predominantemente en el tamiz de 75 mm (no. 200).

AISLAMIENTO TÉRMICO: Capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción.

ALABEO: Presencia de bordes o superficies cóncavas o convexas.

ÁLCALIS: Sustancias cáusticas que se disuelven en agua formando soluciones con un pH bastante superior a 7.



ALÚMINA: Es el óxido de aluminio (Al_2O_3), junto con la sílice, es el componente más importante en la constitución de las arcillas y los esmaltes, confiriéndoles resistencia y aumentando su temperatura de maduración.

ANISOTRÓPICO: Propiedad general de la materia según la cual cualidades como: elasticidad, temperatura, conductividad, velocidad de propagación de la luz, etc. varían según la dirección en que son examinadas.

ÁREA BRUTA: Área que no toma en cuenta la presencia de huecos en la unidad.

ARENA: Partículas de roca que pasan la malla N°4 (4.75mm) y son retenidos en la malla N° 200.

ARCILLA: Suelo o roca sedimentaria constituido por agregados de silicatos de aluminio hidratados, procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato, como el granito. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, desde el rojo anaranjado hasta el blanco cuando es pura.

BLOQUE: Unidad de albañilería que se maneja con dos manos.

CABEZAL: Dispositivo de algunos aparatos que sirve para poner en él, la pieza que realiza la función principal.

CALIZA: La caliza es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio ($CaCO_3$), generalmente calcita, aunque frecuentemente presenta trazas de magnesita ($MgCO_3$) y otros carbonatos.

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

CERATEC: Maquina utilizada para la producción de unidades de albañilería.

CIMVA-RAM: Maquina utilizada para la producción de unidades de albañilería.

COHESIÓN: Cualidad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas, que dependen, entre otras cosas del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas.



CONCAVA: Parte que se asemeja a la zona interior de la circunferencia o de una esfera es decir, que tiene su parte hundida dirigida al observador

COMPACTACIÓN: Proceso por el cual se obliga a las partículas de suelo a ponerse más en contacto con otras, mediante la expulsión del aire de los poros.

COMPRESIBILIDAD: Propiedad de la materia a la cual se debe que todos los cuerpos disminuyan de volumen al someterlos a una presión o compresión determinada manteniendo constantes otros parámetros.

CÓNCAVA: Parte que se asemeja a la zona interior de una circunferencia o de una esfera, es decir, que tiene su parte hundida dirigida al observador.

CONCRETO LÍQUIDO: Concreto con o sin agregado grueso, de consistencia fluida.

CONTROL DE CALIDAD: Acciones realizadas por el productor o contratista, a fin de proveer un control sobre lo que se está haciendo y sobre lo que se está suministrando

CORROSIÓN: Deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.

CONVEXA: Es la zona que se asemeja al exterior de una circunferencia o una superficie esférica, es decir, que tiene su parte sobresaliente dirigida al observador.

CURADO: Es el proceso por el cual se busca mantener la saturación.

DEFLOCULANTE: Aditivo que causa una dispersión más estabilizada y evita que se aglomeren las partículas finas, manteniéndolas en suspensión y modificando el comportamiento reológico de las pastas.

DENSIDAD: Magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia.

DESHIDRATACIÓN: Alteración de agua y sales minerales en el plasma de un cuerpo.

DURABILIDAD: Capacidad para soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectada las condiciones físicas y químicas a las que está proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta.



EFLUENTES DE PROCESO: Aguas servidas con desechos sólidos, líquidos o gaseosos que son emitidos.

EMPÍRICA: Basado en la experiencia.

ESPACIOS INTERSTICIALES: Espacio pequeño en un tejido o una estructura.

EXTRUSIÓN: Proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada.

GRANULOMETRÍA: Medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica con fines de análisis tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas.

HUMEDAD: Agua de que está impregnada un cuerpo o que, vaporizada, se mezcla con el aire.

HYDRAFORM: Maquina utilizada para la producción de unidades de albañilería.

INTRÍNSECA: Característica, esencial.

LIMO: Sedimento clástico incoherente transportado en suspensión por los ríos y por el viento, que se deposita en el lecho de los cursos de agua o sobre los terrenos que han sido inundados. Para que se clasifique como tal, el diámetro de las partículas de limo varía de 0,0039 mm a 0,0625 mm.

LUBRICACIÓN: Acción de reducir el rozamiento y sus efectos en superficies adyacentes con movimientos que puedan ocasionar algún tipo de maquinado al interponer entre las superficies una sustancia lubricante.

MONOLÍTICO: Que presenta una gran cohesión, compacto, sólido.

MORTERO: Compuesto de conglomerantes inorgánicos, áridos y agua, y posibles aditivos que sirven para pegar elementos de construcción tales como ladrillos, piedras, bloques de hormigón, etc.

MURO ARMADO: Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos.



MURO NO PORTANTE: Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos.

MURO PORTANTE: Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical.

OQUEDADES: Espacio que en un cuerpo sólido queda vacío.

PARAPETO: Elemento arquitectónico de protección que sirve para evitar la caída al vacío de personas, animales u objetos de un balcón o terraza aunque también se puede encontrar en cualquier otro lugar que presente desniveles entre diferentes planos.

PILOTES: Elemento constructivo utilizado para cimentación de obras, que permite trasladar las cargas hasta un estrato resistente del suelo, cuando este se encuentra a una profundidad tal que hace inviable, técnica o económicamente, una cimentación más convencional mediante zapatas o losas.

POLIETILENO: Es uno de los plásticos más comunes debido a su bajo precio y simplicidad en su fabricación, lo que genera una producción mundial de aproximadamente 60 millones de toneladas anuales alrededor del mundo.

PUZOLANA: Materia esencialmente silicosa que finamente dividida no posee ninguna propiedad hidráulica, pero posee constituyentes (sílice- alúmina) capaces, a la temperatura ordinaria, de fijar el hidróxido de cal para dar compuestos estables con propiedades hidráulicas

REFRENTADO: Procedimiento realizado en una probeta de ensayo sobre un material (por ejemplo mortero, hormigón) para lograr una superficie plana.

RESIDUOS SOLIDOS: constituyen aquellos materiales desechados tras su vida útil, y que por lo general por sí solos carecen de valor económico.

SECCIÓN NETA: Sección que considera si la unidad presenta agujeros o huecos.

SÍLICE: Compuesto de silicio y oxígeno, llamado comúnmente sílice. Es uno de los componentes de la arena.



SUELO: Sustrato físico sobre el que se realizan las obras, del que importan las propiedades físico-químicas, especialmente las propiedades mecánicas. Desde el punto de vista ingenieril se diferencia del término roca al considerarse específicamente bajo este término un sustrato formado por elementos que pueden ser separados sin un aporte significativamente alto de energía.

SULFATO: Sales o los ésteres del ácido sulfúrico. Contienen como unidad común un átomo de azufre en el centro de un tetraedro formado por cuatro átomos de oxígeno. Las sales de sulfato contienen el anión SO_4

TRACCIÓN: Esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.

CONCLUSIONES

➤ CONCLUSIÓN N° 1

Se logró demostrar la Hipótesis General que dice: *“Las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP desarrollan propiedades físico mecánicas que permiten su utilización como un material de construcción alternativo en la ciudad del Cusco”*, se sustenta con los resultados de la Tabla N° 108, la cual muestra la caracterización físico mecánica de las unidades de albañilería de residuos sólidos. Asimismo, se muestra en las Tablas N° 109 y N° 110 la clasificación, características y uso de las unidades de albañilería de residuos sólidos, donde se observa que se encuentra dentro de la clasificación tipo III, la cual corresponde a unidades de albañilería de resistencia y durabilidad medias y que son aptas para construcciones de albañilería de uso general.

➤ CONCLUSIÓN N° 2

Se logró demostrar la Sub Hipótesis N° 1 que dice: *“Las proporciones de los componentes que conforman las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP son las que determinan que las propiedades físico-mecánicas califiquen a la unidad para su uso en la construcción y se determinarán mediante procesos de laboratorio.”*, se sustenta con los resultados que se muestran en las Tablas N° 75, N° 76, N° 77, N° 78, N° 79, N° 80, N° 81, N° 82, N° 83, N° 84 y N° 85, donde se observan los ensayos realizados al residuo sólido de la ladrilleras artesanales que se utilizó para la fabricación de las unidades de albañilería, los cuales pudieron determinar la dosificación de la arena y de residuo sólido, la cantidad de cemento mínimo y el porcentaje de agua apropiado de manera que las unidades se fabriquen con su contenido óptimo de humedad y desarrollen propiedades físico-mecánicas adecuadas para su uso.

➤ CONCLUSIÓN N° 3

Se logró demostrar la Sub Hipótesis N° 2 que dice: *“Las características de las propiedades físicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP*



cumplen los parámetros 'de la norma E 070', se sustenta con los resultados que se muestran en las Tabla N° 108 , N° 109 y N° 110 donde se observa la clasificación de las propiedades físicas de la unidad de albañilería con parámetros establecidos en la (Norma Técnica E.070 , 2006)

➤ **CONCLUSIÓN N° 4**

Se logró demostrar la Sub Hipótesis N° 3 que dice: *“Las características de las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP cumplen los parámetros de la norma E 070”*, se sustenta con los resultados que se muestran en las Tablas N° 108, N°109 y N° 110 donde se observa la clasificación de las propiedades físicas de la unidad de albañilería con parámetros establecidos en la norma (Norma Técnica E.070 , 2006)

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIÓN N° 1

Se recomienda el estudio y análisis de esta investigación con la finalidad de aumentar el conocimiento de este material de construcción sostenible, y amigable con el medio ambiente además de proponer alternativas que puedan mejorar el modo de producción y elaboración de estas, así como su calidad, características y propiedades, de manera que su utilización en la construcción de viviendas pueda difundirse.

RECOMENDACIÓN N° 2

Antes de la elaboración de las unidades de residuos sólidos se debe contar con todas las herramientas y equipos necesarios para su producción como palas, badilejos, moldes, recipientes, etc. Asimismo, se debe realizar un cronograma de operación, analizando la cantidad de unidades que se pueden producir en un día así como la cantidad de materiales que se necesitarán, de manera que no existan desperdicios considerables.

RECOMENDACIÓN N° 3

Es de suma importancia que las unidades de albañilería de residuos sólidos, luego de haber sido compactadas y moldeadas, se coloquen en un lugar cerrado, protegido del sol y de la lluvia y que tenga un proceso de curado por un período de 7 días como mínimo y que se usen a partir de los 21 días de haber sido fabricados, debido a que a esa edad es donde las unidades de albañilería consiguen o están cerca de su resistencia última.

RECOMENDACIÓN N° 4

Se recomienda que en el proceso de fabricación se sigan todas las pautas y procedimientos indicados en esta investigación, ya que estas garantizan que el producto final cuente con las características y propiedades esperadas. Además, es importante que las unidades de albañilería de suelo cemento se manejen con cuidado, especialmente en el transporte de estas al momento de su moldeo ya que se encuentran en un estado frágil y son fácilmente deformables.

RECOMENDACIÓN N° 5

La cantidad de agua que se utilizará en la mezcla es de suma importancia ya que si el agua utilizada no es suficiente, es posible que las unidades de albañilería de suelo cemento no se

compacten de una manera adecuada y tiendan a desmoronarse. Asimismo, cuando la mezcla de suelo cemento contiene mucha agua es muy probable que en la fase de compactación y moldeo, la unidad tienda a deformarse, provocando que el ladrillo no tenga una geometría recomendable.

RECOMENDACIÓN N° 6

En el proceso de moldeo, se recomienda que previamente se humedezcan los moldes para que al momento de sacarlos estos puedan desprenderse fácilmente. Se pudo observar que en el momento de retirar a las unidades de los moldes, estos pueden presentar rajaduras o desprendimientos de algunas partes de las unidades, principalmente en las esquinas del ladrillo.

RECOMENDACIÓN N° 7

Se recomienda la continuidad en el estudio de este material de construcción, asimismo se proponen los siguientes temas de investigación:

- Análisis de las propiedades de las unidades de albañilería de residuos sólidos adicionado con algún material que pueda mejorar sus características físico-mecánicas.
- Análisis de la influencia del tipo de curado en las propiedades de las unidades de albañilería de residuos sólidos
- Análisis comparativo de los costos de fabricación y producción entre las unidades de albañilería de suelo residuos sólidos y unidades de albañilería de arcilla cocida.
- Análisis Costo-Beneficio de la producción de unidades de albañilería de residuos sólidos en la ciudad del Cusco.
- Análisis de otras dimensiones del ladrillo elaborado con residuos sólidos
- Análisis del módulo de elasticidad de la albañilería de residuo sólidos

A si mismo se recomienda estudios empleando Triturado de ladrillo reciclado como agregado grueso en la elaboración de concreto



REFERENCIAS

- ABANTO, C. F. (2013). *Analisis y Diseño de Edificaciones de Albañileria*. Lima -Peru: San Marcos.
- ABANTO, F. (1996). *Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas)*. Lima: Editorial San Marcos.
- AGUILAR, C. (2002). San Juan y el ladrillo de suelo cemento. En C. E. Aguilar, *Fabrica Social* (págs. 1(8),32-35). Buenos Aires - San Juan: Consejo Nacional de la Vivienda.
- ASTM INTERNATIONAL. (2003). ASTM C 33. *Especificación normalizada de agregados para el concreto*.
- ASTM INTERNATIONAL. (s.f.). ASTM C 192-02. *Elaboración y curado del concreto en laboratorio*. Estados Unidos.
- ASTM INTERNATIONAL. (s.f.). ASTM C 595 CEMENTOS PORTLAND ADICIONADOS. EE.UU.
- Begliardo, H., Sanchez, M., & Panigatti, C. (2004). *Ladrillos de Suelo - Cemento elaborados con suelos superficiales y barros de excavación para pilotes*. Argentina: Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Rafaela.
- CASADO PIÑEIRO, M. (2005). *Procesos de Producción más limpia en ladrilleras de Arequipa y Cusco*. Lima - Peru: Swiscontact.
- CÉSPEDEZ GARCÍA, M. (2003). Naturaleza del Concreto. En M. CÉSPEDEZ GARCÍA, *Resistencia a la Compresión del concreto a partir de la velocidad de pulsos de ultrasonido* (págs. 3-4). Piura: Universidad Nacional de Piura.
- DE LA FUENTE LAVALLE, E. (1995). *Suelo - Cemento sus usos y sus propiedades*. Mexico: Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto.
- GALLEGOS, H., & CASABONNE, C. (2005). *Albañilería Estructural*. Lima - Peru: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- García Martínez, E., López Olivas, L., Porrás Aguirre, H., García Tapia, K., & Soriano López, B. (2011). *"Elaboración de Bloque de Suelo Cemento en la comunidad "La Gallina", Sam Rafael del Sur, bajo la supervisión técnica de Habitat para la Humanidad de Nicaragua. Managua"*. Managua - Nicaragua: Universidad Centroamericana.
- Gatani, M. (2000). Mampuesto tradicional en base a un material sostenible. En M. P. Gatani, *Ladrillos de suelo - cemento* (págs. 1(51), 35-47). Córdoba - Argentina: Informes de la construcción.



- GATANI, M. (2002). Produccion de ladrillos de suelo cemento. *1er Seminario Exposicion La Tierra Cruda en la construccion del habitat*. Argentina.
- HERNANDEZ SAMPIERI. (2011). *Metodologia de la Investigacion*.
- HERNÁNDEZ, R.; FERNANDEZ; BAPTISTA. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Editorial The McGraw-Hill.
- HERNÁNDEZ, R.; FERNANDEZ; BAPTISTA. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Editorial The McGraw-Hill.
- ICG (Instituto de la Construcción y Gerencia). (Mayo de 2006). Cap II CONCRETO - Características. Lima, Lima, Parú: Fondo editorial ICG.
- INDECOPI. (2013). NTP 334.090 CEMENTOS PORTLAND - REQUISITOS. Lima, Perú.
- INDECOPI. (s.f.). NTP 339.088 AGUA PARA EL CONCRETO. Lima, Perú.
- LOAYZA FERNANDEZ BACA LUIS CARLOS. (2012). *EVALUACION DE LOS PARAMETROS DE RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS FABRICADOS EN CUSCO*. CUSCO: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO.
- MENDOZA HUARACHI, W. (2011). *Aditivos y Agua para el Concreto*. Lima: Publicaciones de la Universidad Ricardo Palma.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento . (2006). RNE 060 Cap. 2 Materiales - Los agregados. 244. Lima, Perú.
- NEVILLE, A. (1988). *Tecnología del concreto. Tomo I - Curado del concreto*. México D.F.: Editorial Limusa, S.A. de C.V.
- NORMA TECNICA E.030. (s.f.). NORMA TECNICA PERUANA.
- NORMA TECNICA E.070. (1982). NORMA TECNICA DE EDIFICACION.
- NORMA TECNICA E.070. (2006). NORMA TECNICA DE EDIFICACION.
- NTP 399.605. (2013). *UNIDADES DE ALBAÑILERIA: Metodos de ensayo para la determinacion de la resistencia en compresion de prismas de albañileria*. Lima - Peru: INDECOPI.
- NTP 399.613. (2005). *UNIDADES DE ALBAÑILERIA ,Metodo de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañileria*. Lima - Peru: INDECOPI.
- PASQUEL CARBAJAL, E. (1998). Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. En E. PASQUEL CARBAJAL, *Capítulo 5 - Los agregados para Concreto* (págs. 69-72). Lima: Los Álamos de Monterrico.



- POLANCO RODRÍGUEZ, A. (2012). Cemento Portland. En A. Polanco Rodríguez, *Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto* (pág. 4). México: Fac. de Ingeniería, U.A.CH.
- QUIROZ, M., & L., S. (Diciembre de 2006). Manual Didáctico para la Enseñanza y Aprendizaje de Tecnología del Concreto. *Tesis*. Cochabamba, Bolivia: Editorial de la UMSS.
- RIVVA LÓPEZ, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Lima: Capitulo Peruano ACI.
- RIVVA, E. (1992). *Tecnología del concreto - Diseño de mezclas*. Lima: Hozlo.
- Rodriguez.H. (2004). *Aplicacion de la Piedra Toba y Adobes de suelo cemento a la mamposteria en la construccion*. Argentina: Universidad Nacional de General San Martin.
- SAN BARTOLOME, A. (1994). *Comportamiento Sismico y Diseño Estructural* . Lima - Peru: Fondo editorial Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- SAN BARTOLOME, A., QUIJUN, D., & SILVA, W. (2011). *Diseño y Construcción de Estructuras Sismoresistentes de Albañilería*. Lima - Peru: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Secretaría de Comunicaciones y Transporte- México. (2002). *Características de los Materiales - Calidad de Agregados Pétreos para el Concreto*. México: Publicación de Secretaría de Comunicaciones y Transporte.
- SIKA Perú S.A. (2001). Sika Informaciones Técnicas - Curado del Concreto. Perú.
- SIÑANI, S., & MANCILLA, B. (2010). *Problemática Ambiental Producida por las Ladrilleras*. La Paz -Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- SWISSCONTACT. (2008). *Experiencias en el sector ladrillero artesanal en las ciudades de Arequipa y Cusco*. Lima - Peru.
- SWISSCONTACT. (2009). Caso de Estudio Detrás de los Ladrillo. *Una gestión integral para el sector informal*.
- TOIRAC CORRAL, J. (2008). El Suelo - Cemento como material de construcción . En J. T. Corral, *ciencia y sociedad* (págs. 1(33),520-571). Santo Domingo - República Dominicana: Instituto Tecnológico de República Dominicana.
- YURA S.A. (2012-2015). YURA S.A. Obtenido de FICHA TECNICA IP: http://www.yura.com.pe/info/ficha_tecnica_1p.pdf



ANEXOS



TEMA: "DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ELABORADAS CON RESIDUOS SÓLIDOS DE LADRILLERAS ARTESANALES, ARENA DE LA CANTERA DE CUNYAC Y CEMENTO PORTLAND TIPO IP"				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p>1. PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP desarrollan propiedades físico mecánicas que permiten su utilización como un material de construcción alternativo en la ciudad del Cusco?</p> <p>2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles serían las proporciones de los componentes que conforman las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP de manera que desarrollen propiedades físico mecánicas requeridas para el uso en la construcción? • ¿Qué características tienen las propiedades físicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP que cumplan los parámetros de la norma E 070? • ¿Qué características tienen las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP que cumplan los parámetros de la norma E 070? 	<p>1. OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar si las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP desarrollan propiedades físico mecánicas que permiten su utilización como un material de construcción alternativo en la ciudad del Cusco.</p> <p>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar las proporciones de los componentes que conforman las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP de manera que desarrollen propiedades físico mecánicas requeridas para el uso en la construcción. • Determinar las características que tienen las propiedades físicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP que cumplan los parámetros de la norma E 070. • Determinar las características que tienen las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP que cumplan los parámetros de la norma E 070. 	<p>1. HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP desarrollan propiedades físico mecánicas que permiten su utilización como un material de construcción alternativo en la ciudad del Cusco.</p> <p>2. SUB-HIPÓTESIS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las proporciones de los componentes que conforman las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP son las que determinan que las propiedades físico-mecánicas califiquen a la unidad para su uso en la construcción y se determinarán mediante procesos de laboratorio. • Las características de las propiedades físicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP cumplen los parámetros de la norma E 070 • Las características de las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP cumplen los parámetros de la norma E 070 	<p>INDEPENDIENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cemento Portland Tipo IP. • Residuos sólidos de ladrilleras artesanales. • Arena de la cantera de Cunyac. • Agua. <p>DEPENDIENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Propiedades físicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos • Propiedades Mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Peso de cemento (kg) • Peso de residuo solido (%) • Peso de arena (%) • Volume de agua (m3) • Peso (Kg) • Variación Dimensional (cm) • Alabeo (mm) • Absorción (%) • Absorción Máxima (%) • Coeficiente de saturación(mm) • Succión (factor) • Eflorescencia. • Resistencia a compresión (kg/cm2) • Módulo de Rotura (kg/cm2) • Compresión Axial en Pilas(kg/cm2)

FUENTE: Elaboración Propia