

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**INFLUENCIA DEL ESPESOR DE JUNTA DE MORTERO EN LA RESISTENCIA A
LA COMPRESIÓN AXIAL DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA
EN LA CIUDAD DE AREQUIPA**

Tesis presentada por el Bachiller:

Barreda Castillo, Diego Renato

para optar el Título Profesional de

Ingeniero Civil.

Asesor:

Ing. Febres Rosado, Olger Javier

Arequipa –Perú

2023

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA CIVIL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 22 de Mayo del 2022

Dictamen: 002642-C-EPIC-2022

Visto el borrador del expediente 002642, presentado por:

2009602421 - BARREDA CASTILLO DIEGO RENATO

Titulado:

**INFLUENCIA DEL ESPESOR DE JUNTA DE MORTERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
AXIAL DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA DE ARCILLA COCIDA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1938 - FEBRES ROSADO OLGER JAVIER
DICTAMINADOR**



**1949 - DIAZ GALDOS MIGUEL RENATO
DICTAMINADOR**



**2778 - UGARTE CALDERON ENRIQUE ALFONSO
DICTAMINADOR**



DEDICATORIA

A DIOS

Por estar siempre a mi lado, y ser la luz que ha guiado y guiara mi camino, por brindarme la sabiduría y el deseo de aprender más cada día.

A MIS PADRES

Edgar y Lourdes por confiar en mí, acompañarme en los momentos más difíciles, por haberme tenido esa gran paciencia.

A MIS HERMANOS

Sofía, Juan, Eduardo, Leonardo, por brindarme su amor y apoyo incondicional, por estar siempre en las buenas y en las malas.

A MI TIA

Ayme, por haberme apoyado todos estos años sin dudar y por ser un ejemplo de superación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme las ganas de superarme con cada reto.

A mis padres Edgar y Lourdes por darme sus buenos consejos y brindarme su amor incondicional.

A mis hermanos, Sofía, Juan, Eduardo, Leonardo, por estar siempre conmigo y apoyarme en todos mis proyectos.

A mi tía Ayme, que gracias a su ejemplo pude sobrellevar todos los percances que se presentaron a lo largo de mi formación.

A mi abuelita Celina, por haberme dado su confianza y alentarme a estudiar una carrera universitaria.

A Joselynn, por estar siempre alentándome a seguir adelante, por todos estos años de apoyo incansable.

A mi asesor el Ing. Olger Javier, Febres Rosado, por el apoyo brindado para que este trabajo quede culminado.

A mis docentes que a lo largo de mi formación supieron orientarme y darme las herramientas necesarias para que en un futuro me desenvuelva de manera ética y profesional.

A los colaboradores de los laboratorios de ensayos de la UCSM, por brindarme su apoyo en la realización de este trabajo.

A todas las personas que de alguna manera tuvieron que ver en la realización de esta mi investigación.

RESUMEN

El trabajo que se presenta a continuación se desarrolló con la finalidad de encontrar la influencia que ejerce la variación del grosor del mortero en prismas o pilas de albañilería en la resistencia a la compresión axial ($f'm$), además de hacer una comparación entre los dos tipos de ladrillos escogidos. Para esto se realizaron 160 prismas de dos tipos de ladrillos de arcilla cocida, el primero de ladrillos solidos industriales (Ladrillera “El Diamante”) y el segundo de ladrillos solidos artesanales (Ladrillera “Asociación Virgen de Chapi”).

Se seleccionaron ladrillos tanto artesanales e industriales de un mismo lote para minimizar las desviaciones al momento de realizar los ensayos no solo de compresión axial si no también los de variabilidad dimensional, absorción, alabeo y succión.

Además de estos ensayos, se le practicó el análisis granulométrico a la arena gruesa y se realizaron 12 testigos en forma cubica de los distintos tipos de mortero cemento – arena (1:3) y (1:5)

Los prismas de albañilería fueron elaborados en los laboratorios de la UCSM, se hicieron 8 pilas por cada espesor de junta de mortero (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, y 3.0) cm, para cada tipo de ladrillo y para cada tipo de mortero cemento – arena (1:3) y (1:5), las pilas se dejaron a la intemperie y se ensayaron a compresión axial a los 14 y 28 días, para los testigos de mortero se ensayaron solamente a los 28 días.

Los resultados de los ensayos a compresión axial para los prismas fue el dato patrón que se utilizó para hacer las respectivas comparaciones, arrojando así que, desde un espesor de junta de mortero máximo, a mayor grosor de junta tanto para los prismas de ladrillos artesanales como los de industriales y en sus distintos tipos de proporción de mortero cemento arena (1:3) y (1:5), menor será la resistencia a la compresión axial($f'm$).

PALABRAS CLAVE:

Prisma, Ladrillo, Mortero, Albañilería.

ABSTRACT

The work presented below was developed with the purpose of finding the influence exerted by the variation of the thickness

of the mortar in prisms or masonry piles in the axial compressive strength ($f'm$), in addition to making a comparison between the two types of bricks chosen, for this 160 prisms were made of two types of clay bricks, the first of industrial solid bricks (Ladrillera "El Diamante") and the second of solid bricks crafts (Ladrillera "Association Virgen de Chapi").

Both handcrafted and industrial bricks were selected from the same batch to minimize deviations at the time of performing the tests not only axial compression but also those of dimensional variability, absorption, warping and suction.

In addition to these tests, the granulometric analysis was performed on the coarse sand and 12 cubic witnesses were made of the different types of cement - sand mortar (1: 3) and (1: 5)

The masonry prisms were made in the laboratories of the UCSM, 8 stacks were made for each mortar joint thickness (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, and 3.0) cm, for each type of brick and for each type of cement mortar - sand (1: 3) and (1: 5), the piles were left outdoors and tested by axial compression at 14 and 28 days, for the mortar witnesses were tested only at 28 days.

The results of the axial compression tests for the prisms were the standard data used to make the respective comparisons, thus showing that, from a maximum mortar joint thickness, to a greater joint thickness for both the artisanal brick prisms and those of industrials and in their different types of sand-cement mortar ratio (1: 3) and (1: 5), the lower the resistance to axial compression ($f'm$).

KEYWORDS:

Prism, Brick, Mortar, Masonry.

INDICE GENERAL

DICTAMEN APROBATORIO	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT.....	VI
INTRODUCCIÓN	X
CAPÍTULO 1	1
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1. 1 PLANTEAMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	1
1. 1. 1 Realidad problemática	1
1. 1. 2 Formulación del problema	7
1. 1. 3 Justificación	7
1. 1. 4 Limitaciones	9
1. 2 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	10
1. 2. 1 Objetivo general	10
1. 2. 2 Objetivos específicos	11
1. 3 HIPÓTESIS.....	11
1. 3. 1 Formulación de la hipótesis	11
1. 3. 2 Operacionalización de las variables.....	12
CAPÍTULO 2	13
2. MARCO TEÓRICO	13
2. 1 ANTECEDENTES	13
2. 2 BASES TEÓRICAS	21
2. 2. 1 Aspectos generales.....	21
2. 2. 1. 1. Características básicas	21
2. 2. 1. 2. Adaptabilidad tecnológica	24
2. 2. 1. 3. Variabilidad	24
2. 2. 1. 4. Durabilidad y mantenimiento	25

2. 2. 2 Elementos de la albañilería simple	26
2. 2. 2. 1. Unidad de albañilería	26
2. 2. 2. 2. Mortero	30
2. 2. 3 Propiedades de la albañilería	32
2. 2. 3. 1. Propiedades de la unidad de albañilería	32
2. 2. 3. 2. Propiedades de la albañilería simple	35
2. 3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	38
2. 3. 1 Según la NTP E.0.70 – Albañilería	38
2. 3. 2 Según la NTP 331.017	39
2. 4 MARCO NORMATIVO	39
CAPÍTULO 3	40
3. MATERIAL Y MÉTODOS	40
3. 1 TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	40
3. 2 MATERIAL	40
3. 2. 1 Unidad de estudio	40
3. 2. 2 Población y muestra	40
3. 3 MÉTODOS	41
3. 3. 1 Técnicas de recolección de datos y análisis de datos	41
3. 3. 2 Procedimientos	41
CAPÍTULO 4	43
4. DESARROLLO	43
4. 1 ENSAYOS DE LABORATORIO	43
4. 1. 1 Ensayos clasificatorios del ladrillo	43
4. 1. 1. 1. Variación Dimensional (NTP 399.613).	43
4. 1. 1. 2. Alabeo (NTP 399.613)	45
4. 1. 1. 3. Resistencia a la compresión uniaxial f'_b (NTP 399.613).	47
4. 1. 2 Ensayos no clasificatorios del ladrillo	49
4. 1. 2. 1. Succión o Periodo inicial de Absorción. (NTP 399.613)	49
4. 1. 2. 2. Absorción. (NTP 399.613)	51
4. 1. 2. 3. Área de vacíos en unidades perforadas. (NTP 399.613)	53
4. 1. 3 Resistencia a la compresión axial de prismas (pilas) de albañilería f'_m . (NTP 399.605)	56
4. 1. 4 Granulometría de la arena gruesa (NTP. E.070)	60
4. 1. 5 Resistencia a la compresión axial de mortero de albañilería (NTP 399.610)	62

CAPÍTULO 5	65
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	65
5. 1 ENSAYOS DE LABORATORIO.....	65
5. 1. 1 Ensayos clasificatorios del ladrillo	66
5. 1. 1. 1. Variación Dimensional (NTP 399.613).	66
5. 1. 1. 2. Alabeo (NTP 399.613).....	69
5. 1. 1. 3. Resistencia a la compresión uniaxial f'_b (NTP 399.613).	70
5. 1. 2 Ensayos no clasificatorios del ladrillo	72
5. 1. 2. 1. Succión o Periodo inicial de Absorción. (NTP 399.613).....	72
5. 1. 2. 2. Absorción. (NTP 399.613).....	73
5. 1. 2. 3. Área de vacíos en unidades perforadas. (NTP 399.613).....	75
5. 1. 3 Resistencia a la compresión axial de prismas (pilas) de albañilería f'_m . (NTP 399.605).....	77
5. 1. 4 Granulometría de la arena gruesa (NTP. E.070).....	102
5. 1. 5 Resistencia a la compresión axial de mortero de albañilería (NTP 399.610).	104
5. 1. 6 Resumen de resultados de las resistencias a la compresión axial de los prismas de albañilería.	106
5. 1. 6. 1. Comportamiento de la resistencia a la compresión axial de los prismas de albañilería a través del tiempo.	106
5. 1. 6. 2. Comparación de las resistencias a la compresión axial de prismas de albañilería según la proporción cemento arena.....	109
5. 1. 7 Discusión de resultados.	112
CONCLUSIONES	114
RECOMENDACIONES	117
REFERENCIA.....	118
INDICE DE TABLAS	120
INDICE DE FIGURAS	126
INDICE DE GRÁFICOS	128
INDICE DE ECUACIONES.....	129
ANEXOS.....	130

INTRODUCCIÓN

La necesidad de vivienda es bien conocida por todos aquellos con un instinto mínimo de supervivencia, el hombre, a lo largo de la historia ha resuelto este problema de distintas formas desde cuevas improvisadas hasta edificios construidos con concreto, ahora, uno de los elementos más empleados para suplir esta necesidad es la albañilería, sobre todo en países subdesarrollados y con más precisión en zonas donde no se puede acceder a materiales de alta resistencia al paso de los años y al azote del clima.

Al ser de fácil acceso y de bajo coste de producción y aplicación, es empleada por sectores de construcción tanto formal como informal, este último hace uso de unidades no aptas además de emplear materiales nada adecuados para la formación del mortero, elemento fundamental para el asentado en la albañilería, peor aún se designa el trabajo de hechura de muros de albañilería a personal de mano de obra no calificada.

En la ciudad de Arequipa sobre todo en zonas periféricas se realiza este trabajo informal, dando como resultado construcciones defectuosas, que tal vez al momento de ser hechas no ocasionen algún tipo de daño, pero a lo largo del tiempo y con más incidencia al registrarse algún movimiento sísmico es donde se expondrán los errores cometidos al momento de realizar la construcción de estos muros de albañilería, poniendo así en riesgo a los residentes o moradores ocasionales de estas pseudo edificaciones.

Por tal motivo nasce la necesidad de realizar un trabajo de investigación que nos muestre los intervalos en los que nos podemos mover como empleadores de esta técnica de construcción que es la albañilería, específicamente en el comportamiento que tendrán las pilas o prismas de albañilería al variar el grosor del mortero, problema que es bastante usual en el sector de construcción ya mencionado.

CAPÍTULO 1

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1. 1 Planteamientos de la investigación

1. 1. 1 Realidad problemática

El último censo realizado por el INEI (2017), ha mostrado que el departamento de Arequipa ha tenido un gran aumento de viviendas ocupadas, posicionada solo después del departamento de Madre de Dios, superando a los departamentos de Ica, Piura e incluso Lima, mostrando un crecimiento entre censos (2007 al 2017) de 33,2%.

Tabla N° 1: Perú: Viviendas particulares censadas con ocupantes presentes, según departamento, 2007

Departamento	Con ocupantes presentes		Incremento Intercensal 2007-2017			Tasa de crecimiento promedio anual (%)
	Censo 2007	Censo 2017	Intercensal	Promedio Anual	Var.Porc	
Total	6400131	7 698 900	1 298 769	129 877	20.3	1.9
Amazonas	89030	102 407	13 377	1 338	15.0	1.4
Ancash	248398	295 899	47 501	4 750	19.1	1.8
Apurímac	104787	120 548	15 761	1576	15.0	1.4
Arequipa	286 291	381 388	95 097	9 510	33.2	2.9
Ayacucho	158 261	173 344	15 083	1 508	9.5	0.9
Cajamarca	325399	376 223	50 824	5 082	15.6	1.5
Callao	198 682	244 820	46 138	4 614	23.2	2.1
Cusco	293 584	323 572	29 988	2 999	10.2	1.0
Huancavelica	111 275	102 996	- 8 279	-828	-7.4	-0.8
Huánuco	175 534	189 813	14 279	1 428	8.1	0.8
Ica	167 923	221 679	53 756	5 376	32	2.8
Junín	287 035	324 075	37 040	3 704	12.9	1.2
La Libertad	364 226	441 862	77 636	7 764	21.3	2
Lambayeque	241 271	289 969	48 698	4 870	20.2	1.9
Lima	1 921 949	2 418 047	496 098	49 610	25.8	2.3
Loreto	170 831	189 526	18 695	1 870	10.9	1.0
Madre de Dios	26 516	39 381	12 865	1 287	48.5	4.0
Moquegua	47 557	56 457	8 900	890	18.7	1.7
Pasco	64 782	63 938	-844	-84	-1.3	-0.1
Piura	372 187	469 272	97 085	9 709	26.1	2.3
Puno	353 838	386 671	32 833	3 283	9.3	0.9
San Martín	167 587	210 790	43 203	4 320	25.8	2.3
Tacna	80 251	97 545	17 294	1 729	21.5	2.0
Tumbes	48 638	60 902	12 264	1 226	25.2	2.3
Ucayali	94 299	117 776	23 477 2	2 348	24.9	2.2
Provincia de Lima 1/	1 718 091	2 175 200	457 109	45 711	26.6	2.4
Región Lima 2/	203 858	242 847	38 989	3 899	19.1	1.8

1/ Comprende los 43 distritos de la provincia de Lima.

2/ Comprende las provincias de Barranca, Cajatambo, Canta, Cañete, Huaral, Huarochirí, Huaura, Oyón y Yauyos

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda (2007 y 2017)

Un caso parecido se da para las viviendas con ocupantes ausentes en donde Arequipa se muestra tercera en el censo solo después de los departamentos de Moquegua y Madre de Dios, superando a Tacna, Tumbes y Piura, con un crecimiento de 10,3 % entre censos (2007 al 2017).

Tabla N° 2: Perú: Viviendas particulares censadas con ocupantes ausentes, según departamento, 2007 y 2017

Departamento	Censo 2007		Censo 2017		Incremento intercensal: 2007-2017		Tasa de crecimiento promedio anual (%)
	Con ocupantes ausentes	% del total de viviendas particulares censadas	Con ocupantes ausentes	% del total de viviendas particulares censadas	Intercensal	Promedio anual	
Total	430 062	6.0	793 216	8.6	363154	36315	6.3
Amazonas	6 363	6.0	9 667	7.7	3 304	330	4.3
Ancash	17 297	6.0	32 591	8.7	15 294	1529	6.5
Apurímac	11 852	9.1	16 612	10.2	4760	476	3.4
Arequipa	22 329	7.0	59 394	12.1	37065	3707	10.3
Ayacucho	23 084	11.6	34 984	14.3	11900	1190	4.2
Cajamarca	21 990	5.8	30.952	6.7	8962	896	3.5
Callao	7 192	3.5	11.229	4.3	4037	404	4.6
Cusco	23 523	7.0	43098	10.7	19575	1958	6.2
Huancavelica	14 312	10.2	18354	12.2	4042	404	2.5
Huánuco	16 443	7.9	23168	9.7	6725	673	3.5
Ica	15 300	8.3	26419	10.0	11119	1112	5.6
Junín	22 047	6.8	35539	8.9	13492	1349	4.9
La Libertad	16 582	4.2	36650	7.2	20068	2007	8.3
Lambayeque	8 951	3.5	21291	6.6	12340	1234	9.0
Lima	97 946	4.8	184526	6.7	86580	8658	6.5
Loreto	6 380	3.6	13328	6.5	6948	695	7.6
Madre de Dios	1 854	6.5	5037	10.6	3183	318	10.5
Moquegua	3 842	7.2	12067	16.1	8225	823	12.1
Pasco	5 507	7.5	11780	14.1	6273	627	7.9
Piura	11 402	2.9	27348	5.3	15946	1595	9.1
Puno	48 873	10.6	83559	15.1	34686	3469	5.5
San Martín	12 517	6.8	19474	8.1	6957	696	4.5
Tacna	8 088	8.4	20860	15.6	12772	1277	9.9
Tumbes	2 181	4.2	5390	7.8	3209	321	9.5
Ucayali	4 207	4.3	9899	7.5	5692	569	8.9
Provincia de Lima 1/	72 969	4.1	148361	6.1	75392	7539	7.4
Región Lima 2/	24 977	10.1	36165	11.1	11188	1119	3.8

1/ Comprende los 43 distritos de la provincia de Lima.

2/ Comprende las provincias de Barranca, Cajatambo, Canta, Cañete, Huaral, Huarochirí, Huaura, Oyón y Yauyos

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda (2007 y 2017)

Este censo también nos mostró que el material predominante de construcción en paredes de exterior es el ladrillo o bloque de cemento, siendo un total de 4 millones 298 mil 274 viviendas particulares para el año 2017 las cuales representan el 55.8% de las viviendas totales.

Tabla N° 3: Perú: Viviendas particulares con ocupantes presentes según material predominante en las paredes exteriores, 1993, 2007 y 2017

Material predominante en las paredes exteriores	Censo 1993	Censo 2007	Censo 2017	Variación intercensal (2007-2017)		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
				Absoluto	%		
Total	4 427 517	6 400 131	7698900	1 298 769	20.3	129877	1.9
Ladrillo o bloque de cemento	1 581 355	2 991 627	4298274	1 306 647	43.7	130665	3.7
Piedra o sillar con cal o cemento	54 247	33 939	43170	9 231	27.2	923	2.4
Adobe o tapia	1 917 885	2 229 715	2148494	- 81 221	-3.6	-8122	-0.4
Madera (pona,tornillo etc.)	310 379	617 742	727 778	110 036	17.8	11004	1.7
Quincha (caña con barro)	207 543	183 862	164 538	- 19 324	-10.5	-1932	-1.1
Piedra con barro	136 964	106 823	77 593	- 29 230	-27.4	-2923	-3.1
Triplay,calamina,estera y otro	219 144	236 423	239 053	2 630	1.1	263	0.1

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda (1993, 2007 y 2017)

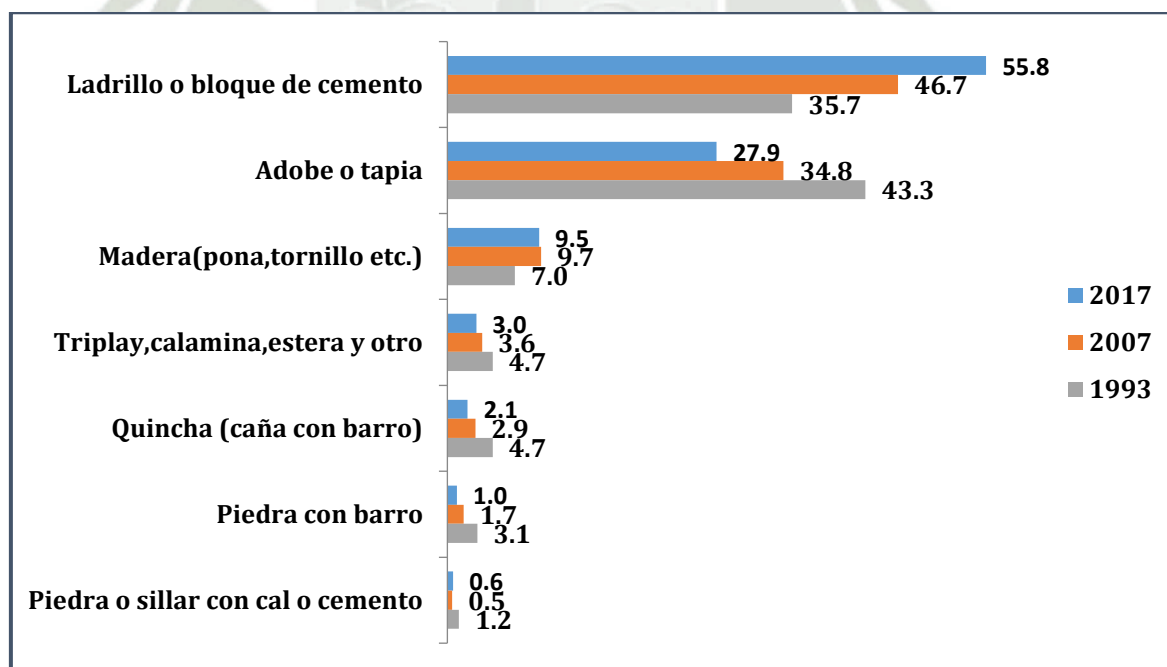


Gráfico N° 1: Perú: Viviendas particulares según material predominante en las paredes exteriores, 1993,2007 y 2017

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda (1993, 2007 y 2017)

Esto quiere decir que más de la mitad de la población utiliza para la construcción de sus viviendas ladrillo o bloque de cemento, se confirma así la importancia que ha tomado este material en todo el Perú.

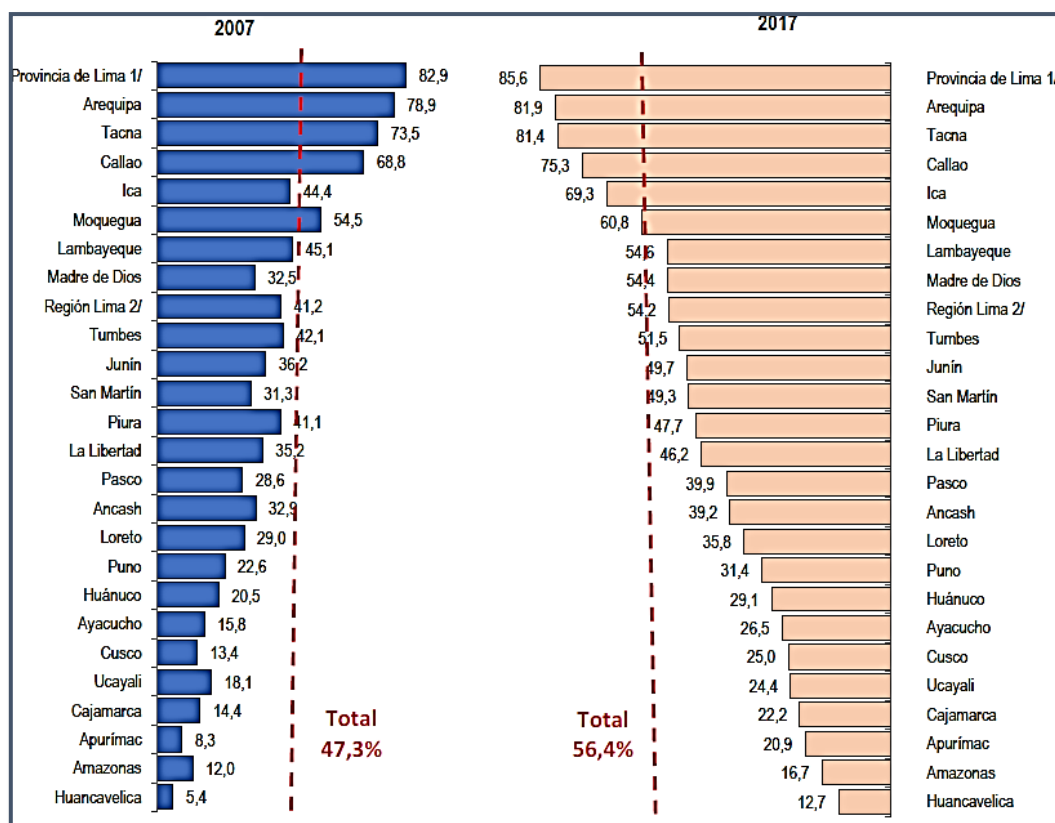
Específicamente el departamento de Arequipa aparece como la segunda región con un porcentaje de 81.9 % de viviendas que emplean ladrillo o bloque de cemento (para el año 2017) solo después de Lima y superando a Tacna y el Callao.

Tabla N° 4: Perú: Viviendas particulares con material noble predominante en las paredes exteriores, según departamento, 2007 y 2017

Departamento	Censo 2007		Censo 2017		Variación intercensal (2007-2017)		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
Total	3 025 566	47.3	4 341 444	56.4	1 315 878	43.5	131 588	3.7
Amazonas	10 671	12.0	17 144	16.7	6 473	60.7	647	4.9
Ancash	81 844	32.9	115 987	39.2	34 143	41.7	3414	3.5
Apurímac	8 695	8.3	25 224	20.9	16 529	190.1	1653	11.2
Arequipa	226 006	78.9	312 212	81.9	86 206	38.1	8621	3.3
Ayacucho	25 074	15.8	45 929	26.5	20855	83.2	2086	6.2
Cajamarca	46 967	14.4	83 632	22.2	36665	78.1	3667	5.9
Callao	136684	68.8	184 290	75.3	47606	34.8	4761	3.0
Cusco	39408	13.4	80 741	25.0	41333	104.9	4133	7.4
Huancavelica	6008	5.4	13 062	12.7	7054	117.4	705	8.1
Huánuco	36047	20.5	55 278	29.1	19231	53.3	1923	4.4
Ica	74488	44.4	153 558	69.3	79070	106.2	7907	7.5
Junín	104032	36.2	160 989	49.7	56957	54.7	5696	4.5
La Libertad	128302	35.2	203 977	46.2	75675	59.0	7568	4.7
Lambayeque	108742	45.1	158 432	54.6	49690	45.7	4969	3.8
Lima	1508286	78.5	1 993 059	82.4	484773	32.1	48477	2.8
Loreto	49520	29.0	67 872	35.8	18352	37.1	1835	3.2
Madre de Dios	8611	32.5	21 408	54.4	12797	148.6	1280	9.5
Moquegua	25941	54.5	34 306	60.8	8365	32.2	837	2.8
Pasco	18496	28.6	25 496	39.9	7000	37.8	700	3.3
Piura	152911	41.1	223 929	47.7	71018	46.4	7102	3.9
Puno	79798	22.6	121 470	31.4	41672	52.2	4167	4.3
San Martín	52526	31.3	103 957	49.3	51431	97.9	5143	7.1
Tacna	59012	73.5	79 388	81.4	20376	34.5	2038	3.0
Tumbes	20465	42.1	31 347	51.5	10882	53.2	1088	4.4
Ucayali	17032	18.1	28 757	24.4	11725	68.8	1173	5.4
Provincia de Lima 1/	1424280	82.9	1 861 339	85.6	437059	30.7	43706	2.7
Región Lima 2/	84006	41.2	131 720	54.2	47714	56.8	4771	4.6

Nota: Material noble comprende ladrillo o bloque de cemento y piedra o sillar con cal o cemento.1/ Comprende los 43 distritos de la provincia de Lima. 2/ Comprende las provincias de Barranca, Cajatambo, Canta, Cañete, Huaral, Huarochirí, Huaura, Oyón y Yauyos

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda (1993, 2007 y 2017)



Nota: Material noble comprende ladrillo o bloque de cemento y piedra o sillar con cal o cemento.

1/ Comprende los 43 distritos que conforman la Provincia de Lima.

2/ Comprende las provincias: Barranca, Cajatambo, Canta, Cañete, Huaral, Huarochirí, Huaura, Oyón y Yauyos.

Gráfico N° 2: Perú: viviendas particulares con material noble predominante en las paredes exteriores, según departamento, 2007 y 2017

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda (1993, 2007 y 2017)

Vemos pues como en la región de Arequipa predomina el ladrillo como material a ser utilizado para la construcción de viviendas, esto debido a que es un material accesible, de rápida producción, muy versátil, de bajo costo y alberga distintas ventajas como aislamiento térmica, sonora, resistencia al fuego y gran capacidad para soportar cargas, entre otras.

A pesar que el Ladrillo es un material muy popular, no todos los que construyen con este material tienen acceso a mano de obra calificada ni ha materiales o unidades de albañilería de buena calidad, haciendo precario el modo en el que se construye, especialmente en las zonas no centralizadas de la ciudad en donde existe mayor pobreza y falta de información al momento de edificar.

La NTP E – 0.70 nos dice que para el procedimiento de construcción de la albañilería se empleara mano de obra calificada además de supervisar el cumplimiento de algunas exigencias básicas, una de estas hace mención a la junta de mortero tanto vertical como horizontal para el asentado de las unidades de albañilería la cual debería ser no menos de 10 mm y no más de 15 mm.



Figura N° 1: Albañilería con junta de 1.5 cm de espesor

Fuente: Elaboración propia

Esta mano de obra no calificada que es común hoy en día hace caso omiso a esta exigencia básica, empleado morteros de distintos grosores desde 5 mm hasta 45 mm, trayendo como consecuencia errores estructurales que más adelante podrían representar grandes riesgos para los ocupantes de estas edificaciones deficientes.

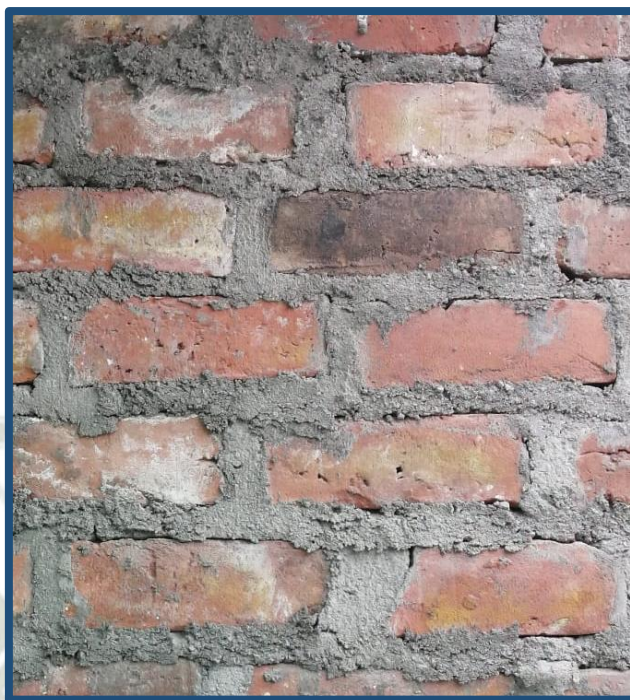


Figura N° 2: Albañilería con junta de espesor variable

Fuente: Elaboración propia

1. 1. 2 Formulación del problema

Con la investigación se busca la respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo influye el espesor de la junta de mortero en la resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería?
- ¿Cuál o cuáles de las combinaciones “espesor - dosificación” son los adecuados para la construcción de muros de albañilería?

1. 1. 3 Justificación

Justificación social:

La relevancia social de esta investigación ayuda a mitigar los problemas estructurales que se originan en ausencia de conocimientos constructivos, más aún cuando se hace empleo de la autoconstrucción donde no se tienen controles adecuados, ni parámetros específicos en cuanto a mampostería se refiere, es por esto que obteniendo valores específicos para el grosor de junta de mortero atenuara este problema que se sigue presentando en la actualidad.

Justificación Ambiental:

Los ensayos a realizarse no presentan en ninguna medida peligro alguno para la naturaleza, dicho de otro modo, no genera impacto ambiental, ya que los elementos a ser empleados son unidades de albañilería cocida elaborados con materiales inertes, así como el cemento y la arena gruesa, no se utilizó ningún tipo de aditivo de condición química o similar por lo que no existe peligro de contaminación alguno, es por esto que se opta por elaborar este trabajo de investigación.

Justificación Económica:

La viabilidad de los trabajos realizados en esta investigación está representada por un importe económico el cual ayuda a materializar los resultados a obtenerse, los cuales serán de conocimiento público, teniendo un alcance exponencial y de manera gratuita, por lo que en comparativa el beneficio es único y superior a la inversión realizada, ya que los resultados vertidos aquí se pueden usar o replicar en beneficio propio o del bienestar social.

Justificación Tecnológica:

Ya que la albañilería o mampostería es un procedimiento de construcción que se realiza mecánicamente y con materiales propios de cada región o localidad, es pertinente tener datos que nos ayuden a realizar ajustes tanto para logra un diseño estructural más cercano a la realidad como a lograr una mejora en las técnicas propias de asentado de muros de ladrillo de arcilla cocida, actualizando así las diferentes variables que intervienen en la albañilería.

Justificación Institucional:

Los aportes que se generen en esta investigación representan una gran ayuda para las siguientes investigaciones que se realicen en esta casa de estudios y en la localidad de Arequipa, ya que los elementos a ser estudiados como son los ladrillos de arcilla cocida, son de producción local, incluyendo los materiales a ser utilizados en el mortero, es por esto que el presente trabajo representa un antecedente a ser tomado en cuenta en posibles investigaciones de condiciones similares.

Justificación Ética:

La honestidad vertida en esta investigación está comprometida con la integridad científica que esta conlleva por lo que no existe intención de perjudicar a aquellos que quieran servirse de este trabajo, puesto que existe un sinceramiento franco en la obtención y procesamiento de datos, siendo así que los datos obtenidos no afectaran de manera alguna a los posibles receptores de dicha información.

Justificación teórica:

Actualmente la norma técnica E – 0.70 de albañilería (2006), no cuenta con algún tipo de registro o datos que nos ayuden a ver como varia la resistencia a la compresión de pilas o prismas de albañilería (f'm) según el grosor de la junta del mortero y según el tipo de dosificación que se emplee, siendo esta una de las exigencias que no se respetan en la construcción, se realizan juntas de morteros de grosores que no se recomiendan en la norma, teniendo un intervalo de grosores de 0.5 a 4.5 cm.

Justificación practica:

A través de esta investigación se obtendrán datos de los distintos grosores de junta de mortero empleados en la albañilería simple con unidades propias del departamento de Arequipa, ayudando a vislumbrar posibles efectos en la resistencia a la compresión axial de prismas (f'm) en el futuro con ayuda de las variables, grosor de junta de mortero y la dosificación del mortero.

1. 1. 4 Limitaciones

- **Del tamaño de la muestra:** la presente investigación solo tomó dos tipos de unidades de albañilería las sólidas industriales y artesanales propias del departamento de Arequipa, específicamente de las ladrilleras “El diamante” y “Asociación Virgen de Chapí” respectivamente, es por ello que no se pueden extender o generalizar los resultados obtenidos en esta investigación para otras unidades de albañilería.
- **De estudios previos de investigación:** existe poca documentación disponible y no actualizada sobre el tema de variación de espesor de junta de mortero en prismas de ladrillos de arcilla cocida, además de no tener trabajos

realizados con insumos locales o regionales, por lo que se dificulta la toma de referencias más adecuadas para un trabajo idóneo.

- **De los tipos de variaciones experimentales:** En esta investigación solo se tomaron como variables la dosificación cemento – arena específicamente (1:3) y (1:5) y solo 5 grosores de junta de mortero (0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 3.0 cm), además de los dos tipos de ladrillo sólido, artesanal e industrial, por lo que no se pueden extender los resultados obtenidos para otro tipo de dosificación u otro grosor de junta o de unidad de albañilería, más sin embargo sirven de apoyo para investigaciones futuras.
- **De la falta de datos disponibles:** Al haber trabajado con unidades de albañilería artesanales cuya hechura se hace de forma empírica, estas no poseen un control de calidad adecuado arrojando unidades deficientes por motivos no cuantitativos como son las proporciones en volúmenes de sus componentes, tiempo de cocción o secado irregular, etc. Deficiencias que no tienen registro y están ocultos en sí mismos, causando errores aberrantes o atípicos al momento de realizar ensayos con estas unidades de mampostería.

Todos los resultados aquí vertidos pueden representar un antecedente a tenerse en cuenta para realizar ajustes al diseño de un edificio en albañilería, y/o a tomar en cuenta en futuras investigaciones relacionadas a la resistencia a la compresión axial de pilas (f'm).

1. 2 Objetivo de la investigación

1. 2. 1 Objetivo general

Determinar las consecuencias que surgen al momento de variar el espesor de junta de mortero horizontales de una manera creciente, en la resistencia a la compresión axial de prismas o también llamadas pilas de albañilería constituidos por unidades solidas tanto artesanales como industriales con dos distintas dosificaciones de mortero cemento - arena.

1. 2. 2 Objetivos específicos

- Hacer el análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos (alabeo, absorción, succión, variación dimensional y resistencia a la compresión axial).
- Elaborar 160 prismas de albañilería de dos distintos tipos de unidades (artesanales de 8 x 13 x 22 cm e industriales de 10 x 14 x 24 cm) y con dos distintos tipos de dosificación de mortero cemento – arena (1:3) y (1:5)
- Realizar el ensayo a compresión axial de los dos distintos tipos de unidades de albañilería.
- Realizar el ensayo a compresión axial de los prismas de albañilería a los 14 y 28 días de edad.
- Hacer el análisis granulométrico de la arena gruesa, componente de los dos tipos de mortero a emplear en distinta proporción cemento arena (1:3) y (1:5).
- Elaborar y ensayar 12 cubos de mortero por cada tipo de dosificación de mortero cemento arena (1:3) y (1:5).
- Elaborar cuadros comparativos de los resultados obtenidos.

1. 3 Hipótesis

1. 3. 1 Formulación de la hipótesis

Es probable que la resistencia a la compresión axial (f'_m) de los prismas de albañilería de unidades artesanales e industriales se vea disminuida cuando se aumenta el espesor de las juntas de mortero.

a) Variable Independiente:

Espesor de la junta de mortero.

b) Variable Dependiente:

Resistencia a la compresión axial de los prismas de albañilería.

1. 3. 2 Operacionalización de las variables

Tabla N° 5: Operacionalización de las variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Independiente	Espesor de la junta de mortero	Material que se emplea para asentar las unidades de albañilería tanto horizontal como verticalmente	Espesor de junta de mortero	cm
Dependiente	Resistencia a la compresión axial de los prismas de albañilería.	Esfuerzo que soporta un material al ser sometido a una carga constante de aplastamiento	Resistencia a la compresión axial del prisma de albañilería.	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2. 1 Antecedentes

- En el trabajo realizado por Casati, Monteagudo, Gálvez y Al-Assadi el 2013 en Madrid, España, titulado “Influencia del espesor de la junta de mortero en muros de ladrillo sometidos a esfuerzos de compresión” se desarrolla un método no destructivo para analizar la relación que tiene el espesor de junta de mortero con los esfuerzos de compresión que ejercen las cargas uniaxiales a los que han sido sometidos los diferentes especímenes a ensayar.

Procedimiento:

Se ensayaron tres pilares por cada espesor cuyas dimensiones fueron de 235 x 235 x 800 mm y de igual manera tres muros por cada espesor de dimensiones de base de 0.75 x 1.15 m y una altura entre 650 y 830 mm, todos ellos con espesores de mortero de 5, 10 y 15 mm.

El ladrillo empleado fue macizo de dimensiones de 235 x 108 x 37 mm, con estos se realizaron tres probetas de 40 x 40 x 40 mm las cuales fueron sometidas a un ensayo a compresión axial cuya resistencia fue de 60 MPa.

Para el mortero se empleó cemento portland y arena silíceo con un tamaño máximo nominal de 1.5 mm, la relación que se usó agua – cemento fue de 0.5 mientras que la relación cemento – arena fue de 1:6, para medir a resistencia a la compresión del mortero se realizaron 3 probetas de dimensiones de 35 x 35 x 35 mm y cuyos resultados fueron de 22.9 MPa.

Para la fabricación de los pilares y muros se sumergieron los ladrillos en agua una hora antes para que el ladrillo no le cause una pérdida de agua al mortero, ya que esto puede causar una inadecuada adhesión en la unión ladrillo mortero, las caras superiores e inferiores de los muros y pilares se remataron con una capa de azufre de 20 mm.

Para ensayar los especímenes a compresión uniaxial se empleó una máquina servohidráulica de 2000 kN de capacidad, además para una correcta distribución de carga se empleó un tablero de aglomerado de madera de 1 cm de grosor el cual fue colocado entre la máquina y los pilares, para el caso de los muros se empleó una viga metálica HEB250, la carga que se aplicó fue en escalones de 150 kN. (Casati, 2013)

Resultados:

Los ensayos mostraron que a menor espesor de junta de mortero mayor será el valor de velocidad de pulso ultrasónico.

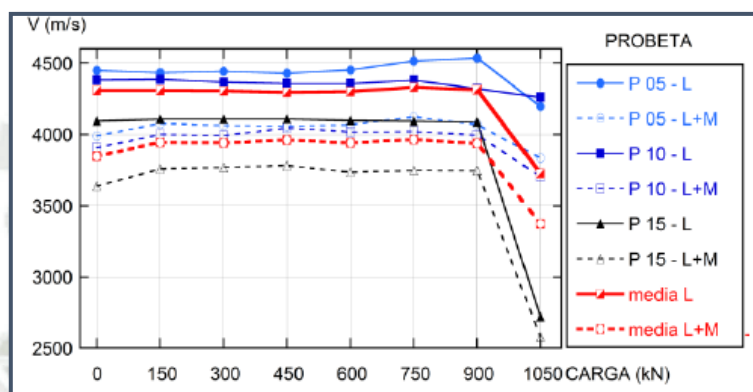


Figura N° 3: VPU en función de la carga en pilares

Fuente: "Influencia del espesor de la junta de mortero en muros de ladrillo sometidos a esfuerzos de compresión"- Casati, Monteagudo, Gálvez y Al-Assadi (2013)

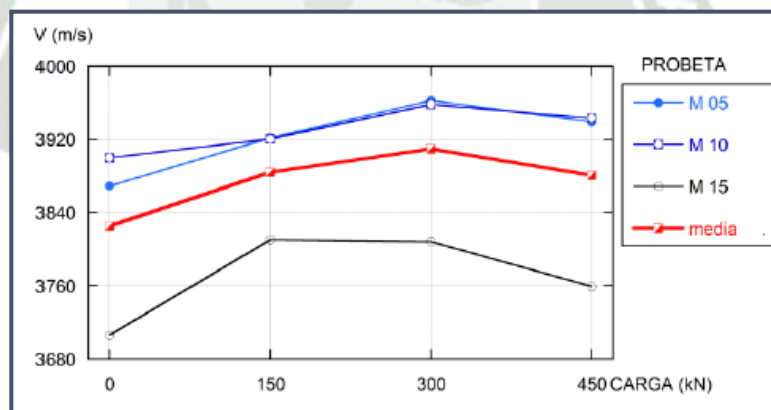


Figura N° 4: VPU en función de la carga en muros

Fuente: "Influencia del espesor de la junta de mortero en muros de ladrillo sometidos a esfuerzos de compresión"- Casati, Monteagudo, Gálvez y Al-Assadi (2013)

También se observó que al igual que la VPU la carga de rotura aumenta a medida que disminuye el espesor de junta de mortero.

Tabla N° 6: Tensión de rotura de las probetas ensayadas

Probeta	Junta (mm)	Tensión de rotura (MPa)	
		Individual	Media
Pilares	5	20.5	19.5
	10	19.1	
	15	19.0	
Muros	5	10.4	7.8
	10	7.7	
	15	5.3	

Fuente: “Influencia del espesor de la junta de mortero en muros de ladrillo sometidos a esfuerzos de compresión”- Casati, Monteagudo, Gálvez y Al-Assadi (2013)

Esto se observa especialmente en los muros a diferencia de los pilares en donde la variación entre cada espesor de junta de mortero no es mayor a 1 MPa.

- La investigación titulada “Efecto de cinco variables sobre la resistencia de la albañilería”, realizada por Ángel San Bartolomé y Mirlene Castro tiene como objetivo analizar la forma en que influye la resistencia a la compresión axial (f'_m) y diagonal (v'_m) en pilas y muretes variando estos cinco parámetros: cemento, arena, cal, espesor de junta y el tratamiento del ladrillo antes del asentado.

Para tal motivo se mantuvo constante la calidad de la unidad (ladrillo de arcilla), la mano de obra, la trabajabilidad del mortero, la edad a la cual se ensayaron los especímenes (28 días) y por último la técnica de ensayo.

El ladrillo que se utilizó fue macizo del tipo King Kong de 18 perforaciones de dimensiones de 23 x 12 x 9 cm, eliminando todas las unidades que presentaron algún tipo imperfección o deterioro y así evitar una mayor dispersión en los resultados.

Para la elaboración del mortero se utilizó dos tipos de arena, gruesa y fina, la única que paso los requerimientos de la Norma ASTM C144 fue la arena gruesa, los módulos de fineza que arrojaron fueron, para la gruesa: 3.05 y para la fina fue de 0.99.

Se elaboraron dos tipos de mortero uno con cal hidratada y otro sin cal, este último se hizo con una proporción cemento - arena 1:4 en volumen, la proporción utilizada por el mortero con cal fue de 1:1:4. El cemento utilizado también fue de dos tipos el Portland tipo I y el Pozolánico tipo IP. (San Bartolomé, 1994)

Para saber la resistencia a la compresión del mortero se realizaron 5 probetas cubicas de 5 cm de lado variando el cemento y la arena, se obtuvieron los siguientes resultados:

Mortero 1 (cemento Portland IP + arena gruesa)	=	153 kg/cm ²
Mortero 2 (cemento Pozolánico IP + arena gruesa)	=	108 kg/cm ²
Mortero 3 (cemento Portland IP + arena fina)	=	65 kg/cm ²
Mortero 4 (cemento Portland IP + cal + arena gruesa)	=	133 kg/cm ²
Mortero 5 (cemento Pozolánico IP + cal + arena fina)	=	137 kg/cm ²

Características de los especímenes:

Se elaboraron 7 diferentes tipos de pilas cinco por cada tipo de 5 hiladas cada uno.

El Tipo 1 fue tomado como patrón de referencia, para los Tipos 2, 3, 4, 5,6 se cambió uno de los parámetros y para el Tipo 7 se hizo una combinación de variantes.

Tipo 1 (Patrón): Cemento Portland Tipo I

Arena Gruesa

Mortero sin cal

Tratamiento de la unidad: Regado 24 horas antes del asentado.

Espesor de Juntas: 1 cm

Tipo 2: Se cambió el cemento Portland Tipo I por cemento Pozolánico IP.

Tipo 3: Se cambió la arena gruesa del mortero por arena fina.

Tipo 4: Se realizó la inmersión de la unidad un instante antes de asentarla.

Tipo 5: Se utilizó mortero con cal 1:1:4 (cemento- cal-arena gruesa).

Tipo 6: Se cambió el espesor de la junta de 1 a 2 cm.

Tipo 7: Combinación de Variables: Cemento Pozolánico IP.

Arena Fina

Mortero con cal (cemento: cal: arena fina)

Inmersión de la unidad un instante antes de asentarla; espesor de Juntas: 1 cm

Resultados de los ensayos:

La resistencia a la compresión axial (f'_m) obtenida muestra que el Tipo 1: Patrón obtuvo la mayor resistencia, mientras que las demás están por debajo de esta, además se visualiza una resistencia baja para el Tipo 6 en donde se aumentó la junta de mortero a 2 cm, demostrando que a mayor sea el espesor de junta de mortero en pilas o prismas de albañilería menor será la resistencia a la compresión axial.

Tabla N° 7: Resistencia a compresión f'_m y Modulo de Elasticidad E_a

Tipo de Espécimen	f'_m kg/cm ²	α	Cv (%)	E_a kg/cm ²
Tipo 1: Patrón	150	1.00	3.5	99644
Tipo 2: Cemento Puzolánico	114	0.76	5.4	88032
Tipo 3: Arena fina	105	0.70	6.0	82268
Tipo 4: Tratamiento de la unidad	114	0.76	5.0	88236
Tipo 5: Mortero con cal	128	0.85	8.0	94752
Tipo 6: Junta = 2 cm	98	0.65	13.3	79216
Tipo 7 : Mixto	69	0.46	29.3	65755

Fuente: “Efecto de cinco variables sobre la resistencia de la albañilería” - Ángel San Bartolomé y Mirlene Castro (1994)

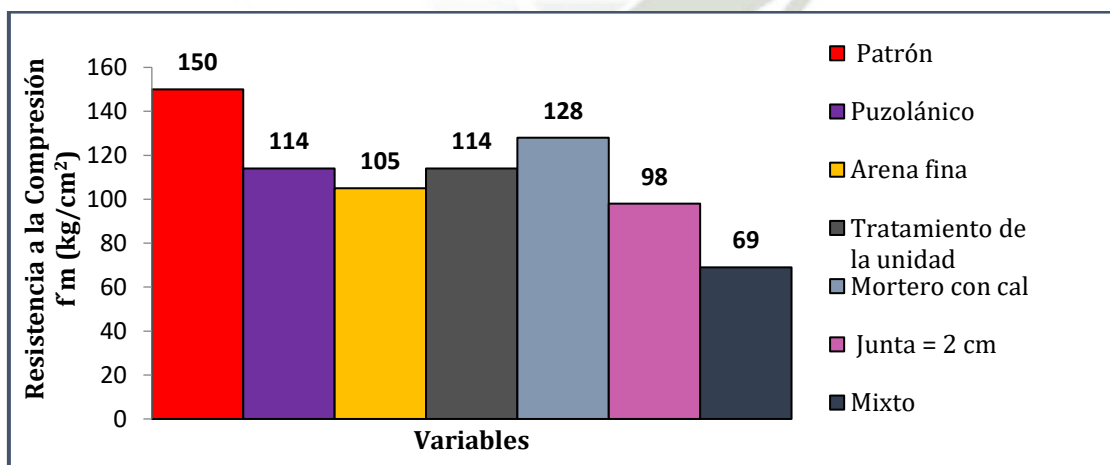


Gráfico N° 3: Resistencia a la Compresión vs Variable

Fuente: “Efecto de cinco variables sobre la resistencia de la albañilería” - Ángel San Bartolomé y Mirlene Castro (1994)

Se consideró como aceptable una diferencia de hasta 25 % respecto al Tipo Patrón

Tabla N° 8: Diferencia respecto al Patrón y su Calificación

TIPO DE ESPÉCIMEN	f'_m kg/cm ²	DIFERENCIA RESPECTO AL PATRÓN	CALIFICACIÓN
Tipo 1: Patrón	150	0	OK
Tipo 2: Cemento Pozolánico	114	24	ACEPTABLE
Tipo 3: Arena fina	105	30	INACEPTABLE
Tipo 4: Tratamiento de la unidad	114	24	ACEPTABLE
Tipo 5: Mortero con cal	128	14	ACEPTABLE
Tipo 6: Junta = 2 cm	98	36	INACEPTABLE
Tipo 7 : Mixto	69	54	INACEPTABLE

Fuente: “Efecto de cinco variables sobre la resistencia de la albañilería” - Ángel San Bartolomé y Mirlene Castro (1994)

- El estudio realizado por Santos Salomón, Chura Flores titulado “Estudio del espesor del mortero en muros de albañilería de arcilla cocida” tiene por objetivo determinar la influencia del espesor de mortero en las propiedades de resistencia del muro de albañilería, especialmente en la resistencia a la compresión axial de pilas y muretes. Los ladrillos utilizados para la elaboración de las pilas fueron de dos tipos ambos de arcilla cocida procedentes de la zona de huachipa, el primero fue un ladrillo industrial King Kong de dimensiones de 9 x 13.5 x 24 perforado de 18 huecos, el segundo fue un ladrillo King Kong macizo artesanal de dimensiones de 8.5 x 12.5 x 21. Los ensayos a los que fueron sometidos estas unidades arrojaron los siguientes resultados, para el ladrillo King Kong macizo industrial de 18 huecos se obtuvo una variación porcentual máxima en dimensión de -3.3%, un alabeo máximo de 4 mm, un f'_m respecto al área bruta de 114.8 kg/cm² y de 160.8 con respecto al área neta esta unidad correspondería al tipo V según la ITINTEC 331.018 clasificando al ladrillo como resistente y de una alta durabilidad apto para construcciones en condiciones de servicio rigurosas. Para el ladrillo King Kong macizo artesanal se obtuvo una % de variación máxima en dimensión de +4.7%, un alabeo máximo de 8 mm, un f'_m de 71.13 kg/cm², esta unidad correspondería al tipo II según la ITINTEC 331.018 clasificando al ladrillo como poco

resistente de baja durabilidad apto para construcciones en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

La arena empleada para la elaboración del mortero procedente de la molina arrojó los siguientes resultados, un módulo de fineza de 2.46 el cual se encuentra entre 1.6 y 2.5 de acuerdo a la norma E - 0.70, un contenido de humedad de 2.1%, el peso unitario suelto fue de 1561.3 kg/m³, mientras que el peso unitario compactado fue de 1801.1 kg/m³, peso específico de la arena 2.54 g/cm³.

El mortero tubo una proporción de cemento – arena de 1:4, con una relación agua cemento de 1.25 aproximadamente ya que esta relación da una buena trabajabilidad, la resistencia a la compresión axial de las probetas cubicas de mortero ensayadas a los 28 días fue de 127 kg/cm².

Resultados de los ensayos.

Se observó que las pilas elaboradas con ladrillo macizo King Kong perforado con 18 huecos obtuvo mejores resultados en los ensayos de compresión axial debido a que estas unidades presentan mayor resistencia y son de mejor calidad que las unidades artesanales.

Respecto al espesor de la junta de mortero, al aumentar el grosor disminuye la resistencia a la compresión axial en pilas (f'm) tanto para las pilas elaboradas con ladrillo macizo industrial King Kong como para las elaboradas con ladrillo macizo King Kong artesanal. (Santos Salomón, 1994)

Tabla N° 9: Resistencia a la Compresión Axial (kg/cm²)

ESPESOR DEL MORTERO EN LAS JUNTAS (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL f'm (kg/cm ²)			
	LADRILLO KING KONG PERFORADO 18 HUECOS 9 X 13.4 X 24		LADRILLO KING KONG MACIZO 8.5 X 12.5 X 21	
	f'm	%	f'm	%
0.5	61.7	97.3	47.9	96.2
1.0	63.4	100.0	49.8	100.0
1.5	62.3	98.3	--	--
2.0	50.5	79.7	39.1	78.5
3.0	40.2	63.4	35.4	71.1

Fuente: “Estudio del espesor del mortero en muros de albañilería de arcilla cocida” - Santos Salomón, Chura Flores (1994)

Se puede afirmar entonces que tanto para el ladrillo artesanal como industrial se obtendrá los valores máximos a la resistencia a la compresión axial cuando el espesor del mortero este entre los valores 0.5 y 1.5 cm, mientras que si este es superior a 1.5 cm disminuirá la resistencia a la compresión axial.

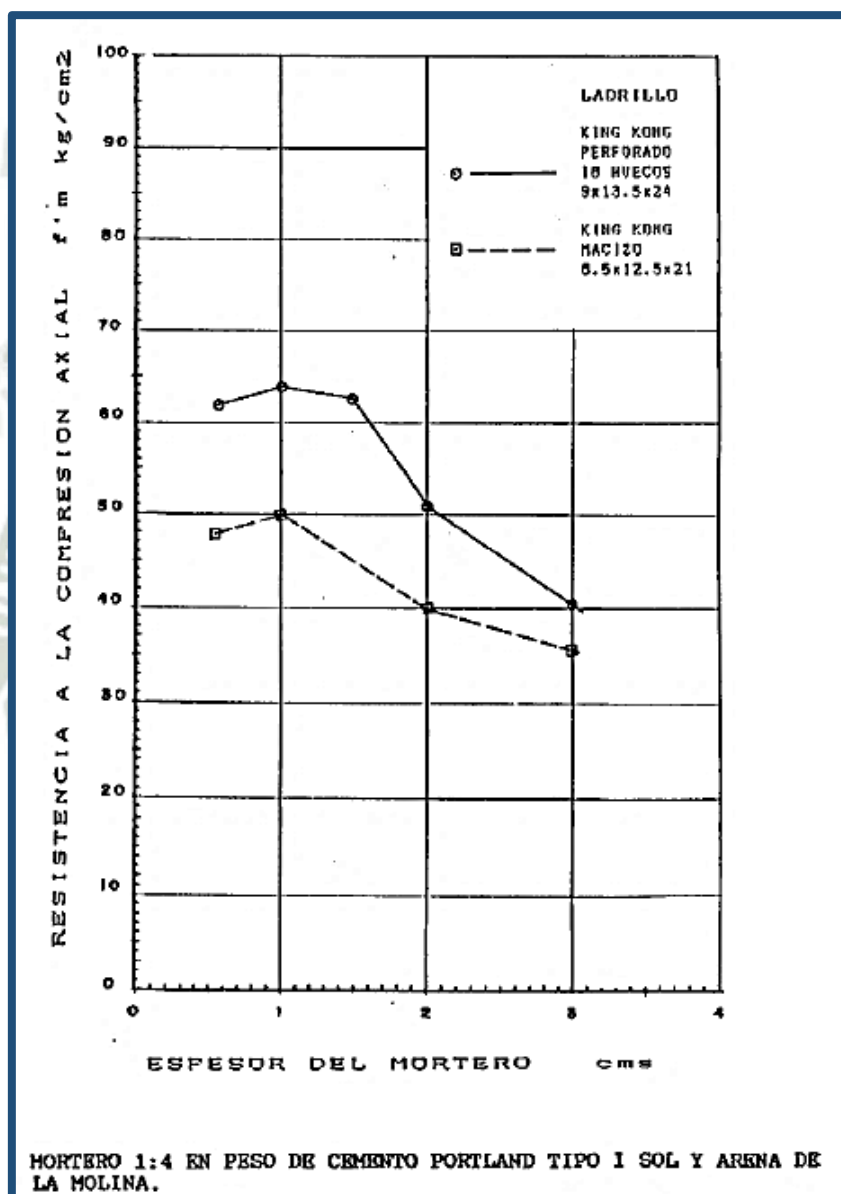


Gráfico N° 4: Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas

Fuente: “Estudio del espesor del mortero en muros de albañilería de arcilla cocida” - Santos Salomón, Chura Flores

2. 2 Bases teóricas

2. 2. 1 Aspectos generales

2. 2. 1. 1. Características básicas

La albañilería está integrada por unidades que se pueden o no asentar con mortero, en consecuencia, esta es un material estructural compuesto cuyas unidades pueden estar débilmente adosadas o pegadas, esta particularidad está registrada y confirmada por diferentes ensayos y además por múltiples experiencias, esto hizo que se pueda afirmar que la albañilería es un material heterogéneo y anisotrópico, que por naturaleza posee una elevada resistencia a la compresión gracias casi en su totalidad a la propia resistencia de la unidad de albañilería o también llamado ladrillo o bloque, teniendo un comportamiento contrario para la resistencia a la tracción siendo esta muy reducida regida principalmente por la adhesión que se da entre la unidad y el mortero.

Algunas veces sucede que la resistencia a la tracción que se da entre la unión mortero – unidad es mayor a la propia resistencia que ofrece la unidad, para fines prácticos se asumirá que este tipo de resistencia es baja.

Estas características señaladas de heterogeneidad y anisotropía se aplican también para aquellas unidades huecas que se unen o no con mortero y que se rellenan con concreto líquido (Gallegos & Casabonne, 2005).

a) Heterogeneidad:

La albañilería o mampostería está compuesta por el mortero o argamasa y la unidad o mampuesto cuya disposición y trabazón que se le da hace que las distintas resistencias a tracción que se dan ya sea la del mortero, la de la unidad o la de la unión mortero – unidad tengan diferente magnitud. (Colacce et.al., 2005)

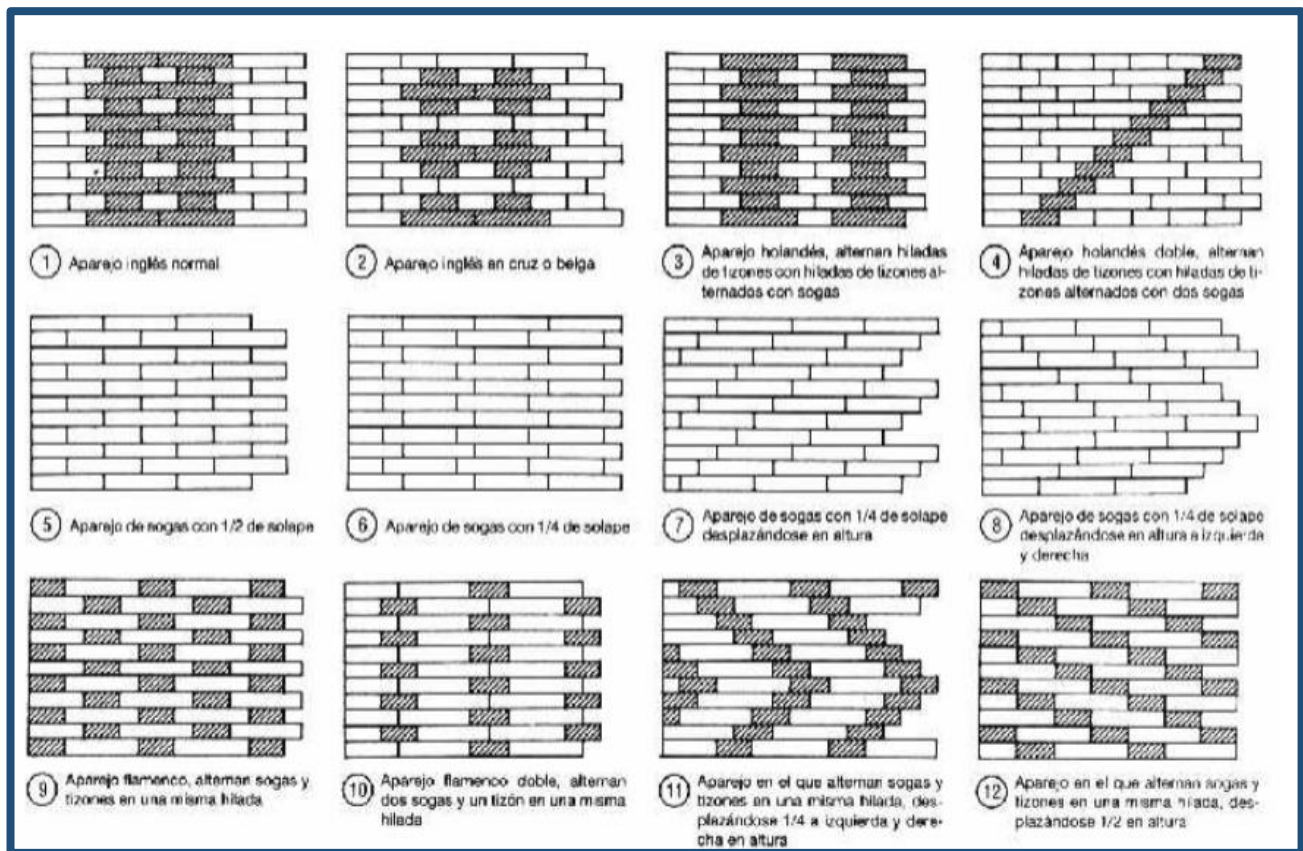


Figura N° 5: Tipos de arreglos en albañilería

Fuente: Conceptos Generales Albañilería, www.docplayer.es/72049899-Albanileria-conceptos-generales.html

b) Anisotropía:

Según la dirección de las cargas que se le apliquen a este material heterogéneo que es la albañilería, tendrá un comportamiento diferente para cada solicitud de carga, esto quiere decir que no es igual la resistencia que ofrece la mampostería si se aplica una carga perpendicular a la base o si es paralela a esta. (Colacce et.al., 2005)

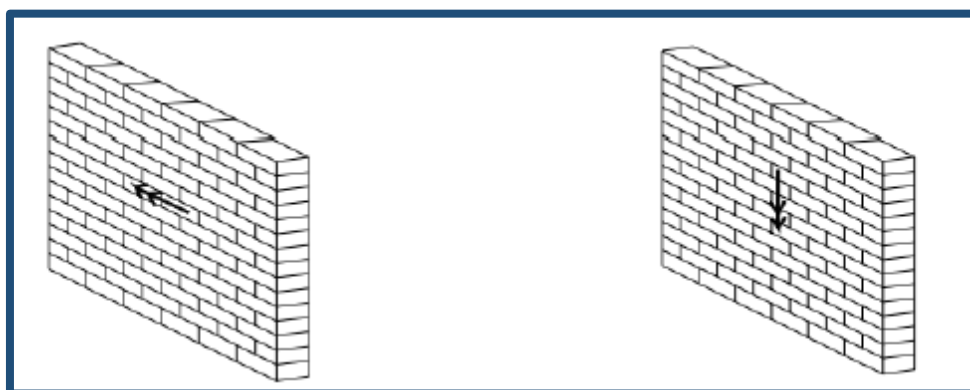


Figura N° 6: Momento paralelo y perpendicular a la junta

Fuentes: Colacce et.al., 2005

c) Resistencia a la compresión y resistencia a la tracción:

La albañilería presenta una elevada resistencia a compresión por lo que su comportamiento ante cargas verticales perpendiculares a su base de asiento o a cargas horizontales paralelas a su base de asiento es muy bueno, por otra parte, no soporta fuerzas a tracción por lo que su resistencia a esta será baja, es por ello que se debe aprovechar de la mejor manera su resistencia a compresión. (Colacce et.al., 2005)

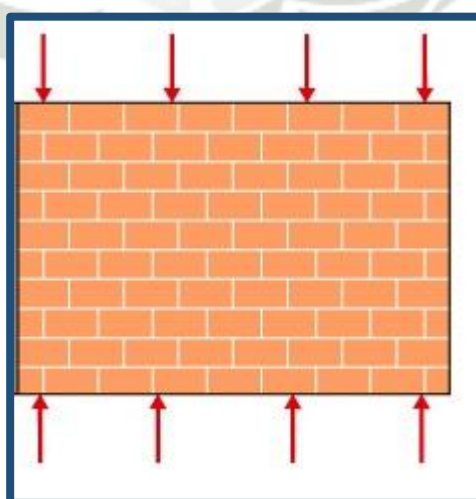


Figura N° 7: Fuerza de compresión perpendicular a la junta horizontal

Fuente: Elaboración propia.

2. 2. 1. 2. Adaptabilidad tecnológica

La albañilería es un material que a diferencia del acero o concreto es difícilmente adaptable de país a país ya que este tiene significativas diferencias, su componente el ladrillo puede variar según el tipo de arcilla con la que se elabora, más aún se diferencia en las distintas técnicas constructivas que en la mayoría de veces viene de muchos años atrás, lo mismo pasaría con las configuraciones estructurales que se le da que son propias de cada país, todo esto en conjunto hace que la albañilería tenga que ser estudiada localmente y desarrollarse en el mismo lugar, se debe rescatar que investigaciones foráneas sirven de apoyo para las futuras investigaciones locales, sin embargo todos los ensayos que competen respecto a definición de propiedades, la elección de la mejor técnica de construcción, los criterios para precisar un sistema estructural adecuado, en consecuencia de lo anterior la norma y el reglamento, deben desarrollarse localmente. (Gallegos & Casabonne, 2005)

2. 2. 1. 3. Variabilidad

La dispersión de valores que existe en la albañilería depende de muchos factores ya sean componentes como la arcilla o arena del mortero, o algún tipo de proceso requerido para su elaboración, esto hace que los ensayos realizados en las unidades producidas reflejen valores diversos siendo uno de los materiales con una gran dispersión. (Gallegos & Casabonne, 2005)

Tabla N° 10: Coeficiente de variación representativa de materiales de ingeniería

Material	Comentario	Coeficiente de variación (%)
Acero estructural	Se refiere al material industrial	1
Concreto	Medido en ensayos de testigos	
	a) Obra muy controlada	8
	b) Obra sin control	25
Unidades de albañilería	Resistencia	
	a) Artesanales	25
	b) Industriales	8
	Dimensiones: largo	
	a) Artesanales	5
	b) Industriales	1
	Dimensiones: alto	
	a) Artesanales	8
	b) Industriales	3
Mortero	Adhesión	25
Concreto líquido	Resistencia a la compresión	8
Albañilería	Medida en ensayos de compresión en primas	
	a) Obras muy controladas	15
	b) Obras sin control	30

Fuente: Gallegos & Casabonne (2005)

2. 2. 1. 4. Durabilidad y mantenimiento

Las obras realizadas con albañilería también necesitan una revisión periódica de daños para ayudar a detectar y en consecuencia a reparar los agrietamientos o la destrucción parcial de las unidades o del mortero, esto será indispensable para evitar las pérdidas que por el grado de deterioro podrían llegar a ser irreparables y que muchas veces llegan a transformarse en una pérdida total. Las edificaciones que están diseñadas de manera correcta y que son afectadas por sismos deben ser reparadas de modo tal que recuperen su estado estructural inicial y no solo esconder o maquillar las grietas o fracturas. (Gallegos & Casabonne, 2005)



Figura N° 8: Albañilería de unidades de arcilla, destrucción por la acción combinada de sulfatos y humedad

Fuente: Gallegos & Casabonne, 2005

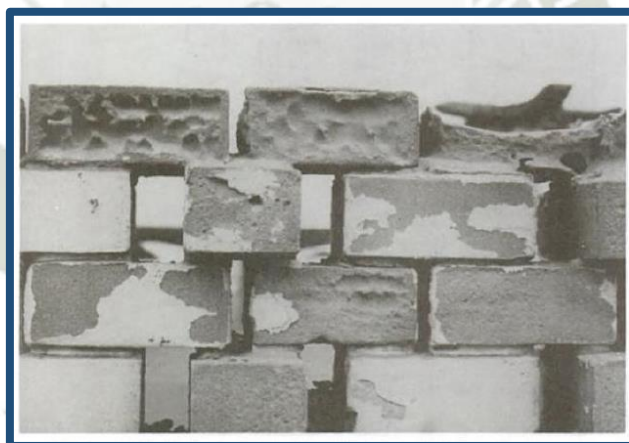


Figura N° 9: Albañilería de unidades silico-calcareas. Daños severos ocasionados por la acción erosiva del viento marino

Fuente: Gallegos & Casabonne, 2005

2. 2. 2 Elementos de la albañilería simple

2. 2. 2. 1. Unidad de albañilería

Todas las unidades que se utilizan en la construcción son básicamente tres diferenciadas por el material con el que están hechas, se tiene las de arcilla o cerámicas, las de arena y cal o sílico-calcareas y las de concreto, estas tomaran

diferentes nombres según el tamaño que tengan, si la unidad se puede manipular y asentar con una sola mano se le denominara como ladrillo, en cambio sí para su manipulación y/o asentado se utiliza ambas manos se le llamara bloque.

Las unidades de albañilería las podemos clasificar según el porcentaje de huecos (alveolos o perforaciones) que estas tengan en la cara de asiento y según la disposición que estas tengan, de esta manera tenemos (San Bartolomé, 1994):

a) Unidades solidas o macizas:

Son unidades de albañilería empleadas para la construcción de muros portantes, estas se identifican debido a que no tienen huecos o perforaciones, sin embargo, también se puede llamar unidades solidas o macizas a aquellas que poseen un área no mayor al 25 % de área de sección bruta en perforaciones, huecos o alveolos perpendiculares a su superficie de asiento. Estudios de excepción han demostrado que si se emplea unidades hasta con un 33% de huecos o perforaciones su comportamiento se tornara frágil. (San Bartolomé, 1994)



Figura N° 10: Unidad solida

Fuente: Ladrillera El Diamante

b) Unidades huecas:

Son unidades de albañilería en donde el área neta en su cara de asiento es menor al 75 % del área bruta. Los bloques de concreto vibrado entrarían en esta clasificación (San Bartolomé, 1994).



Figura N° 11: Unidad Hueca

Fuente: Ladrillera El Diamante

c) Unidades tubulares:

Son unidades de albañilería en donde sus huecos, perforaciones o alveolos están dispuestos de forma paralela a su superficie de asiento. El ladrillo pandereta usado en tabiquería entra en esta clasificación (San Bartolomé, 1994).



Figura N° 12: Unidad Tubular

Fuente: Ladrillera El Diamante

d) Unidad apilable:

Es aquella unidad de albañilería que posee alveolos y además no necesita de mortero para ser apilada (Norma E.070, 2006).



Figura N° 13: Unidad Apilable

Fuente: Paviges - pavimentos del Genil, S.A

- Clasificación del ladrillo según fines estructurales

Los ladrillos se pueden clasificar según fines estructurales en cinco tipos los cuales tienen una resistencia característica a compresión que va desde los 50 kg/cm² hasta los 180 kg/cm² (Norma E.070, 2006).

Tabla N° 11: Clasificación de la unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (Máxima en porcentaje)			ALAVEO (Máximo en mm)	RESITENCIA A LA COMPRESIÓN f'_b Mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Hasta 150 mm		
Ladrillo I	±8	±6	±4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	17,6 (180)
Bloque P (1)	±4	±3	±2	4	4,9 (50)
Bloque NP (2)	±7	±6	±4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes.

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes.

Fuente: NTP E.070 (2006)

De acuerdo a la norma técnica peruana 331.017 los ladrillos se clasifican en:

Tipo I.- ladrillos que poseen una resistencia y durabilidad muy baja. Ideales para construcciones de albañilería que requieran condiciones de servicio con exigencias mínimas.

Tipo II.- ladrillos de una resistencia y una durabilidad bajas son empleados para construcciones de albañilería que requieran condiciones de servicio moderadas.

Tipo III.- ladrillos de resistencia y durabilidad media apto para construcciones de albañilería de uso general.

Tipo IV.- ladrillos de resistencia y durabilidad altas utilizados en construcciones de albañilería que requieran condiciones de servicio rigurosas.

Tipo V.- ladrillos de resistencia y durabilidad muy altas aptos para construcciones de albañilería que requieran condiciones de servicio altamente rigurosas (NTP 331.017, 2003).

2. 2. 2. 2. Mortero

El mortero es una mezcla compuesta de aglomerante y agregado, básicamente se compone de cemento portland tipo I, cal hidratada normalizada que puede estar presente o no, arena gruesa y agua, el cemento y la cal hidratada cumplirán la función del aglomerante mientras que la arena es un agregado inerte.

La función que cumple el mortero en la albañilería es fijar o adherir las unidades entre si corrigiendo las irregularidades que estas mismas poseen, además de sellar las juntas evitando la penetración de aire y de humedad.

El cemento proporciona la resistencia deseada a la mezcla, la cal evita que el agua se evapore de manera rápida, la arena en cambio proporciona estabilidad en la mezcla además de atenuar la contracción que se produce por el secado, por último, el agua proporciona la trabajabilidad a la mezcla además de hidratar el cemento. (San Bartolomé, 1994)

Según la NTP E.0.70, 2006, las proporciones volumétricas en estado suelto que debe tener el mortero son las siguientes:

Tabla N° 12: Tipos de Morteros

COMPONENTES				USO
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a $\frac{1}{4}$	3 a 3 $\frac{1}{2}$	Muros Portantes
P2	1	0 a $\frac{1}{2}$	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-----	Hasta 6	Muros no Portantes

Fuente: NTP E.070 (2006)

La norma además menciona que la arena a emplear será gruesa libre de material orgánico y de sales, con las siguientes características mostradas en la siguiente tabla.

Tabla N° 13: Granulometría de la Arena Gruesa

Mallas ASTM	% que Pasa
N° 4 (4.75 mm)	100
N° 8 (2.36 mm)	95 a 100
N°16 (1.18 mm)	70 a 100
N° 30 (0.60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 100 (0.15 mm)	2 a 15
N° 200 (0.075 mm)	Menos de 2

Fuente: NTP E.070 (2006)

Además, se debe cumplir las siguientes características respecto a la arena gruesa y su mezcla:

- No debe quedar retenido más del 50 % de la muestra en dos tamices seguidos.
- No se debe emplear arena de mar.
- El agua debe ser potable, libre de algún otro tipo de sustancia.

2. 2. 3 Propiedades de la albañilería

2. 2. 3. 1. Propiedades de la unidad de albañilería

a. Resistencia a la compresión

La propiedad principal de la albañilería es la resistencia a la compresión, cuando esta indica valores altos es reflejo de la buena calidad para fines estructurales o de duración en el tiempo que poseen las unidades de albañilería por el contrario si esta muestra valores bajos correspondería a unidades de poca resistencia y durabilidad, sin embargo, obtener o medir los datos de resistencia a la compresión de manera adecuada se convierte en una tarea complicada debido a que las unidades varían en cuanto a forma y dimensión, principalmente en altura, esto impide relacionar los resultados del ensayo de resistencia a la compresión con la verdadera resistencia que provee la masa que compone el testigo, así, el efecto que ocasiona la forma y la esbeltez y además la restricción de los cabezales de la máquina a compresión modificarían el estado de los esfuerzos de la unidad.

En conclusión, la resistencia a la compresión que se mide en la actualidad en un ensayo estándar es función de la propia resistencia de la masa, además de la altura y forma del testigo, en consecuencia, los resultados obtenidos son un indicador genérico del comportamiento estructural de aquellas unidades que integran la albañilería y que están asentadas con mortero o llenas de concreto líquido.

Parte del ensayo a compresión, permite cuando es posible y gracias a una maquina adicional, medir la deformación del testigo ante la aplicación de cargas controladas, con ellos se obtendrán curvas completas de esfuerzo – deformación unitaria (Gallegos & Casabonne, 2005).

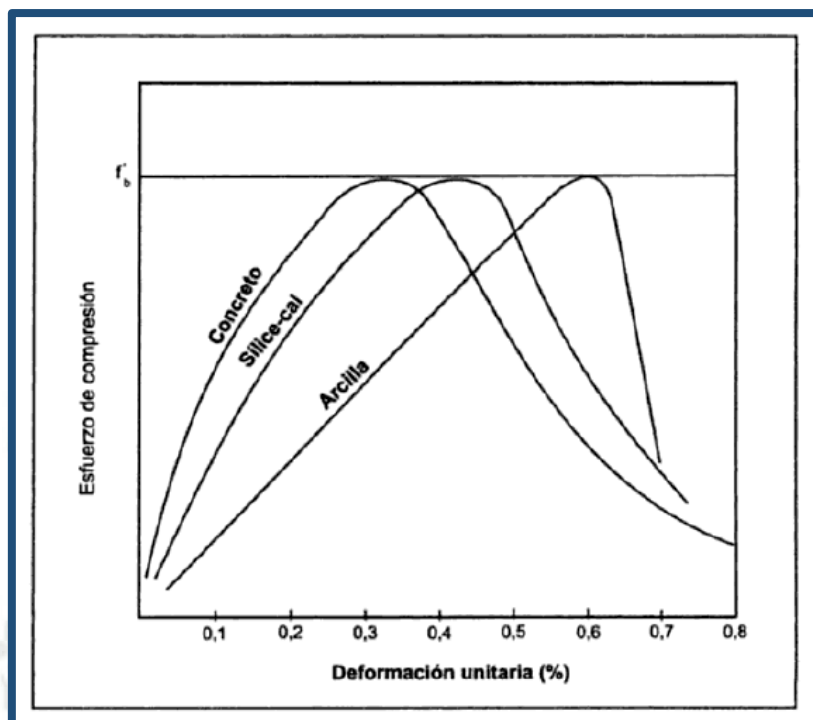


Figura N° 14: Curvas normalizadas esfuerzo de compresión (f'_c) vs deformación unitaria de unidades ensayadas en compresión

Fuente: Gallegos & Casabonne, 2005

b. Variabilidad dimensional

Esta propiedad nos ayuda a definir la altura que tendrán las hiladas, ya que esta es la dimensión que presentan mayores variaciones, este cambio de espesor de junta hace que la albañilería tenga una menor resistencia a compresión (Gallegos & Casabonne, 2005).

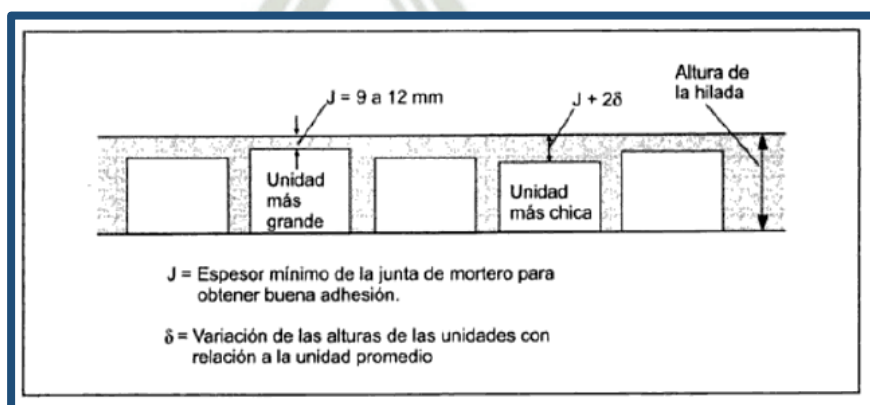


Figura N° 15: Determinación de la altura de la hilada

Fuente: Gallegos & Casabonne, 2005

c. Alabeo

Se produce algo similar a la variación de dimensiones, ya que el alábelo (concavidad o convexidad) que posee el ladrillo hace que el espesor de la junta sea mayor a causa de esas irregularidades, además puede producir que el área de contacto se reduzca al formarse vacíos en las zonas alabeadas, también puede producir fallas de tracción por la flexión que ejerce el peso de las hiladas superiores en la unidad inferior. (Gallegos & Casabonne, 2005)

d. Succión

Es la característica fundamental para definir la relación que hay en la interface de contacto entre el mortero y la unidad, por ende, la resistencia a la tracción de la albañilería. Aquellas unidades que tienen una succión excesiva de agua al momento del asentado, harán que el mortero debido a la pérdida rápida de agua se deforme y endurezca, lo cual impedirá un buen contacto con la cara de la unidad próxima, esto se traduce en una adhesión incompleta dejando uniones con baja resistencia y permeables al agua. (Gallegos & Casabonne, 2005)

e. Absorción

Esta prueba tiene por objetivo indicar en términos simple cuánta agua es capaz de absorber una unidad de albañilería en un tiempo de 24 horas, es decir la capacidad de absorción de un ladrillo, para esto el ensayo se basa en sumergir totalmente las unidades en el tiempo ya mencionado y se calcula el porcentaje de absorción o avidez de agua por diferencia de pesos de las unidades entre el seco y el saturado. (NTP 399.613)

f. Área de vacíos en unidades perforadas

El porcentaje de área de vacíos que contiene una unidad de albañilería nos ayudara a identificarla como maciza o hueca, esto con fines limitantes de su uso, ya que las dos no poseen la misma resistencia a la compresión por ende su uso se restringe a ciertos parámetros. (Norma E.070, 2006)

g. Durabilidad

Uno de los principales aspectos de la durabilidad hace referencia al intemperismo. El efecto que tiene la exposición de las unidades de albañilería a la intemperie es dependiente del índice de intemperismo el cual será equivalente al producto del promedio anual de precipitación invernal. Una de las maneras más adecuadas de medir la durabilidad ante el golpe del intemperismo severo es someter a las unidades de albañilería a ciclos de hielo y deshielo alternados. (Gallegos & Casabonne, 2005)

2. 2. 3. 2. Propiedades de la albañilería simple

a. Resistencia a la compresión.

✓ Mecanismo de falla

En la albañilería actual, usualmente se observa que las unidades son más resistentes y rígidas que el mortero, esto nos lleva a deducir que el agrietamiento vertical que aparece en los ladrillos se ve relacionado con la deformación lateral que sufre el mortero. (Gallegos & Casabonne, 2005)

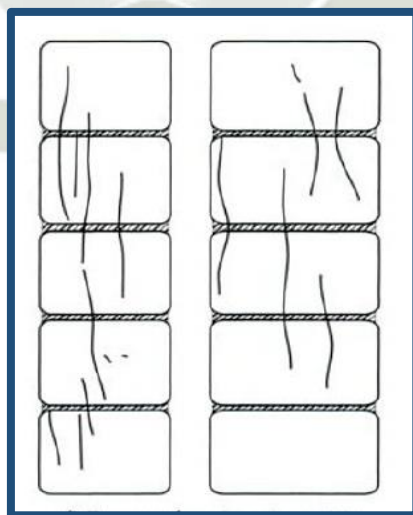


Figura N° 16: Esquema de agrietamiento típico

Fuente: Gallegos & Casabonne, 2005

Este fenómeno se debe principalmente a que la expansión lateral libre será mucho mayor en el mortero que en el ladrillo, en cambio en un prisma o muro de albañilería se deforman lo mismo debido a la fricción que existe entre ellos. En resumen, el mortero en un prisma estará sometido a fuerzas de compresión triaxiales, por otro lado, el ladrillo estará sometido a compresión uniaxial y tracción biaxial. (Gallegos & Casabonne, 2005)

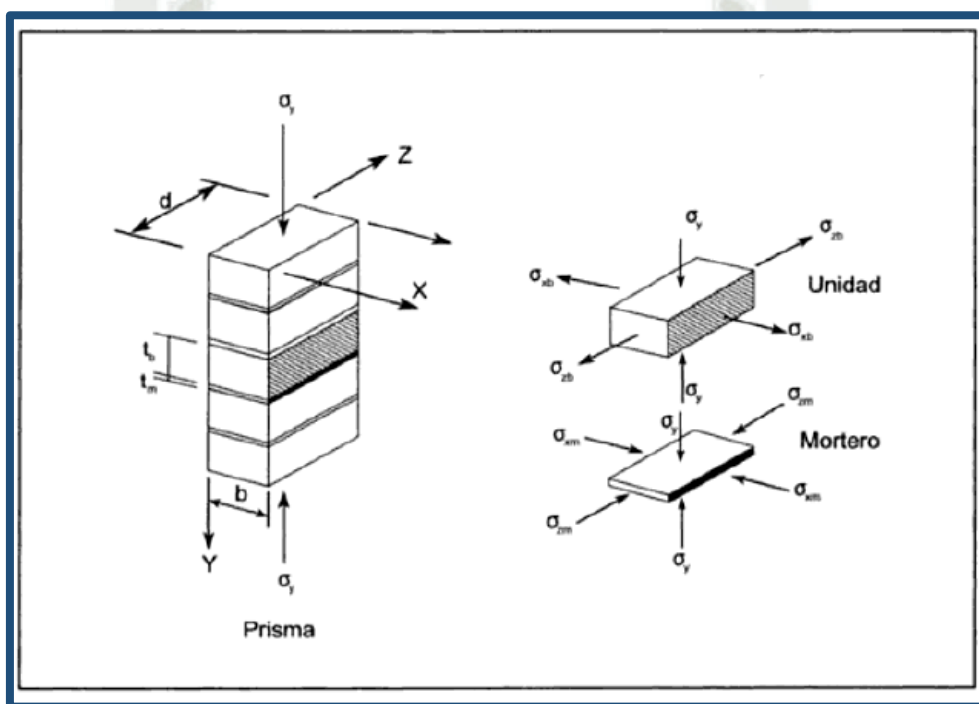


Figura N° 17: Esfuerzos en el ladrillo y en el mortero por efecto de la carga unitaria axial

Fuente: Gallegos & Casabonne, 2005

✓ Relación entre los prismas y los muros reales.

En la realidad, los muros a diferencia de los prismas presentan algún tipo de amarre, además las alturas y esbelteces son mayores que la de los prismas. Sin embargo, si el muro no sufre una falla previa ya sea por excentricidad de carga o inestabilidad, la forma de la falla que aparece en el muro es similar a la del prisma, lo que se traduce en agrietamientos de sección transversal. Investigaciones previas han demostrado que los ensayos practicados a muros a escala natural y debido a las restricciones de cabezales, y contando con un

algún tipo de amarre, además de esbelteces usuales, han arrojado resistencias a compresión equivalentes al 70 % de la resistencia a compresión del prisma elaborado con los mismos materiales. (Gallegos & Casabonne, 2005)

b. Resistencia al corte o cizalla

Se produce al cargar los muros de albañilería simple coplanarmente, es decir en muros arriostrados y sometidos a cargas laterales y perpendiculares a su plano, esto se puede observar en muros no portantes en ausencia de cargas verticales (Gallegos & Casabonne, 2005).

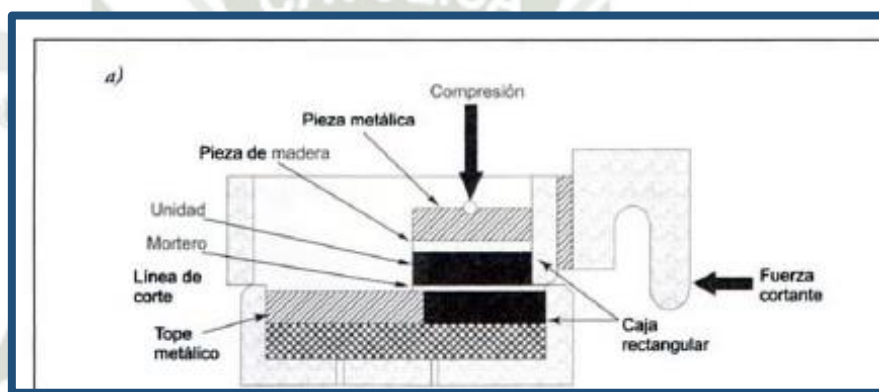


Figura N° 18: Ensayo en la caja de corte

Fuente: Gallegos & Casabonne, 2005

c. Resistencia a la tracción diagonal

Esta se determina por medio de métodos indirectos, se puede lograr aplicando fuerzas de corte las cuales ocasionan falla de tracción diagonal o aplicando compresiones diametrales que terminan en una tracción indirecta, el tipo de falla que genera este ensayo es típico en los muros que fallan debido a las fuerzas ejercidas por un sismo. (Gallegos & Casabonne, 2005)

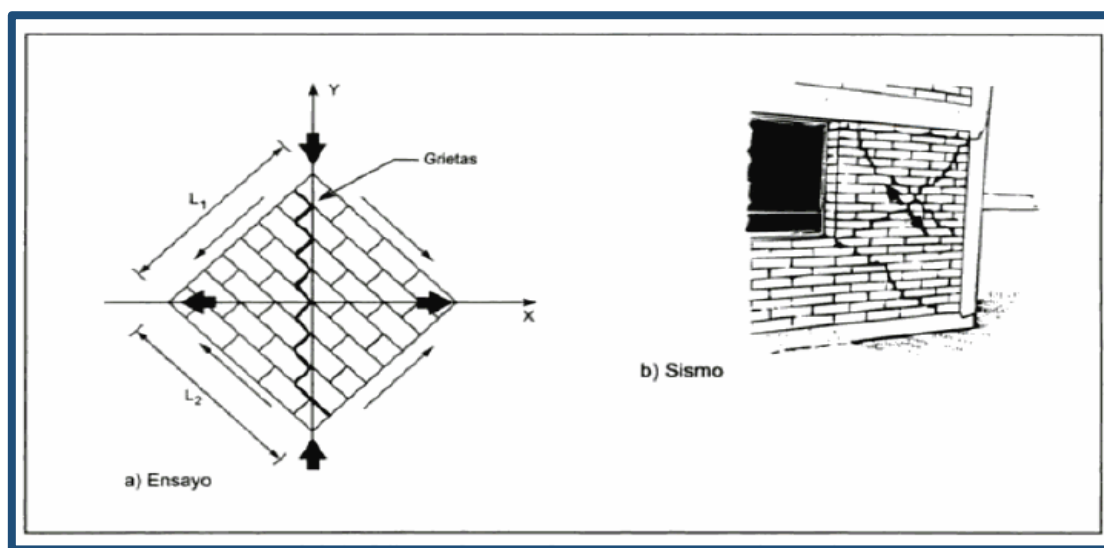


Figura N° 19: Similitud de la falla en el ensayo de corte y en un sismo

Fuente: Gallegos & Casabonne, 2005

2. 3 Definición de términos básicos

2. 3. 1 Según la NTP E.0.70 – Albañilería

- Albañilería o Mampostería: es un material estructural que está compuesto por unidades de albañilería las cuales son asentadas con mortero también vale decir que son unidades de albañilería apiladas integradas con concreto líquido.
- Albañilería no reforzada: o también llamada albañilería simple, es aquella albañilería que no lleva refuerzos, o en su defecto lleva refuerzos que no cumplen con los requisitos mínimos de la NTP E.070.
- Muro Portante: es aquel muro que está diseñado y construido de tal manera que permite transferir las cargas horizontales y verticales del nivel en el que se encuentra a un nivel inferior o a la cimentación, estos muros van a componer la estructura del edificio y deben de poseer continuidad en todos los niveles.
- Mortero: es un material que se emplea para adherir de manera horizontal o vertical a las unidades de albañilería.
- Unidad de Albañilería: son ladrillo y bloques los cuales están compuestos ya sea de arcilla cocida, de concreto o también de sílice y cal.

- Unidad de Albañilería Solida o Maciza: es aquella unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a su superficie de asiento lleva un área que equivale a no menos del 70 % del área bruta del mismo plano.

2. 3. 2 Según la NTP 331.017

- Arcilla: es un agregado de naturaleza terrosa o pétreo, el cual contiene silicatos de aluminio hidratado esta será de consistencia plástica si está lo suficientemente pulverizada e hidratada, se volverá rígida al secarse y será vidriosa al quemarse a temperatura aproximadas a 1000 °C.
- Ladrillo: es una unidad de albañilería producto del moldeado y prensado de la arcilla la cual obtendrá una forma prismática, para luego ser cocida en un horno.
- Ladrillo artesanal: es aquel ladrillo que está elaborado de manera manual, el moldeado se hace a mano o con máquinas muy elementales, se emplea arena para evitar la adherencia entre el molde y la arcilla, estos ladrillos se caracterizan por sus grandes variaciones de dimensiones entre unidades.
- Ladrillo industrial: este ladrillo a diferencia del artesanal está elaborado con maquinarias complejas las cuales amasan moldean y prensan para así obtener las unidades de albañilería, este se caracteriza por tener dimensiones uniformes entre unidades.

2. 4 Marco normativo

- Norma Técnica Peruana E.070 (2006) – Albañilería
- Norma Técnica Peruana 331.017 (2003) – UNIDADES DEL ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Definiciones.
- Norma Técnica Peruana 399.613 (2017) – UNIDADES DEL ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
- Norma Técnica Peruana 399.607 (2018) – UNIDADES DEL ALBAÑILERÍA. Especificación normalizada de agregados para mortero de albañilería.
- Norma Técnica Peruana 339.605 (2018) – UNIDADES DEL ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.
- Norma Técnica Peruana 399.610 (2018) – UNIDADES DEL ALBAÑILERÍA. Especificación normalizada para morteros. 2° edición.

CAPÍTULO 3

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3. 1 Tipo de diseño de investigación

La investigación tiene una naturaleza experimental y descriptiva, ya que se van a realizar ensayos de laboratorio en donde se describirá las propiedades y características de las unidades de albañilería tanto artesanales como industriales. Es además experimental, al variar el espesor de la junta de mortero de los prismas y someter estos a compresión axial, es así que se podrá apreciar cómo es que varía su resistencia f´m.

3. 2 Material

3. 2. 1 Unidad de estudio

El prisma de albañilería es nuestra unidad de estudio, o también llamado pila, elaborados con ladrillos de arcilla cocida artesanales e industriales, de espesores de junta de mortero de (0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 3.0) cm y de dos tipos de mortero de proporción cemento – arena (1:3) y (1:5).

3. 2. 2 Población y muestra

- ✓ Población: está constituida por un total de 160 prismas, los cuales están divididos en dos grandes grupos de 80 prismas, cada uno diferenciado por el tipo de mortero (1:3) y (1:5), estos dos grupos a su vez están subdivididos ambos en 5 tipos según el grosor de la junta de mortero (0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 3.0) cm, cada grosor de junta posee 8 prismas los cuales serán ensayados a los 14 y 28 días.
- ✓ Muestra: en la norma de albañilería E.070 capítulo 5 inciso 13.2 (a) y (b), especifica que se debe realizar como mínimo 3 prismas o pilas, en esta investigación se realizó 3 prismas con una edad de rotura de 14 días y 5 prismas con una edad de 28 días.

3. 3 Métodos

3. 3. 1 Técnicas de recolección de datos y análisis de datos

La técnica que se usó para la recolección de datos para esta investigación fue la observación experimental ya que se tomaron datos en condiciones relativamente controladas y además se hizo una manipulación de la variable, en este caso el espesor de junta de mortero.

Para el análisis de los datos recolectados se hizo uso de los siguientes instrumentos.

Tabla N° 14: Técnicas e Instrumentos a utilizar para la recolección de datos

Descripción	Técnicas	Instrumentos
Resistencia a compresión axial de prismas de ladrillos industriales y artesanales	Observación	Cédula de recolección de datos
		Máquina de compresión hidráulica
Espesor de junta de mortero	Observación	Cédula de recolección de datos
		Vernier
		Wincha

Fuente: Elaboración propia (2022)

3. 3. 2 Procedimientos

Estos procedimientos fueron realizados en base a la NTP E.070 de albañilería.

Unidades de albañilería

- Se seleccionaron ladrillos de un mismo lote tanto para los de fabricación industrial (Ladrillera “El Diamante”) como para los de fabricación artesanal (Ladrillera “Asoc. Virgen de Chapi”).
- Se realizó ensayos de resistencia a compresión axial (f'_m) para las unidades de albañilería.
- Se realizaron los ensayos de absorción, succión, alabeo y variación dimensional, para poder determinar las propiedades físicas de las unidades de albañilería.

Mortero

- d. Se realizó el análisis granulométrico para la arena gruesa.
- e. Se realizaron testigos de forma cubica para los dos tipos de mortero P1 (1:3) y P2 (1:5) los cuales se ensayaron a compresión axial.

Prismas de albañilería

- f. Se construyeron 8 prismas de tres hiladas cada una por cada espesor de junta de mortero, tanto para las unidades industriales como artesanales, todas estas para un solo tipo de mortero, haciendo un total de 160 pilas.

Tabla N° 15: Cantidad de prismas (artesanales e industriales) con diferentes espesores que se elaborará

MORTERO	P1 (1:3)				P2 (1:5)				
UNIDADES DE ALBAÑILERIA	SOLIDO		SOLIDO		SOLIDO		SOLIDO		
	ARTESANALES		INDUSTRIALES		ARTESANALES		INDUSTRIALES		
	8x13x22 (cm)		10x14x24 (cm)		8x13x22 (cm)		10x14x24 (cm)		
	14 días	28 días	14 días	28 días	14 días	28 días	14 días	28 días	SUBTOTAL
e = 0.5 cm	3	5	3	5	3	5	3	5	32
e = 1.0 cm	3	5	3	5	3	5	3	5	32
e = 1.5 cm	3	5	3	5	3	5	3	5	32
e = 2.0 cm	3	5	3	5	3	5	3	5	32
e = 3.0 cm	3	5	3	5	3	5	3	5	32
Total									160

Fuente: Elaboración propia (2022)

CAPÍTULO 4

4. DESARROLLO

4. 1 Ensayos de laboratorio

Según la NTP 399.613, se seleccionó muestras que representen el lote del cual se hace el estudio, estos especímenes a considerar deben tener color, textura y un tamaño uniforme, además estos no deben contener ningún tipo de impurezas como limos o algún material que se asocie en el proceso de fabricación.

Para la determinación de las propiedades de las unidades de albañilería la norma recomienda ensayar un mínimo de 10 unidades por cada lote de 50 millares (50 mil unidades), se podrá tomar un mayor número de unidades a criterio propio. Para la identificación de estas unidades, las marcas no deben sobrepasar el 5 % del área superficial de las caras de las mismas, para que así puedan ser identificadas de manera rápida y en cualquier momento.

4. 1. 1 Ensayos clasificatorios del ladrillo

Los ensayos para determinar las propiedades de las unidades de albañilería con fines de clasificación son: **variación dimensional, alabeo y la resistencia a compresión uniaxial.**

4. 1. 1. 1. Variación Dimensional (NTP 399.613).

Esta propiedad define la altura del espesor de mortero, ya que debe de considerarse la diferencia de altura q existe entre unidades próximas o más cercanas, la cual se añade a la altura propia del espesor de junta.

Materiales:

- 20 unidades, 10 por cada tipo de ladrillo artesanal e industrial

Herramientas:

- Regla con precisión de 1 mm
- Vernier
- Formato para recolectar datos (elaboración propia)

Procedimiento:

- Limpiar la unidad del polvo y de todo aquello que dificulte el procedimiento.
- Se toman 4 medidas por cada cara, desde el punto medio del borde en el que limita la cara, tanto para la altura, el ancho y el largo.
- Como resultado de cada medición se tomará el promedio de las 4 lecturas previas por cada dimensión alto largo y ancho.



Figura N° 20: Medida del largo y ancho del ladrillo industrial

Fuente: Elaboración propia



**Figura N° 22: Medida del
largo del ladrillo artesanal**

Fuente: Elaboración propia



**Figura N° 21 Medida del
ancho del ladrillo artesanal**

Fuente: Elaboración propia

4. 1. 1. 2. Alabeo (NTP 399.613).

El alabeo también va a definir el espesor de junta de mortero, al presentar algún grado de concavidad o convexidad en su cara de asiento provoca muchas veces que las juntas horizontales y verticales presentes vacíos.

Materiales:

- 20 unidades, 10 por cada tipo de ladrillo artesanal e industrial.

Herramientas:

- Cuña de medición metálica graduada al milímetro.
- Varilla metálica con borde recto o regla metálica.
- Formato para recolectar datos (elaboración propia).

Procedimiento:

- Se prepara una superficie plana de acero o de vidrio lo suficientemente grande en donde se reciben las unidades, las cuales se limpian únicamente con una brocha.

Medición de concavidad:

- Se coloca la regla metálica diagonalmente encima de la superficie a ser medida.
- Se coloca la cuña metálica en el lugar donde se da la mayor desviación de la línea recta y se procede a medir con precisión al milímetro entero.

Medición de convexidad:

- De la misma manera que en el procedimiento anterior se coloca la regla metálica entre las esquinas opuestas del ladrillo.
- Se coloca en cada esquina entre la regla y el ladrillo una cuña metálica buscando el apoyo entre la regla y la diagonal haciendo además que ambas cuñas tengan la misma medida.
- Se toma lectura de la medición de las cuñas al milímetro.



Figura N° 23: Medida de la concavidad del ladrillo industrial

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 24: Medida de la concavidad del ladrillo artesanal

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 25: Medida de la convexidad del ladrillo artesanal

Fuente: Elaboración propia

4. 1. 1. 3. Resistencia a la compresión uniaxial f'_b (NTP 399.613).

La resistencia a la compresión uniaxial de la unidad de albañilería (f'_b) es la propiedad más importante de la albañilería ya que de ella depende la buena o mala calidad de esta.

Materiales:

- 10 mitades de ladrillos, 5 de cada tipo artesanal e industrial, estas no deben presentar rajaduras ni astillas producto del corte.
- Yeso
- Cemento y agua

Herramientas:

- Regla milimetrada
- Espátula
- Molde de capping
- Badilejo

Equipo:

- Máquina de compresión hidráulica.

Procedimiento:

- Se aplica una capa delgada de una mezcla de yeso agua y cemento en ambas caras de apoyo de los especímenes a ensayar (mitades de ladrillo) las cuales con este capping deben quedar planas y paralelas entre sí, para obtener una superficie de contacto uniforme entre el ladrillo y el cabezal de la máquina a compresión.
- Pasado 24 hrs. de la aplicación del capping, las unidades se llevarán a ensayar a la máquina de compresión axial teniendo como base de asiento cualquiera de las caras cubiertas con el capping, asegurándose que la mitad del ladrillo esté centrado y alineado con el eje longitudinal del cabezal.
- Se procede a ensayar el testigo a una velocidad aproximada de 5 ton/min, previamente se tomaron medidas de las dimensiones de las unidades ensayadas.



Figura N° 27: Elaboración del capping para la mitad de ladrillo industrial

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 26: Elaboración del capping para la mitad de ladrillo artesanal

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 28: Ensayo de compresión de la mitad de ladrillo para la unidad artesanal

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 29: Ensayo de compresión de la mitad de ladrillo para la unidad industrial

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 30: Fallas típicas después del ensayo de compresión en especímenes.

Fuente: Elaboración propia

4. 1. 2 Ensayos no clasificatorios del ladrillo

Los ensayos con fines no clasificatorios de las unidades de albañilería son:

- Succión.
- Absorción.
- Área de vacíos en unidades perforadas

4. 1. 2. 1. Succión o Periodo inicial de Absorción. (NTP 399.613).

De esta propiedad depende la calidad de la adherencia que existe entre la interface de contacto mortero ladrillo.

Materiales:

- 10 ladrillos, 5 de cada tipo artesanal e industrial.
- Agua.

Herramientas:

- Horno, Balanza
- Bandeja metálica
- Barra de apoyo
- Cronometro
- Rociador de agua

Procedimiento:

- Se hace secar las unidades en el horno a una temperatura promedio de 110°C por un tiempo de 24 horas.
- Se retiran del horno y se dejan enfriar hasta que tomen la temperatura ambiente.
- Se procede hacer el registro del peso seco de todas las unidades.
- En una bandeja nivelada colocar las dos barras de apoyo y llenar de agua hasta una altura de 3 mm aprox. por encima de las barras de apoyo.
- Colocar el ladrillo encima de las barras de soporte y mantener el nivel del agua 3 mm por encima de su base de asiento por un tiempo de 1 minuto, para esto nos ayudaremos del rociador de agua y así mantener el nivel.
- Después del minuto de succión, secar las unidades con un trapo húmedo solo superficialmente y registrar el peso húmedo de las unidades.



Figura N° 31: Registro de los pesos de los especímenes después de enfriar a temperatura ambiente

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 32: Control del nivel de agua para el ensayo de Succión

Fuente: Elaboración propia

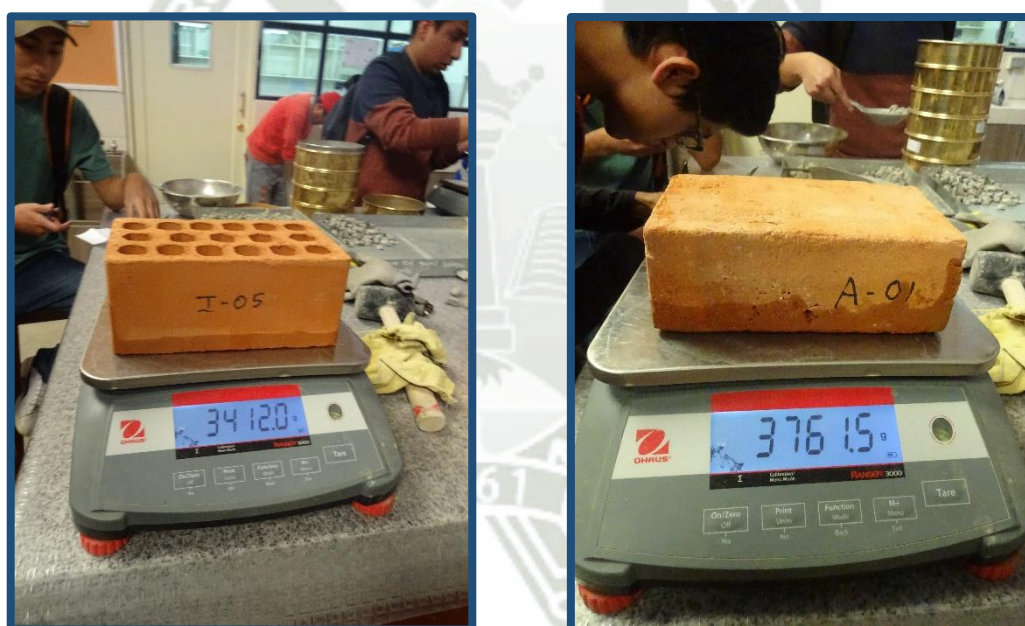


Figura N° 33: Registro de los pesos de los especímenes después del periodo inicial de Absorción (Succión)

Fuente: Elaboración propia

4. 1. 2. 2. Absorción. (NTP 399.613)

Esta prueba nos ayudara a saber que tanta agua pueda absorber una unidad en un periodo de 24 horas.

Materiales:

- 10 ladrillos, 5 de cada tipo artesanal e industrial.
- Agua potable.

Herramientas:

- Termómetro
- Balanza
- Horno
- Recipiente o baldes.

Procedimiento:

- Secar las unidades en el horno a una temperatura aproximada de 110°C por un tiempo de 24 horas.
- Sacar las unidades y dejar enfriar las unidades hasta una temperatura ambiente y registrar los pesos secos de los especímenes.
- Sumergir las unidades en los baldes llenos de agua la cual debe estar a una temperatura de 15 a 30°C , por un tiempo de 24 horas.
- Transcurrido el tiempo secar las unidades superficialmente y registrar los pesos húmedos de los ladrillos.



Figura N° 34: Secado al horno a temperaturas de 110°C de los ladrillos

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 35: Saturación de las unidades artesanales e industriales, por un periodo de 24 horas

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 36: Secado superficial de las unidades

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 37: Registro de los pesos de las unidades saturadas superficialmente secas

Fuente: Elaboración propia

4. 1. 2. 3. Área de vacíos en unidades perforadas. (NTP 399.613).

La determinación del porcentaje de área de huecos nos ayudara a distinguir entre una unidad de albañilería maciza o hueca.

Materiales:

- 10 ladrillos de tipo industrial.
- Arena de Ottawa (estándar)
- Papel de superficie dura.

Herramientas:

- Varilla metálica con borde recto.
- Escobilla o brocha.
- Probeta graduada de 500 ml.

Procedimiento:

- Registrar las dimensiones del espécimen alto, ancho y largo.
- Colocar el papel en una base plana y encima de este el ladrillo de tal manera que las perforaciones queden verticales.

- Rellenar todas las perforaciones con la arena estándar dejando que caiga libremente.
- Con ayuda de la varilla de borde recto enrazar la superficie superior, para posteriormente remover con la escobilla los excesos que quedan encima de la hoja y en el ladrillo.
- Levantar el ladrillo haciendo que la arena que está en los huecos caiga dentro de la hoja.
- Llevar esta arena a una balanza y registrar su peso con aproximación de 0.5 g.
- Por otro lado, llevar una porción de arena a la probeta graduada dejando que caiga libremente hasta la marca de 500 ml, luego transferir esta arena a la balanza y registrar su peso.



Figura N° 38: Rellenado de las perforaciones con la arena estándar

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 39: Enraizado de superficie con varilla recta

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 40: Se levanta el ladrillo para que la arena caiga en la hoja de papel

Fuente: Elaboración propia

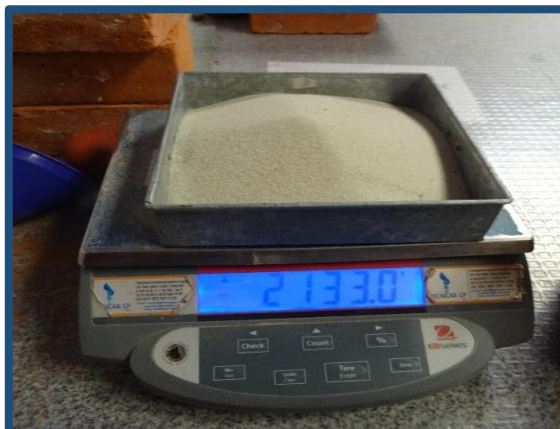


Figura N° 41: Registro del peso de la arena que quedo en las perforaciones de los ladrillos

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 42: Registro del peso de 500 ml de arena graduada

Fuente: Elaboración propia

4. 1. 3 Resistencia a la compresión axial de prismas (pilas) de albañilería f´m. (NTP 399.605).

Esta definirá la resistencia a compresión axial de los especímenes (f´m), en esta investigación se realizaron 80 prismas para el tipo de ladrillo artesanal y 80 para el industrial, cada uno de 3 hiladas. De estos 80 prismas, 40 de ellos se realizaron con mortero cemento – arena (1:3) y los otros 40 con mortero cemento – arena (1:5) tanto para el tipo industrial como artesanal, además se hizo variar el espesor de junta de mortero en (0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 3.0,) cm parámetro principal de la investigación, elaborando así por cada tipo de espesor 3 especímenes que se ensayaron a los 14 días de edad y 5 especímenes a los 28 días, con el objetivo de minimizar las desviaciones en los resultados de compresión axial. Como se observa en la tabla N° 15

Materiales:

- 40 prismas de ladrillo artesanal con mortero tipo P1 (1:3) de espesores de junta de mortero de (0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 3.0) cm.
- 40 prismas de ladrillo industrial con mortero tipo P1 (1:3) de espesores de junta de mortero de (0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 3.0) cm.
- 40 prismas de ladrillo artesanal con mortero tipo P2 (1:5) de espesores de junta de mortero de (0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 3.0) cm.
- 40 prismas de ladrillo industrial con mortero tipo P2 (1:5) de espesores de junta de mortero de (0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 3.0) cm.

Herramientas:

- Regla metálica milimetrada
- Vernier

Equipo:

- Máquina de compresión hidráulica.

Procedimiento (Construcción de los prismas de albañilería):

- Una vez seleccionadas las unidades libres de fisuras, astillas o algún tipo de defecto, se limpia de las impurezas superficiales y el polvo que esta puede albergar.

- Se debe sumergir los ladrillos 5 minutos antes del asentado debido a la succión de agua que presenta el ladrillo y esta no afecte el contenido de agua del mortero.
- Se verificó la verticalidad y la altura del mortero al momento del asentado con la ayuda de una wincha, nivel de mano.
- Los dos distintos tipos de mortero P1 y P2 se realizaron según las proporciones volumétricas cemento arena (estado suelto) que indica la NTP E 0.70 las cuales son (1:3) y (1:5) respectivamente.
- Luego almacenar por 14 y 28 días según la edad a la cual se va a ensayar el espécimen.



Figura N° 43: Elaboración de pilas o prismas de albañilería de ladrillo artesanal y de ladrillo industrial, verificando la verticalidad y horizontalidad de estas

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 44: Control del espesor de junta de mortero deseado en los prismas de albañilería

Fuente: Elaboración propia

Procedimiento (Ensayo a compresión uniaxial):

- Se debe registrar las medidas de largo y ancho de las caras de contacto del prisma que tendrá con los cabezales de la máquina a compresión además de la altura total del espécimen a ensayar.
- Colocar de manera centrada y alinear de forma longitudinal el espécimen con el cabezal asegurándose que toda el área de este último este en contacto con el área del prisma.
- Luego ensayar a compresión el prisma a una velocidad promedio de rotura de 5 ton/min.
- Registrar la carga máxima que soporta el espécimen al momento de la rotura.



Figura N° 45: Registro de las dimensiones de los especímenes a ensayar

Fuente: Elaboración propia

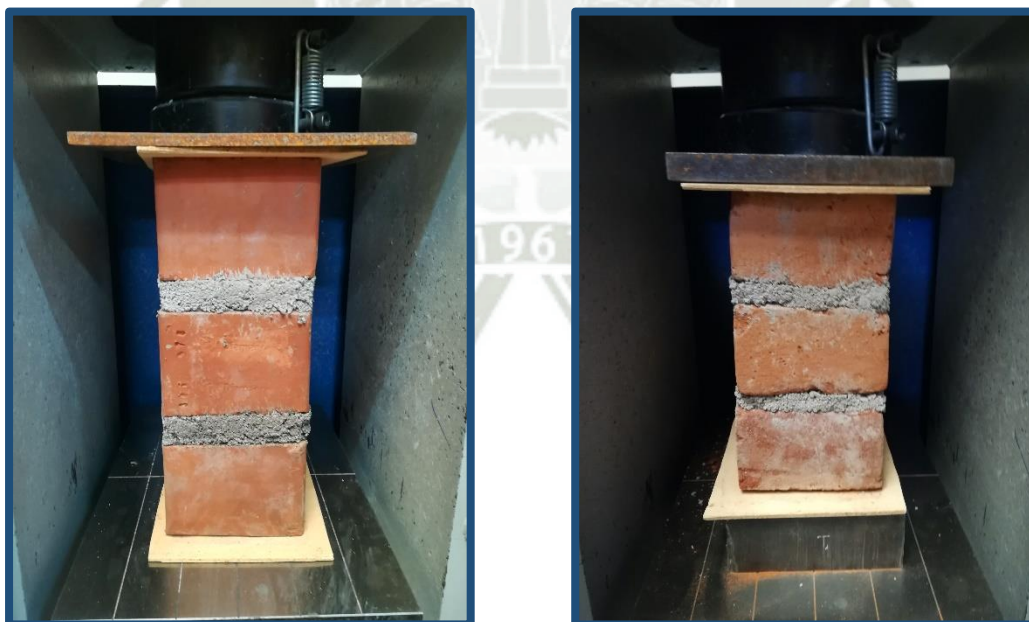


Figura N° 46: Ensayo de Resistencia a la compresión de los prismas de albañilería

Fuente: Elaboración propia

4. 1. 4 Granulometría de la arena gruesa (NTP. E.070)

Este ensayo nos ayudara a determinar la distribución del tamaño de las partículas que posee el agregado fino, uno de los componentes del mortero, esta distribución traducida en el porcentaje que pasa en cada malla o tamiz debe cumplir ciertos parámetros definidos según la NTP E.070. Además, se debe cumplir que:

- No debe quedar retenido más del 50 % de la muestra en dos tamices seguidos.
- No se debe emplear arena de mar.

Materiales:

- 500 g de agregado (arena gruesa).

Herramientas:

- Bandeja.
- Escobilla de cerdas duras

Equipo:

- Balanza electrónica con aproximación de 0.1 g.
- Mallas (N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y N° 200).
- Agitador mecánico de mallas.

Procedimiento:

- Por cuarteo, tomar una muestra mínima de 300 g de la arena gruesa en estado seco.
- Se debe limpiar los tamices y colocar según el orden siguiente (N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y N° 200).
- Se realiza el tamizado con ayuda del agitador mecánico.
- Registrar el peso del material retenido en cada malla.



Figura N° 48: Registro del peso del material a ensayar

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 47: Ensayo de tamizado mecánico de la arena gruesa

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 49: Registro de los pesos retenidos

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 50: Registro del peso del material retenido en las mallas

Fuente: Elaboración propia

4. 1. 5 Resistencia a la compresión axial de mortero de albañilería (NTP 399.610).

Se determinará las resistencias a compresión solo del mortero ensayándolo de manera directa empleando 6 especímenes por cada tipo de mortero, estos tendrán una forma cubica de aproximadamente 5 cm de arista, en esta investigación se realizaron 2 tipos de mortero con proporciones cemento – arena P1 (1:3) y P2 (1:5).

Materiales:

- 12 cubos de mortero, 6 por cada tipo (P1 y P2).

Herramientas:

- Regla metálica milimetrada
- Vernier.

Equipo:

- Máquina de compresión hidráulica.

Procedimiento:

- Se debe engrasar los moldes antes del vaciado de estos.
- Con la mezcla ya hecha según las proporciones volumétricas cemento arena de los tipos de mortero P1 (1:3) o P2 (1:5) se coloca 2/3 de esta en el molde.
- Con ayuda de un pisón se compacta el mortero, esto se hace en 2 series de 16 golpes cada una.
- Se completará con una segunda capa de mortero tratando que este rebase la altura del molde y se apisonará de la misma manera que en la primera capa.
- Para que tenga un acabado prolijo y con una superficie plana se va a enrazar la parte superior con ayuda de una varilla de borde recto.
- Desmoldar a las 24 horas y llevar a curar 28 días.
- Después del curado registrar sus dimensiones de asiento con ayuda de un vernier.

- Llevar los cubos de mortero a la maquina de compresión hidráulica y ensayarlos a una velocidad de rotura aproximada de 1 ton/min y registrar la carga máxima que soportan los especímenes.



Figura N° 51: Engrasado de moldes para cubos de mortero

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 52: Apisonado del mortero en los moldes

Fuente: Elaboración propia

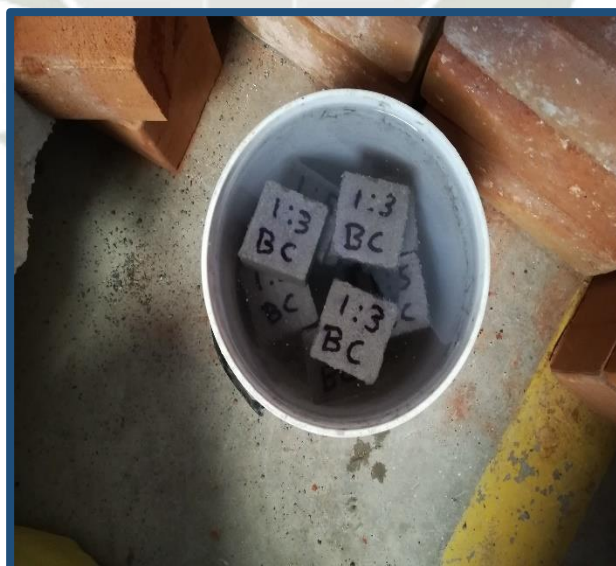


Figura N° 53: Curación en agua de los cubos de mortero

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 54: Registro de las dimensiones de los cubos de mortero

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 55: Ensayo a compresión del cubo de mortero

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5. 1 Ensayos de laboratorio

En el presente trabajo se realizaron los ensayos clasificatorios del ladrillo donde se determinan características físicas, mecánicas y geométricas, según las normas E. 070 y la NTP 399.613.

Las unidades a ensayar se obtuvieron de dos distintas fuentes, por un lado, los ladrillos artesanales provenientes de la ladrillera “Asociación Virgen de Chapi” del distrito de Socabaya, mientras que el ladrillo Industrial se obtuvo de la ladrillera “El Diamante”.

Además, se respetó el número mínimo de especímenes a ensayar por cada tipo de ensayo según la norma ya mencionada NTP 399.613 y para una mejor interpretación de resultados se descartaron aquellos datos atípicos o aberrantes que se obtuvieron en los ensayos.

Tabla N° 16: Relación de ensayos realizados

NUMERO DE MUESTRAS ENSAYADAS						
N°	ENSAYO	LADRILLO. ARTESANAL	LADRILLO. INDUSTRIAL	ARENA GRUESA	PRISMAS (PILAS)	CUBOS DE MORTERO
1.-	Variación Dimensional	10	10	-	-	-
2.-	Alabeo	10	10	-	-	-
3.-	Resistencia a la Compresión de Unidades (f' b)	5	5	-	-	-
4.-	Succión	5	5	-	-	-
5.-	Absorción	5	5	-	-	-
6.-	Porcentaje de Área de Vacíos	-	5	-	-	-
7.-	Resistencia a la Compresión de Primas (f' m)	-	-	-	160 unds	-
8.-	Granulometría	-	-	1(500 g)	-	-
9.-	Resistencia a la Compresión del Mortero	-	-	-	-	12(6 por c/tipo)

Fuente: Elaboración propia (2022)

5. 1. 1 Ensayos clasificatorios del ladrillo

5. 1. 1. 1. Variación Dimensional (NTP 399.613).

Para la obtención de los resultados del ensayo de Variación Dimensional se siguieron los procedimientos mencionados en el ítem 4.1.1.1 según norma. Estos resultados obedecen a la siguiente ecuación.

Ecuación N° 1: Variación Dimensional

$$V = \frac{D_{\text{fabrica}} - D_{\text{prom}}}{D_{\text{fabrica}}} * 100$$

Dónde:

V (%) = variación dimensional (%)

D_{fabrica} = dimensión proporcionada por el fabricante (cm).

D_{prom} = dimensión promedio obtenida (cm)

Tabla N° 17: Resultados del Ensayo de Variacion Dimensional del Largo - Ladrillo Industrial

CODIGO	LARGO (cm)						
	N°1	N°2	N°3	N°4	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIACION (%)
I-01	23.8	23.7	24.0	24.0	23.88	24.0	0.52
I-02	23.9	24.0	23.9	24.0	23.95	24.0	0.21
I-03	24.0	24.0	24.0	23.8	23.95	24.0	0.21
I-04	24.0	23.9	24.0	24.0	23.98	24.0	0.10
I-05	23.8	24.0	24.0	23.8	23.90	24.0	0.42
I-06	24.0	24.0	23.9	23.9	23.95	24.0	0.21
I-07	23.9	24.0	24.0	24.0	23.98	24.0	0.10
I-08	24.0	24.0	23.9	23.9	23.95	24.0	0.21
I-09	23.9	24.0	24.0	23.9	23.95	24.0	0.21
I-10	23.9	23.8	24.0	23.9	23.90	24.0	0.42
PROMEDIO							0.26

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 18: Resultados del Ensayo de Variación Dimensional del Ancho - Ladrillo Industrial

CODIGO	ANCHO (cm)						
	N°1	N°2	N°3	N°4	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIACION (%)
I-01	14.0	14.0	13.8	13.8	13.9	14.0	0.71
I-02	14.0	14.0	14.0	13.9	14.0	14.0	0.18
I-03	14.0	13.9	14.0	13.9	14.0	14.0	0.36
I-04	13.9	14.0	14.0	13.9	14.0	14.0	0.36
I-05	14.0	14.0	13.9	14.0	14.0	14.0	0.18
I-06	13.9	13.9	14.0	14.0	14.0	14.0	0.36
I-07	14.0	14.0	14.0	13.9	14.0	14.0	0.18
I-08	14.0	13.9	13.9	14.0	14.0	14.0	0.36
I-09	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	0.00
I-10	14.0	14.0	13.9	13.9	13.9	14.0	0.54
PROMEDIO							0.32

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 19: Resultados del Ensayo de Variación Dimensional del Alto - Ladrillo Industrial

CODIGO	ALTO (cm)						
	N°1	N°2	N°3	N°4	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIACION (%)
I-01	10.0	10.0	10.0	9.9	9.98	10.0	0.25
I-02	9.9	9.9	10.0	9.9	9.93	10.0	0.75
I-03	9.9	10.0	10.0	10.0	9.98	10.0	0.25
I-04	9.9	9.9	10.0	9.9	9.93	10.0	0.75
I-05	9.9	10.0	10.0	10.0	9.98	10.0	0.25
I-06	10.0	9.9	9.9	10.0	9.95	10.0	0.50
I-07	10.0	10.0	9.9	9.9	9.95	10.0	0.50
I-08	10.0	10.0	9.9	10.0	9.98	10.0	0.25
I-09	10.0	9.9	10.0	9.9	9.95	10.0	0.50
I-10	9.9	10.0	10.0	10.0	9.96	10.0	0.38
PROMEDIO							0.44

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 20: Resultados del Ensayo de Variación Dimensional del Largo - Ladrillo Artesanal

CODIGO	LARGO (cm)						
	N°1	N°2	N°3	N°4	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIACION (%)
A-01	21.9	21.8	21.7	21.8	21.8	22.0	0.91
A-02	22.2	22.3	21.8	21.9	22.1	22.0	-0.23
A-03	21.8	21.9	22.0	22.1	22.0	22.0	0.23
A-04	21.7	21.6	21.7	21.8	21.7	22.0	1.36
A-05	22.0	21.9	22.0	22.1	22.0	22.0	0.00
A-06	22.1	22.2	21.9	21.9	22.0	22.0	-0.11
A-07	22.0	22.1	22.0	22.1	22.1	22.0	-0.23
A-08	21.8	21.8	21.9	22.0	21.9	22.0	0.57
A-09	21.7	21.6	21.9	22.0	21.8	22.0	0.91
A-10	22.3	22.2	21.8	21.7	22.0	22.0	0.00
PROMEDIO							0.34

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 21: Resultados del Ensayo de Variación Dimensional del Ancho - Ladrillo Artesanal

CODIGO	ANCHO (cm)						
	N°1	N°2	N°3	N°4	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIACION (%)
A-01	12.8	13.0	12.8	12.9	12.9	13.0	0.96
A-02	12.9	12.8	13.2	13.3	13.1	13.0	-0.38
A-03	12.6	13.2	13.0	12.8	12.9	13.0	0.77
A-04	12.8	12.8	12.9	13.0	12.9	13.0	0.96
A-05	12.9	12.8	13.0	13.1	13.0	13.0	0.38
A-06	13.3	12.6	12.6	13.2	12.9	13.0	0.58
A-07	12.8	12.9	13.2	12.8	12.9	13.0	0.58
A-08	12.8	13.0	12.8	12.9	12.9	13.0	0.96
A-09	12.9	13.0	12.9	13.0	13.0	13.0	0.38
A-10	12.7	13.1	12.7	12.9	12.8	13.0	1.25
PROMEDIO							0.64

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 22: Resultados del Ensayo de Variación Dimensional del Alto - Ladrillo Artesanal

CODIGO	ALTO (cm)						
	N°1	N°2	N°3	N°4	PROMEDIO (cm)	FABRICA (cm)	VARIACION (%)
A-01	8.4	8.2	8.3	8.1	8.3	8.0	-3.13
A-02	8.2	8.0	7.8	7.7	7.9	8.0	0.94
A-03	7.8	7.7	7.8	7.9	7.8	8.0	2.50
A-04	7.9	8.0	7.9	7.7	7.9	8.0	1.56
A-05	7.7	7.8	7.9	8.0	7.9	8.0	1.88
A-06	8.3	8.1	8.1	7.9	8.1	8.0	-1.25
A-07	8.0	7.9	7.8	7.8	7.9	8.0	1.56
A-08	7.9	7.9	7.9	7.8	7.9	8.0	1.56
A-09	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	8.0	1.88
A-10	8.1	8.0	8.1	8.0	8.0	8.0	-0.31
PROMEDIO							0.72

Fuente: Elaboración propia (2022)

5. 1. 1. 2. Alabeo (NTP 399.613).

Para la obtención de los resultados del ensayo de Alabeo se siguieron los procedimientos mencionados en el ítem 4.1.1.2 según norma.

Tabla N° 23: Resultados del Ensayo de Concavidad y Convexidad del Ladrillo Industrial

CODIGO	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	Nº1	Nº2	Nº1	Nº2		Nº1	Nº2	Nº1	Nº2	
I-01	2.0	2.0	1.0	0.5	1.4	0	0	0	0	0.0
I-02	0.5	2.0	0.25	0.25	0.8	0	0	0	0	0.0
I-03	0.5	1.25	2.0	1.75	1.4	0	0	0	0	0.0
I-04	2.0	2.0	1.5	0.25	1.4	0	0	0	0	0.0
I-05	0.5	0.5	1.0	2.0	1.0	0	0	0	0	0.0
I-06	1.0	0.5	2.0	1.5	1.3	0	0	0	0	0.0
I-07	2.0	1.0	0.25	0.5	0.9	0	0	0	0	0.0
I-08	1.0	2.0	2.0	0.5	1.4	0	0	0	0	0.0
I-09	1.0	1.75	0.5	1.0	1.1	0	0	0	0	0.0
I-10	1.25	1.5	1.0	0.0	0.9	0	0	0	0	0.0
					1.2					0.0

Tabla N° 24: Resultados del Ensayo de Concavidad y Convexidad del Ladrillo Artesanal

CODIGO	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROMEDIO (mm)
	N°1	N°2	N°1	N°2		N°1	N°2	N°1	N°2	
A-01	0.5	1	1	0.5	0.8	1	0	0	0	0.3
A-02	2.5	1	0.5	1.5	1.4	0	0	0	0	0.0
A-03	2	2.5	0.5	1.5	1.6	1	0	2	0	0.8
A-04	1	0.5	0.5	0.5	0.6	1	0	1	1.5	0.9
A-05	1.5	0	1.5	1.5	1.1	1.5	1.5	1.5	2	1.6
A-06	1	0.5	2	1.5	1.3	0	1	1	0	0.5
A-07	1.5	2	1	0.5	1.3	1.5	0	0	2	0.9
A-08	1.5	1.5	0.5	2.5	1.5	1	0	1.5	0	0.6
A-09	0.5	1	2.5	0.5	1.1	0	1	2	0	0.8
A-10	2.5	2.5	0.5	1	1.6	1.5	2	1	0	1.1
					1.2					0.7

Fuente: Elaboración propia (2022)

5. 1. 1. 3. Resistencia a la compresión uniaxial f'_b (NTP 399.613).

Para la obtención de los resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión (f'_b) se siguieron los procedimientos mencionados en el ítem 4.1.1.3 según norma. Estos resultados obedecen a la siguiente ecuación.

Ecuación N° 2: Resistencia a la Compresión

Axial de la Unidad de Albañilería

$$f'_b = \frac{F}{\text{área}}$$

Dónde:

f'_b = resistencia a la compresión axial de la unidad de albañilería (kg/cm²).

F = carga de rotura (kg).

área = área de contacto para la rotura (cm²).

Tabla N° 25: Resultados del Ensayo a la Resistencia a la compresión (f'_b) de las unidades de Albañilería Artesanal

CODIGO	DIMENSIONES			FUERZA (F) (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'_b)	
	L (cm)	A (cm)	ÁREA (cm ²)		(kg/cm ²)	(MPa)
A - 11	13.30	10.60	140.98	9236.00	65.51	6.42
A - 12	13.40	10.70	143.38	5955.00	41.53	4.07
*A - 13	13.00	11.00	143.00	4676.00	32.70	3.21
A - 14	13.00	11.10	144.30	10322.00	71.53	7.01
*A - 15	13.00	10.90	141.70	3759.00	26.53	2.60
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio				PROMEDIO	59.53	5.84

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 26: Resultados del Ensayo a la Resistencia a la compresión (f'_b) de las unidades de Albañilería Industrial

CODIGO	DIMENSIONES			FUERZA (F) (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'_b)	
	L (cm)	A (cm)	ÁREA (cm ²)		(kg/cm ²)	(MPa)
*I - 11	11.70	14.20	166.14	19682.00	118.47	11.62
I - 12	11.80	14.00	165.20	24542.00	148.56	14.57
I - 13	12.00	14.10	169.20	24900.00	147.16	14.43
I - 14	12.00	14.10	169.20	24864.00	146.95	14.41
*I - 15	12.00	14.30	171.60	18632.00	108.58	10.65
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio				PROMEDIO	147.56	14.47

Fuente: Elaboración propia (2022)

5. 1. 2 Ensayos no clasificatorios del ladrillo

5. 1. 2. 1. Succión o Periodo inicial de Absorción. (NTP 399.613).

Para la obtención de los resultados del ensayo de Succión se siguieron los procedimientos mencionados en el ítem 4.1.2.1 según norma. Estos resultados obedecen a la siguiente ecuación.

Ecuación N° 3: Succión (Absorción inicial)

$$S = \left(\frac{W_h - W_s}{L * A} \right) * 200$$

Donde:

S = succión normalizada para un área de contacto de aproximadamente 200 cm².

W_h = peso saturado del espécimen (g).

W_s = peso superficialmente seco del espécimen (g).

L = longitud del espécimen a ensayar (cm).

A = ancho del espécimen a ensayar (cm).

Tabla N° 27: Resultados del Ensayo de Succión del Ladrillo Industrial

CODIGO	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	PESO SECO (g)	PESO SATURADO(3mm) (g)	SUCCIÓN (g/min/200 cm ²)
I - 06	23.8	13.8	3316.5	3391.5	45.6
I - 07	23.8	13.9	3305.5	3388.0	50.1
I - 08	23.8	13.9	3333.5	3412.0	47.5
I - 09	23.8	13.9	3314.5	3422.0	65.2
I - 10	23.8	13.8	3328.0	3412.5	51.3
				PROMEDIO	51.9

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 28: Resultados del Ensayo de Succión del Ladrillo Artesanal

CODIGO	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	PESO SECO (g)	PESO SATURADO(3mm) (g)	SUCCIÓN (g/min/200 cm ²)
A - 06	22.0	13.1	3669.5	3761.5	64.1
A - 07	22.0	13.1	3703.5	3791.0	60.7
A - 08	21.8	13.0	3682.5	3790.0	76.0
A - 09	21.9	13.0	3669.0	3739.5	49.8
A - 10	21.8	13.0	3599.0	3691.0	64.8
				PROMEDIO	63.1

Fuente: Elaboración propia (2022)

5. 1. 2. 2. Absorción. (NTP 399.613).

Para la obtención de los resultados del ensayo de Absorción se siguieron los procedimientos mencionados en el ítem 4.1.2.2. según norma. Estos resultados obedecen a la siguiente ecuación.

Ecuación N° 4: Absorción

$$ABS = \frac{(W_H - W_S)}{W_S} * 100$$

Dónde:

ABS = absorción del espécimen (%).

W_H = peso húmedo del espécimen (g).

W_S = peso seco del espécimen (g).

Tabla N° 29: Resultados del Ensayo de Absorción del Ladrillo Industrial

CODIGO	PESO SECO (g)	PESO HÚMEDO (g)	ABSORCIÓN (%)
I - 06	3303.0	3848.0	16.5
I - 07	3309.0	3853.5	16.5
I - 08	3338.0	3878.5	16.2
I - 09	3308.0	3851.5	16.4
I - 10	3316.0	3860.5	16.4
PROMEDIO			16.4

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 30: Resultados del Ensayo de Absorción del Ladrillo Artesanal

CODIGO	PESO SECO (g)	PESO HÚMEDO (g)	ABSORCIÓN (%)
A - 06	3757.0	4311.5	14.8
A - 07	3642.0	4182.5	14.8
A - 08	3632.0	4183.0	15.2
A - 09	3668.0	4266.5	16.3
A - 10	3507.0	4081.0	16.4
PROMEDIO			15.5

Fuente: Elaboración propia (2022)

5. 1. 2. 3. Área de vacíos en unidades perforadas. (NTP 399.613).

Para la obtención de los resultados del ensayo de Área de Vacíos en unidades perforadas se siguieron los procedimientos mencionados en el ítem 4.1.2.3. según norma. Estos resultados obedecen a las siguientes ecuaciones.

Ecuación N° 5: Volumen de arena contenido en espécimen

$$V_E = \frac{500 \text{ ml}}{W_P} * W_E$$

Dónde:

V_E = volumen de arena que se encuentra en el espécimen de ensayo (ml).

W_P = peso de 500 ml de arena contenido en probeta graduada (g).

W_E = peso de arena que se encuentra en el espécimen de ensayo (g).

Ecuación N° 6: Porcentaje de Área de Vacíos

$$A_{\text{vacíos}} = \frac{V_E}{V_L} * \frac{1}{1.6} * 100$$

Dónde:

$A_{\text{vacíos}}$ = porcentaje de área de vacíos (%).

V_E = volumen de arena que se encuentra en el espécimen de ensayo (ml).

V_L = volumen del ladrillo (cm³)

Tabla N° 31: Volúmenes promedios obtenidos del Ladrillo Industrial

CODIGO	PROMEDIO LARGO (cm)	PROMEDIO ANCHO (cm)	PROMEDIO ALTO (cm)	VOLUMEN (cm ³)
A-01	23.88	13.90	9.98	3310.33
A-02	23.95	13.98	9.93	3321.91
A-03	23.95	13.95	9.98	3332.67
A-04	23.98	13.95	9.93	3319.43
A-05	23.90	13.98	9.98	3331.67
A-06	23.95	13.95	9.95	3324.32
A-07	23.98	13.98	9.95	3333.75
A-08	23.95	13.95	9.98	3332.67
A-09	23.95	14.00	9.95	3336.24
A-10	23.90	13.93	9.96	3315.59

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 32: Resultados del Ensayo de Porcentaje de Vacíos del Ladrillo Industrial

CODIGO	PESO DE 500 ml DE ARENA EN PROBETA (g)	PESO DE ARENA EN ESPECIMEN (g)	VOLUMEN DE ARENA (ml)	AREA DE VACIOS (%)
A-01	828.5	2109.5	1273.08	24.0
A-02	783.0	2126.5	1357.92	25.5
A-03	825.0	2133.0	1292.73	24.2
A-04	792.0	2061.0	1301.14	24.5
A-05	807.1	2112.5	1308.66	24.5
A-06	814.0	2118.0	1300.98	24.5
A-07	788.5	2129.75	1350.51	25.3
A-08	799.3	2097.0	1311.77	24.6
A-09	821.1	2086.75	1270.70	23.8
A-10	788.0	2115.25	1342.16	25.3
PROMEDIO				24.6

Fuente: Elaboración propia (2022)

5. 1. 3 Resistencia a la compresión axial de prismas (pilas) de albañilería $f'm$. (NTP 399.605).

Para la obtención de los resultados del ensayo de Resistencia a la compresión axial de Prismas se siguieron los procedimientos mencionados en el ítem 4.1.3. según norma. Estos resultados obedecen a la siguiente ecuación.

Ecuación N° 7: Resistencia a la Compresión Axial de los Prismas de Albañilería

$$f'm = \frac{F}{\text{área}}$$

Dónde:

$f'm$ = resistencia a la compresión axial de los prismas albañilería (kg/cm^2)

F = carga de rotura (kg).

área = área de base de apoyo del espécimen (cm^2).

Tabla N° 33: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 0.5 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm^2)	$f'm$ (kg/cm^2)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	$f'm$ (kg/cm^2)	$f'm$ (Mpa)
	H (cm)	L (cm)	A (cm)						C.C Esbeltez	C.C Esbeltez
01	25.40	21.50	13.00	9705.00	279.50	34.72	1.95	0.724	25.12	2.46
02	25.60	21.70	12.70	8908.00	275.59	32.32	2.02	0.732	23.67	2.32
03	26.00	21.50	13.00	9338.00	279.50	33.41	2.00	0.730	24.39	2.39
PROMEDIO									24.39	2.39
Desviación estándar									0.73	0.07
$f'm$									23.67	2.32

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 34: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 1 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
*01	26.50	21.70	12.80	11035.00	277.76	39.73	2.07	0.740	29.39	2.88
02	26.00	21.60	13.00	9716.00	280.80	34.60	2.00	0.730	25.26	2.48
03	26.20	21.70	13.00	8741.00	282.10	30.99	2.02	0.732	22.69	2.22
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	23.97	2.35
								Desviación estándar	1.82	0.18
								f'm	22.15	2.17

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 35: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 1.5 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	26.50	21.70	13.00	13710.00	282.10	48.60	2.04	0.735	35.74	3.50
02	27.00	21.80	13.10	12506.00	285.58	43.79	2.06	0.739	32.34	3.17
*03	27.20	21.60	12.80	7320.00	276.48	26.48	2.13	0.748	19.79	1.94
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	34.04	3.34
								Desviación estándar	2.40	0.24
								f'm	31.64	3.10

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 36: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 2 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f´m (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f´m (kg/cm²) C.C Esbeltez	f´m (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	28.20	21.70	13.00	11290.00	282.10	40.02	2.17	0.754	30.16	2.96
02	28.30	21.80	13.10	9969.00	285.58	34.91	2.16	0.752	26.27	2.58
*03	28.20	21.90	13.20	13534.00	289.08	46.82	2.14	0.749	35.07	3.44
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	28.21	2.77
								Desviación estándar	2.76	0.27
								f´m	25.46	2.50

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 37: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 3 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f´m (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f´m (kg/cm²)	f´m (Mpa)
	H (cm)	L (cm)	A (cm)						C.C Esbeltez	C.C Esbeltez
01	30.00	21.70	13.00	10102.00	282.10	35.81	2.31	0.773	27.68	2.71
*02	30.30	21.80	13.00	8979.00	283.40	31.68	2.33	0.776	24.60	2.41
03	30.00	21.70	13.10	10200.00	284.27	35.88	2.29	0.771	27.65	2.71
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	27.67	2.71
								Desviación estándar	0.02	0.00
								f´m	27.64	2.71

Fuente: Elaboración propia (2022)

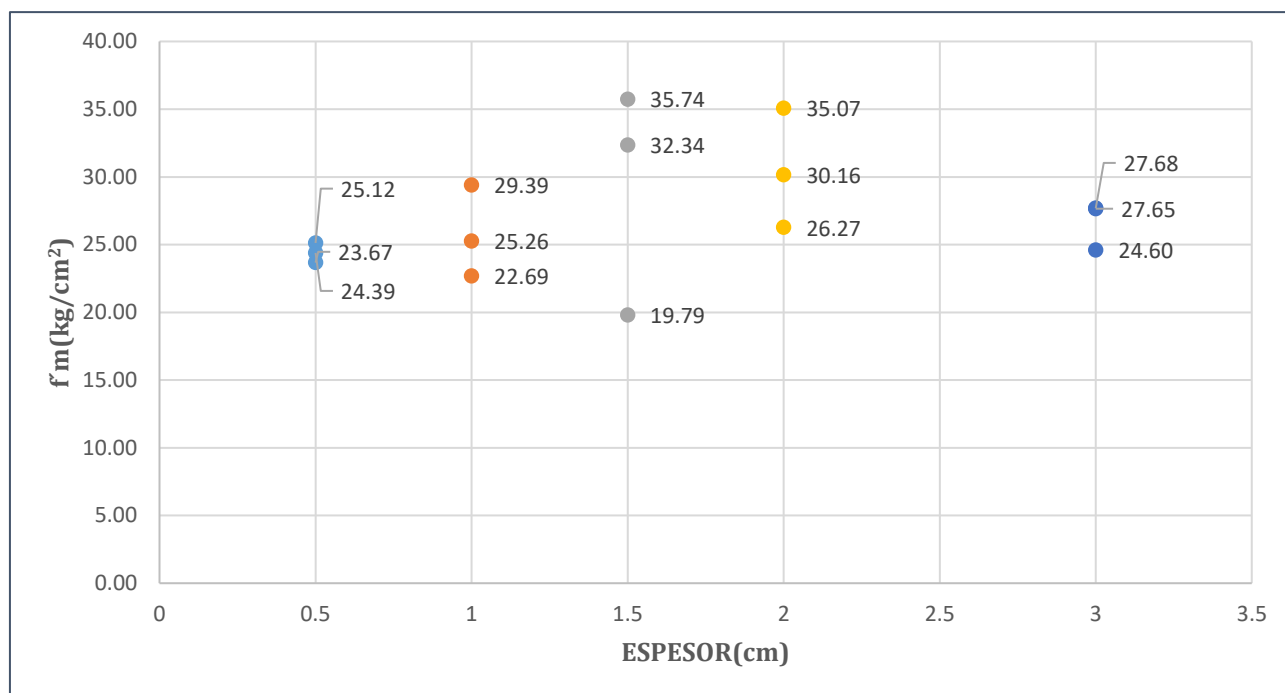


Gráfico N° 5: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial corregidos por esbeltez de los Prismas de Unidades de Albañilería de ladrillo artesanal a los 14 días de edad con mortero de proporciones cemento arena (1:3).

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 38: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 0.5 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f'm (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
*01	30.4	23.8	14.0	5981.00	333.20	17.95	2.17	0.754	13.53	1.33
02	30.2	23.8	14.0	8302.00	333.20	24.92	2.16	0.752	18.74	1.84
03	30.6	23.8	14.0	9619.00	333.20	28.87	2.19	0.756	21.82	2.14
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	20.28	1.99
								Desviación estándar	2.18	0.21
								f'm	18.10	1.77

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 39: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 1 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	31.5	23.8	14.0	15755.00	333.20	47.28	2.25	0.765	36.17	3.55
02	31.9	23.8	14.0	15339.00	333.20	46.04	2.28	0.769	35.40	3.47
*03	31.6	23.8	14.0	18067.00	333.20	54.22	2.26	0.766	41.53	4.07
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	35.79	3.51
								Desviación estándar	0.55	0.05
								f'm	35.24	3.46

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 40: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 1.5 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	33.3	23.8	14.0	21376.00	333.20	64.15	2.38	0.783	50.23	4.93
*02	32.8	23.8	14.0	23990.00	333.20	72.00	2.34	0.778	56.02	5.49
03	33.0	23.8	14.0	19305.00	333.20	57.94	2.36	0.780	45.19	4.43
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	47.71	4.68
								Desviación estándar	3.56	0.35
								f'm	44.15	4.33

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 41: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 2 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	34.3	23.8	14.0	18669.00	333.20	56.03	2.45	0.793	44.43	4.36
*02	34.4	23.8	14.0	21923.00	333.20	65.80	2.46	0.794	52.24	5.12
03	34.5	23.8	14.0	18500.00	333.20	55.52	2.46	0.795	44.14	4.33
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	44.29	4.34
								Desviación estándar	0.21	0.02
								f'm	44.08	4.32

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 42: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 3 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	36	23.8	14.0	15114.00	333.20	45.36	2.57	0.816	37.00	3.63
02	36.2	23.8	14.0	14045.00	333.20	42.15	2.59	0.819	34.52	3.38
03	35.8	23.8	14.0	15972.00	333.20	47.94	2.56	0.813	38.95	3.82
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	36.82	3.61
								Desviación estándar	2.22	0.22
								f'm	34.60	3.39

Fuente: Elaboración propia (2022)

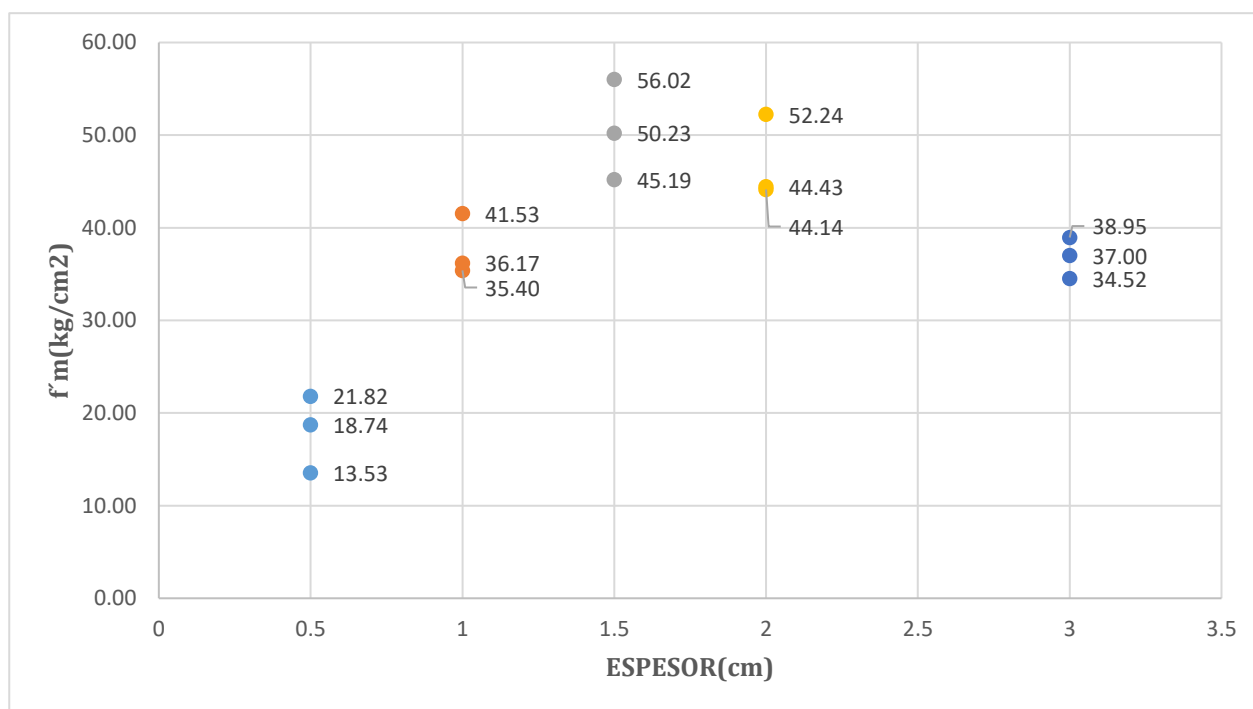


Gráfico N° 6: Resumen de las Resistencias a la Compresión axial corregidos por esbeltez de los prismas de albañilería de ladrillo Industriales a los 14 días de edad con mortero de proporciones cemento arena (1:3).

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 43: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 0.5 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f'm (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	25.0	21.5	13.0	7077.00	279.50	25.32	1.92	0.719	18.21	1.79
*02	25.3	21.5	13.0	9971.00	279.50	35.67	1.95	0.722	25.77	2.53
03	25.0	21.4	13.0	7123.00	278.20	25.60	1.92	0.719	18.42	1.81
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	18.31	1.80
								Desviación estándar	0.14	0.01
								f'm	18.17	1.78

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 44: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 1 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	25.7	21.7	12.7	7667.00	275.59	27.82	2.02	0.733	20.40	2.00
02	26.0	21.8	13.0	8708.00	283.40	30.73	2.00	0.730	22.43	2.20
*03	26.2	21.0	12.8	10613.00	268.80	39.48	2.05	0.737	29.08	2.85
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	21.42	2.10
								Desviación estándar	1.44	0.14
								f'm	19.98	1.96

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 45: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 1.5 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
*01	27.0	21.8	13.0	10733.00	283.40	37.87	2.08	0.741	28.05	2.75
02	27.0	21.8	13.0	9749.00	283.40	34.40	2.08	0.741	25.48	2.50
03	26.8	21.7	12.8	9878.00	277.76	35.56	2.09	0.743	26.43	2.59
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	25.96	2.55
								Desviación estándar	0.67	0.07
								f'm	25.29	2.48

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 46: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 2 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	28.0	21.8	13.0	9094.00	283.40	32.09	2.15	0.752	24.12	2.36
*02	28.0	21.8	13.0	7016.00	283.40	24.76	2.15	0.752	18.61	1.82
03	28.5	21.7	12.9	9034.00	279.93	32.27	2.21	0.759	24.50	2.40
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	24.31	2.38
								Desviación estándar	0.27	0.03
								f'm	24.04	2.36

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 47: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 3 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
*01	29.8	21.9	13.0	7714.00	284.70	27.10	2.29	0.771	20.89	2.05
02	30.0	22.0	13.0	8661.00	286.00	30.28	2.31	0.773	23.41	2.30
03	30.0	21.9	13.0	8841.00	284.70	31.05	2.31	0.773	24.01	2.35
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	23.71	2.33
								Desviación estándar	0.42	0.04
								f'm	23.29	2.28

Fuente: Elaboración propia (2022)

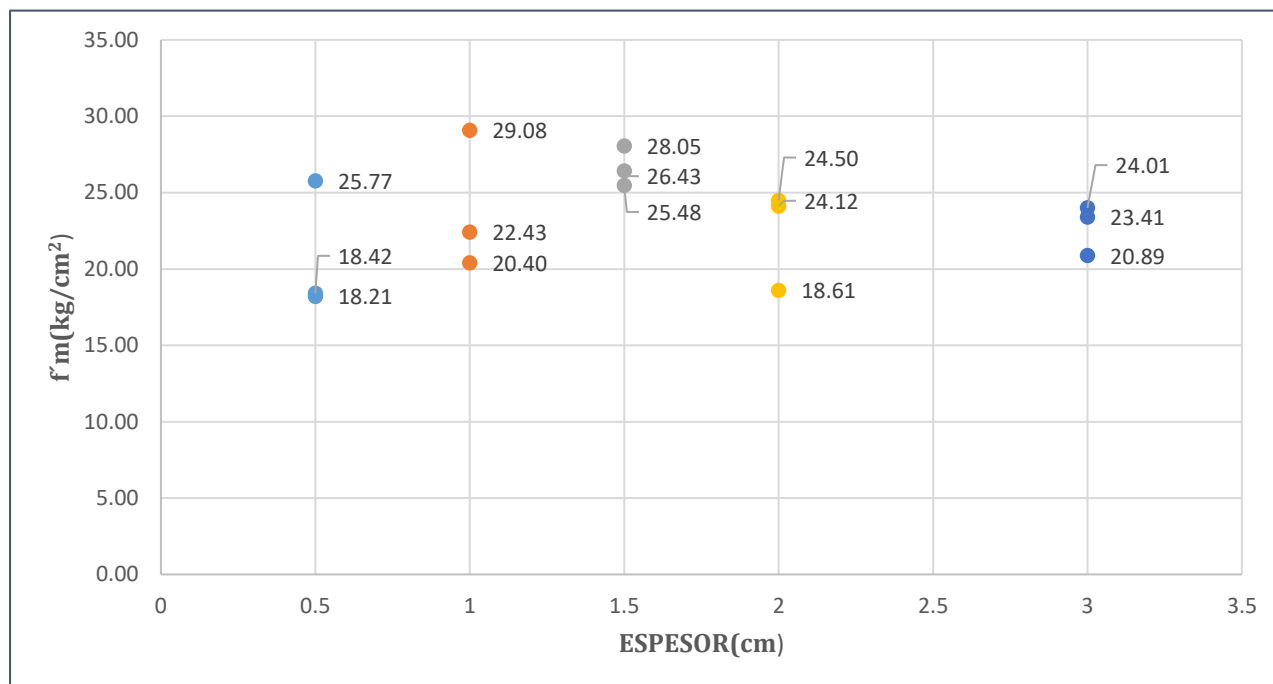


Gráfico N° 7: Resumen de las Resistencias a la Compresión axial corregidos por esbeltez de los prismas de albañilería de ladrillo Artesanales a los 14 días de edad con mortero de proporciones cemento arena (1:5)

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 48: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 0.5 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f'm (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	31.0	23.8	14.0	12709.00	333.20	38.14	2.21	0.760	28.99	2.84
02	30.9	23.8	14.0	10942.00	333.20	32.84	2.21	0.759	24.92	2.44
*03	31.0	23.8	14.0	14568.00	333.20	43.72	2.21	0.760	33.23	3.26
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	26.96	2.64
								Desviación estándar	2.87	0.28
								f'm	24.08	2.36

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 49: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 1 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	32.6	23.8	14.0	15450.00	333.20	46.37	2.33	0.776	35.98	3.53
*02	32.3	23.8	14.0	11557.00	333.20	34.68	2.31	0.773	26.81	2.63
03	32.0	23.8	14.0	18490.00	333.20	55.49	2.29	0.770	42.73	4.19
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	39.36	3.86
								Desviación estándar	4.77	0.47
								f'm	34.58	3.39

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 50: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 1.5 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	32.6	23.8	14.0	13346.00	333.20	40.05	2.33	0.776	31.08	3.05
*02	33.0	23.8	14.0	12055.00	333.20	36.18	2.36	0.780	28.22	2.77
03	33.4	23.8	14.0	13922.00	333.20	41.78	2.39	0.784	32.76	3.21
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	31.92	3.13
								Desviación estándar	1.18	0.12
								f'm	30.73	3.01

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 51: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 2 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f´m (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f´m (kg/cm²) C.C Esbeltez	f´m (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	34.0	23.8	14.0	12318.00	333.20	36.97	2.43	0.790	29.21	2.86
02	34.4	23.8	14.0	12332.00	333.20	37.01	2.46	0.794	29.39	2.88
03	34.1	23.8	14.0	12745.00	333.20	38.25	2.44	0.791	30.26	2.97
								PROMEDIO	29.62	2.90
								Desviación estándar	0.56	0.06
								f´m	29.05	2.85

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 52: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 3 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f'm (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	35.9	23.8	14.0	11410.00	333.20	34.24	2.56	0.814	27.88	2.73
02	35.6	23.8	14.0	11900.00	333.20	35.71	2.54	0.809	28.91	2.83
*03	36.0	23.8	14.0	9962.00	333.20	29.90	2.57	0.816	24.39	2.39
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	28.39	2.78
								Desviación estándar	0.73	0.07
								f'm	27.67	2.71

Fuente: Elaboración propia (2022)

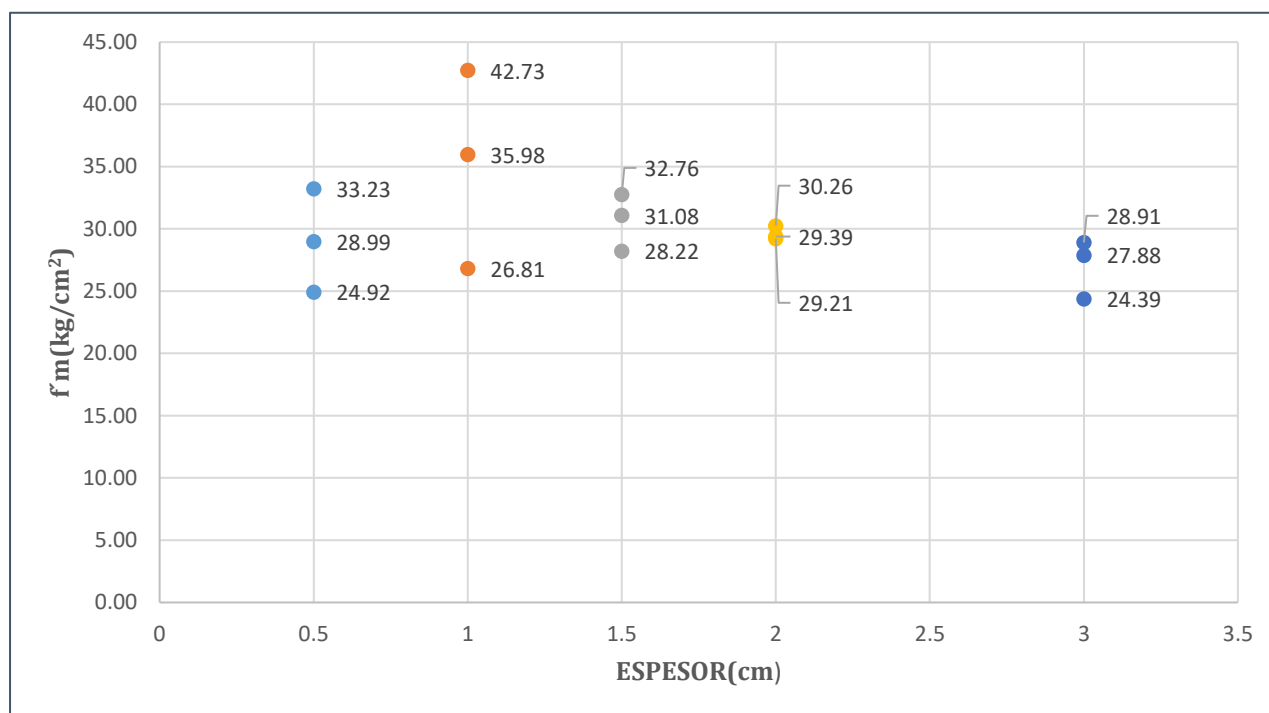


Gráfico N° 8: Resumen de las Resistencias a la Compresión axial corregidos por esbeltez de los prismas de albañilería de ladrillo Industrial a los 14 días de edad con mortero de proporciones cemento arena (1:5).

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 53: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 0.5 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f'm (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	25.4	22.0	12.9	6328.00	283.80	22.30	1.97	0.726	16.18	1.59
02	25.0	22.0	13.0	6872.00	286.00	24.03	1.92	0.719	17.28	1.69
*03	25.2	21.8	12.7	7750.00	276.86	27.99	1.98	0.728	20.37	2.00
04	25.0	21.7	12.9	6078.00	279.93	21.71	1.94	0.721	15.66	1.54
*05	25.0	21.7	12.8	5358.00	277.76	19.29	1.95	0.723	13.96	1.37
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	16.37	1.61
								Desviación estándar	0.83	0.08
								f'm	15.55	1.52

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 54: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 1 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
*01	26.3	22.0	13.0	8733.00	286.00	30.53	2.02	0.733	22.39	2.20
*02	26.2	21.9	12.7	7917.00	278.13	28.47	2.06	0.739	21.03	2.06
03	25.5	21.6	12.7	6582.00	274.32	23.99	2.01	0.731	17.54	1.72
04	26.0	21.9	13.0	5937.00	284.70	20.85	2.00	0.730	15.22	1.49
05	25.8	21.8	13.0	6396.00	283.40	22.57	1.98	0.728	16.43	1.61
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	16.40	1.61
								Desviación estándar	1.16	0.11
								f'm	15.24	1.49

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 55: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 1.5 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
*01	27.0	21.9	13.0	11122.00	284.70	39.07	2.08	0.741	28.94	2.84
02	26.8	21.5	12.9	8639.00	277.35	31.15	2.08	0.741	23.08	2.26
03	26.8	21.8	12.9	9595.00	281.22	34.12	2.08	0.741	25.28	2.48
*04	26.6	22.0	12.9	5435.00	283.80	19.15	2.06	0.739	14.15	1.39
05	26.7	22.0	13.0	9025.00	286.00	31.56	2.05	0.738	23.27	2.28
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	23.88	2.34
								Desviación estándar	1.22	0.12
								f'm	22.66	2.22

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 56: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 2 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f´m (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f´m (kg/cm²) C.C Esbeltez	f´m (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	27.5	21.5	12.8	8725.00	275.20	31.70	2.15	0.751	23.80	2.33
*02	27.7	21.5	13.0	10286.00	279.50	36.80	2.13	0.748	27.54	2.70
*03	27.5	22.0	12.6	11779.00	277.20	42.49	2.18	0.756	32.11	3.15
04	27.0	21.3	13.0	9527.00	276.90	34.41	2.08	0.741	25.49	2.50
05	27.8	21.6	13.0	8394.00	280.80	29.89	2.14	0.749	22.40	2.20
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	23.90	2.34
								Desviación estándar	1.54	0.15
								f´m	22.35	2.19

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 57: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 3 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f'm (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
*01	29.0	21.6	13.0	8083.00	280.80	28.79	2.23	0.762	21.94	2.15
*02	29.0	22.0	13.2	9895.00	290.40	34.07	2.20	0.758	25.81	2.53
03	29.1	21.6	12.9	10083.00	278.64	36.19	2.26	0.766	27.71	2.72
04	29.0	21.9	12.5	9481.00	273.75	34.63	2.32	0.775	26.83	2.63
05	29.0	21.9	12.7	10049.00	278.13	36.13	2.28	0.770	27.81	2.73
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	27.45	2.69
								Desviación estándar	0.54	0.05
								f'm	26.91	2.64

Fuente: Elaboración propia (2022)

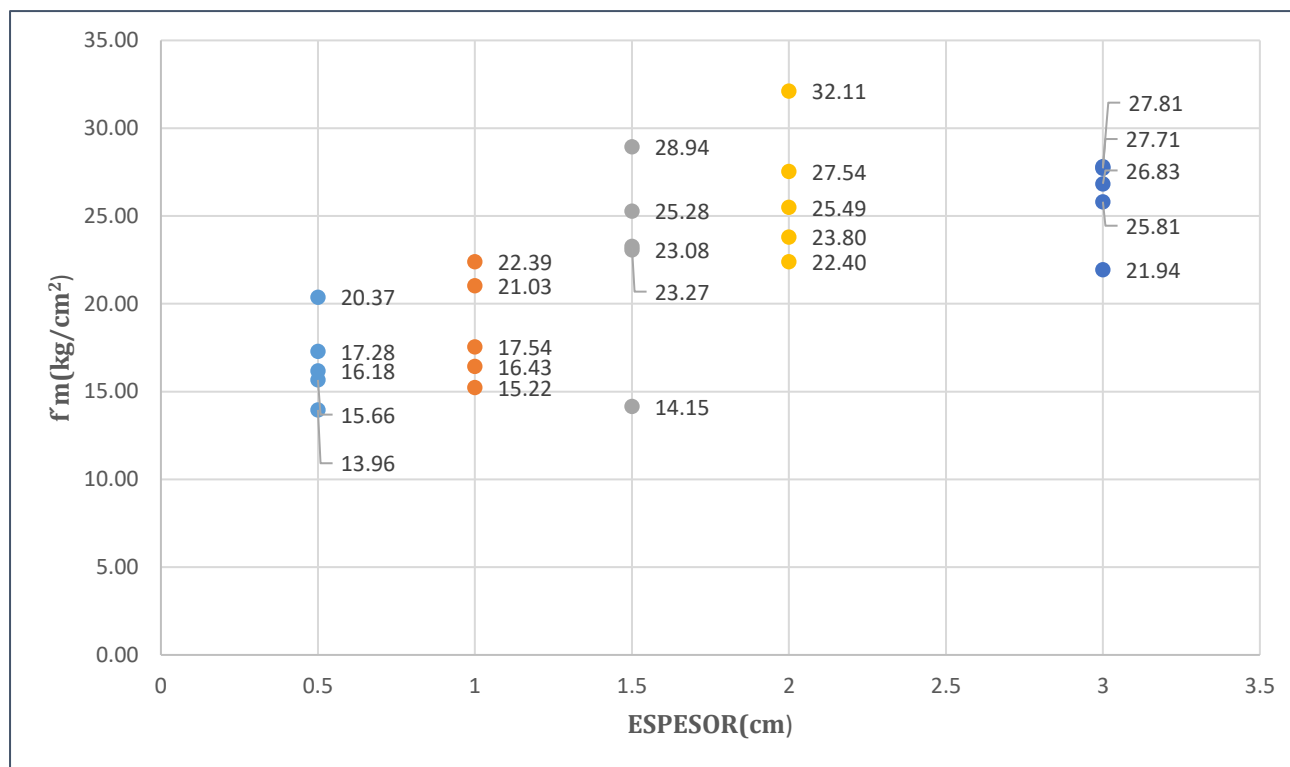


Gráfico N° 9: Resumen de las Resistencias a la Compresión axial corregidos por esbeltez de los prismas de albañilería de ladrillo Artesanal a los 28 días de edad con mortero de proporciones cemento arena (1:3).

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 58: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 0.5 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f'm (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	30.6	23.8	14.0	12188.00	333.20	36.58	2.19	0.756	27.65	2.71
*02	31.0	23.8	14.0	7749.00	333.20	23.26	2.21	0.760	17.67	1.73
*03	30.7	23.8	14.0	9057.00	333.20	27.18	2.19	0.757	20.58	2.02
04	30.7	23.8	14.0	10358.00	333.20	31.09	2.19	0.757	23.53	2.31
05	31.0	23.8	14.0	10225.00	333.20	30.69	2.21	0.760	23.32	2.29
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	24.84	2.44
								Desviación estándar	2.44	0.24
								f'm	22.39	2.20

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 59: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 1 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
*01	31.2	23.8	14.0	19359.00	333.20	58.10	2.23	0.762	44.27	4.34
02	31.3	23.8	14.0	16539.00	333.20	49.64	2.24	0.763	37.87	3.71
*03	31.2	23.8	14.0	13895.00	333.20	41.70	2.23	0.762	31.78	3.12
04	31.4	23.8	14.0	17366.00	333.20	52.12	2.24	0.764	39.82	3.90
05	31.5	23.8	14.0	17302.00	333.20	51.93	2.25	0.765	39.72	3.90
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	39.14	3.84
								Desviación estándar	1.10	0.11
								f'm	38.04	3.73

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 60: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 1.5 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
*01	32.4	23.8	14.0	15575.00	333.20	46.74	2.31	0.774	36.18	3.55
02	32.5	23.8	14.0	18376.00	333.20	55.15	2.32	0.775	42.74	4.19
03	32.9	23.8	14.0	18511.00	333.20	55.56	2.35	0.779	43.28	4.24
04	33.0	23.8	14.0	19025.00	333.20	57.10	2.36	0.780	44.54	4.37
*05	32.8	23.8	14.0	25274.00	333.20	75.85	2.34	0.778	59.01	5.79
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	43.52	4.27
								Desviación estándar	0.92	0.09
								f'm	42.60	4.18

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 61: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 2 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	33.7	23.8	14.0	22361.00	333.20	67.11	2.41	0.787	52.82	5.18
02	34.0	23.8	14.0	19550.00	333.20	58.67	2.43	0.790	46.35	4.55
*03	34.0	23.8	14.0	18135.00	333.20	54.43	2.43	0.790	43.00	4.22
*04	33.5	23.8	14.0	29234.00	333.20	87.74	2.39	0.785	68.87	6.75
05	33.7	23.8	14.0	20322.00	333.20	60.99	2.41	0.787	48.00	4.71
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	49.06	4.81
								Desviación estándar	3.36	0.33
								f'm	45.70	4.48

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 62: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 3 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
*01	36.0	23.8	14.0	25447.00	333.20	76.37	2.57	0.816	62.30	6.11
02	35.9	23.8	14.0	16218.00	333.20	48.67	2.56	0.814	39.63	3.89
03	35.5	23.8	14.0	12610.00	333.20	37.85	2.54	0.808	30.57	3.00
04	35.9	23.8	14.0	18539.00	333.20	55.64	2.56	0.814	45.30	4.44
05	35.8	23.8	14.0	14485.00	333.20	43.47	2.56	0.813	35.32	3.46
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	37.71	3.7
								Desviación estándar	6.27	0.61
								f'm	31.44	3.08

Fuente: Elaboración propia (2022)

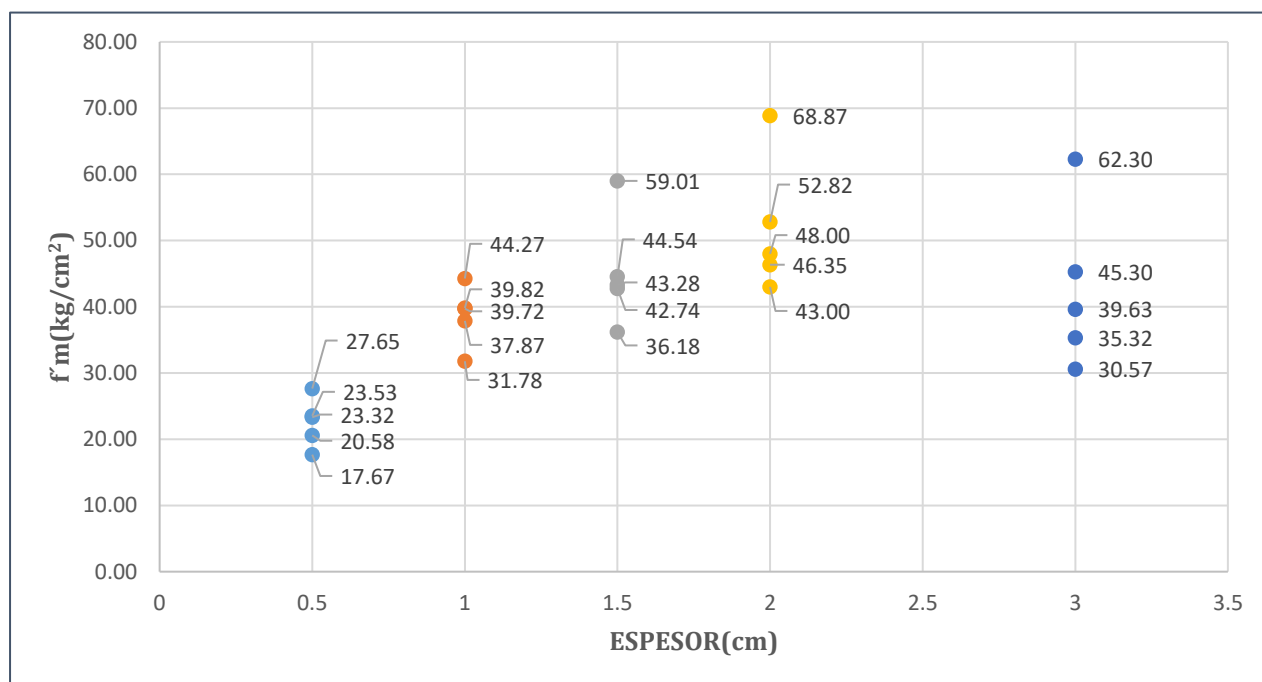


Gráfico N° 10: Resumen de las Resistencias a la Compresión axial corregidos por esbeltez de los prismas de albañilería de ladrillo Industrial a los 28 días de edad con mortero de proporciones cemento arena (1:3).

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 63: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 0.5 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f'm (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	25.2	21.9	13.0	7802.00	284.70	27.40	1.94	0.721	19.77	1.94
02	25.0	21.8	13.0	8066.00	283.40	28.46	1.92	0.719	20.47	2.01
03	24.7	22.0	13.1	7505.00	288.20	26.04	1.89	0.714	18.59	1.82
04	25.5	21.8	13.0	7369.00	283.40	26.00	1.96	0.725	18.84	1.85
*05	25.0	21.8	12.8	6429.00	279.04	23.04	1.95	0.723	16.67	1.63
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	19.42	1.90
								Desviación estándar	0.86	0.08
								f'm	18.55	1.82

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 64: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 1 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	25.5	21.5	12.8	9334.00	275.20	33.92	1.99	0.729	24.72	2.42
02	26.0	22.0	13.0	8226.00	286.00	28.76	2.00	0.730	21.00	2.06
*03	26.8	21.9	12.8	11730.00	280.32	41.85	2.09	0.743	31.10	3.05
*04	26.8	21.5	13.0	6004.00	279.50	21.48	2.06	0.739	15.87	1.56
05	26.1	21.0	13.0	9502.00	273.00	34.81	2.01	0.731	25.45	2.50
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	23.72	2.33
								Desviación estándar	2.39	0.23
								f'm	21.33	2.09

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 65: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 1.5 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	27.0	21.7	12.9	10317.00	279.93	36.86	2.09	0.743	27.38	2.69
*02	26.8	21.8	13.0	7760.00	283.40	27.38	2.06	0.739	20.22	1.98
03	27.0	21.7	12.8	9404.00	277.76	33.86	2.11	0.745	25.23	2.47
04	26.8	21.5	12.7	8890.00	273.05	32.56	2.11	0.745	24.27	2.38
05	26.5	21.8	12.6	9900.00	274.68	36.04	2.10	0.744	26.83	2.63
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	25.93	2.54
								Desviación estándar	1.43	0.14
								f'm	24.50	2.40

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 66: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 2 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	27.5	22.0	12.8	8639.00	281.60	30.68	2.15	0.751	23.03	2.26
*02	28.0	21.5	12.8	6815.00	275.20	24.76	2.19	0.756	18.73	1.84
*03	28.0	21.7	12.8	7727.00	277.76	27.82	2.19	0.756	21.04	2.06
04	27.5	21.5	12.5	8758.00	268.75	32.59	2.20	0.758	24.70	2.42
05	28.0	21.3	12.5	9403.00	266.25	35.32	2.24	0.764	26.97	2.64
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	24.90	2.44
								Desviación estándar	1.98	0.19
								f'm	22.93	2.25

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 67: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 3 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm ²)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f'm (kg/cm ²) C.C Esbeltez	f'm (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	29.0	21.8	13.0	8321.00	283.40	29.36	2.23	0.762	22.38	2.19
02	30.2	21.8	13.0	8158.00	283.40	28.79	2.32	0.775	22.32	2.19
03	29.5	21.5	13.0	8122.00	279.50	29.06	2.27	0.768	22.31	2.19
*04	29.7	21.5	12.7	10658.00	273.05	39.03	2.34	0.777	30.34	2.98
*05	29.3	21.7	13.0	9623.00	282.10	34.11	2.25	0.766	26.11	2.56
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	22.34	2.19
								Desviación estándar	0.04	0.00
								f'm	22.29	2.19

Fuente: Elaboración propia (2022)

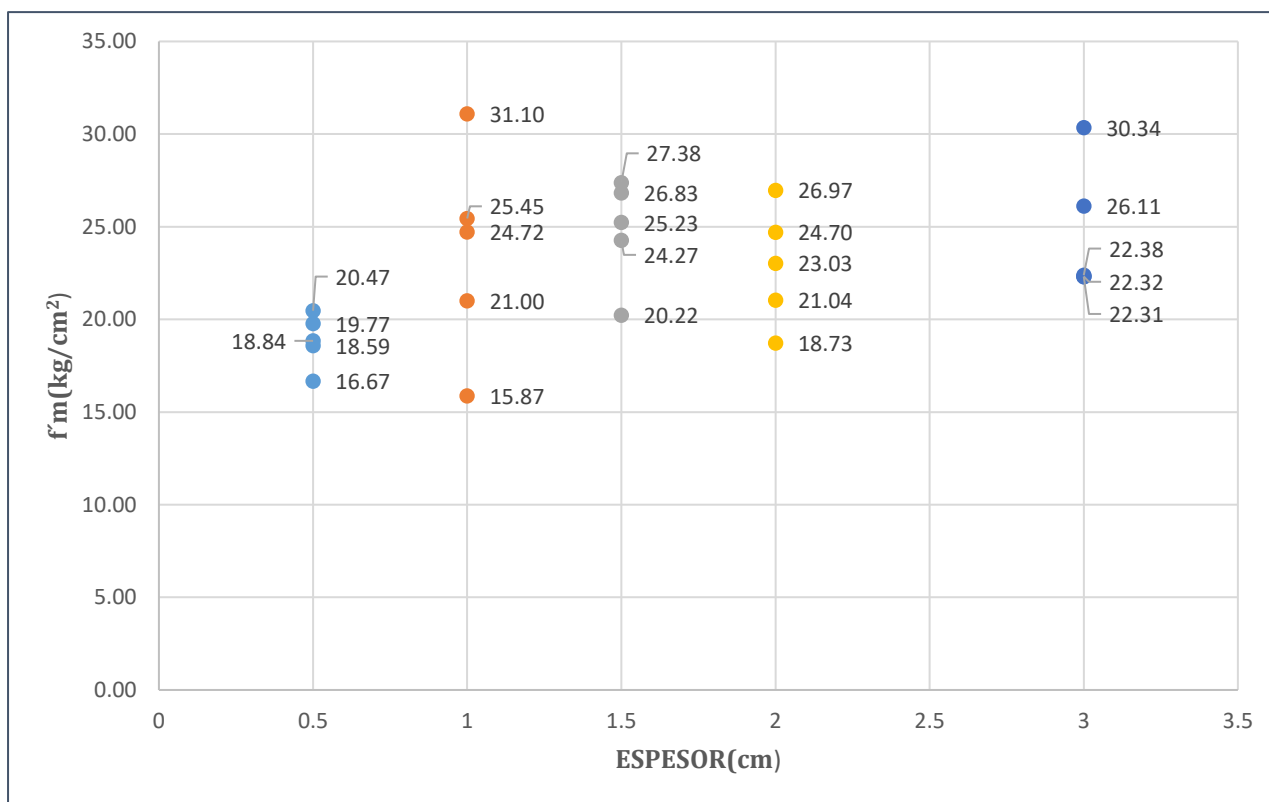


Gráfico N° 11: Resumen de las Resistencias a la Compresión axial corregidos por esbeltez de los prismas de albañilería de ladrillo Artesanales a los 28 días de edad con mortero de proporciones cemento arena (1:5).

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 68: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 0.5 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f´m (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f´m (kg/cm²) C.C Esbeltez	f´m (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	30.7	23.8	14.0	8369.00	333.20	25.12	2.19	0.757	19.01	1.86
02	30.5	23.8	14.0	9437.00	333.20	28.32	2.18	0.755	21.38	2.10
03	30.7	23.8	14.0	10680.00	333.20	32.05	2.19	0.757	24.26	2.38
*04	30.5	23.8	14.0	7675.00	333.20	23.03	2.18	0.755	17.39	1.71
05	30.6	23.8	14.0	8022.00	333.20	24.08	2.19	0.756	18.20	1.78
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	20.72	2.03
								Desviación estándar	2.72	0.27
								f´m	17.99	1.76

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 69: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 1 cm

Nº	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f´m (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f´m (kg/cm²) C.C Esbeltez	f´m (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	32.0	23.8	14.0	16661.00	333.20	50.00	2.29	0.770	38.50	3.78
*02	32.0	23.8	14.0	21576.00	333.20	64.75	2.29	0.770	49.86	4.89
*03	32.0	23.8	14.0	20869.00	333.20	62.63	2.29	0.770	48.23	4.73
04	32.0	23.8	14.0	18127.00	333.20	54.40	2.29	0.770	41.89	4.11
05	32.1	23.8	14.0	17629.00	333.20	52.91	2.29	0.771	40.79	4.00
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	40.39	3.96
								Desviación estándar	1.73	0.17
								f´m	38.67	3.79

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 70: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 1.5 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f´m (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f´m (kg/cm²) C.C Esbeltez	f´m (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	33.0	23.8	14.0	21144.00	333.20	63.46	2.36	0.780	49.50	4.85
02	32.8	23.8	14.0	20660.00	333.20	62.00	2.34	0.778	48.24	4.73
*03	32.8	23.8	14.0	18897.00	333.20	56.71	2.34	0.778	44.12	4.33
04	32.9	23.8	14.0	20041.00	333.20	60.15	2.35	0.779	46.85	4.59
*05	33.0	23.8	14.0	15808.00	333.20	47.44	2.36	0.780	37.01	3.63
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	48.20	4.73
								Desviación estándar	1.32	0.13
								f´m	46.88	4.60

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 71: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 2 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f´m (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f´m (kg/cm²) C.C Esbeltez	f´m (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	34.0	23.8	14.0	19262.00	333.20	57.81	2.43	0.790	45.67	4.48
*02	34.0	23.8	14.0	15627.00	333.20	46.90	2.43	0.790	37.05	3.63
03	34.0	23.8	14.0	18252.00	333.20	54.78	2.43	0.790	43.27	4.24
*04	34.1	23.8	14.0	11612.00	333.20	34.85	2.44	0.791	27.57	2.70
05	34.0	23.8	14.0	18676.00	333.20	56.05	2.43	0.790	44.28	4.34
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	44.41	4.35
								Desviación estándar	1.20	0.12
								f´m	43.21	4.24

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 72: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 3 cm

N°	DIMENSIONES			CARGA (kg)	AREA (cm²)	f´m (kg/cm²)	Esbeltez (H/A)	Corrección Por Esbeltez	f´m (kg/cm²) C.C Esbeltez	f´m (Mpa) C.C Esbeltez
	H (cm)	L (cm)	A (cm)							
01	36.0	23.8	14.0	13290.00	333.20	39.89	2.57	0.816	32.54	3.19
02	35.8	23.8	14.0	13396.00	333.20	40.20	2.56	0.813	32.67	3.20
03	35.7	23.8	14.0	13376.00	333.20	40.14	2.55	0.811	32.56	3.19
*04	35.8	23.8	14.0	12989.00	333.20	38.98	2.56	0.813	31.68	3.11
*05	35.7	23.8	14.0	15042.00	333.20	45.14	2.55	0.811	36.61	3.59
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio								PROMEDIO	32.59	3.20
								Desviación estándar	0.07	0.01
								f´m	32.52	3.19

Fuente: Elaboración propia (2022)

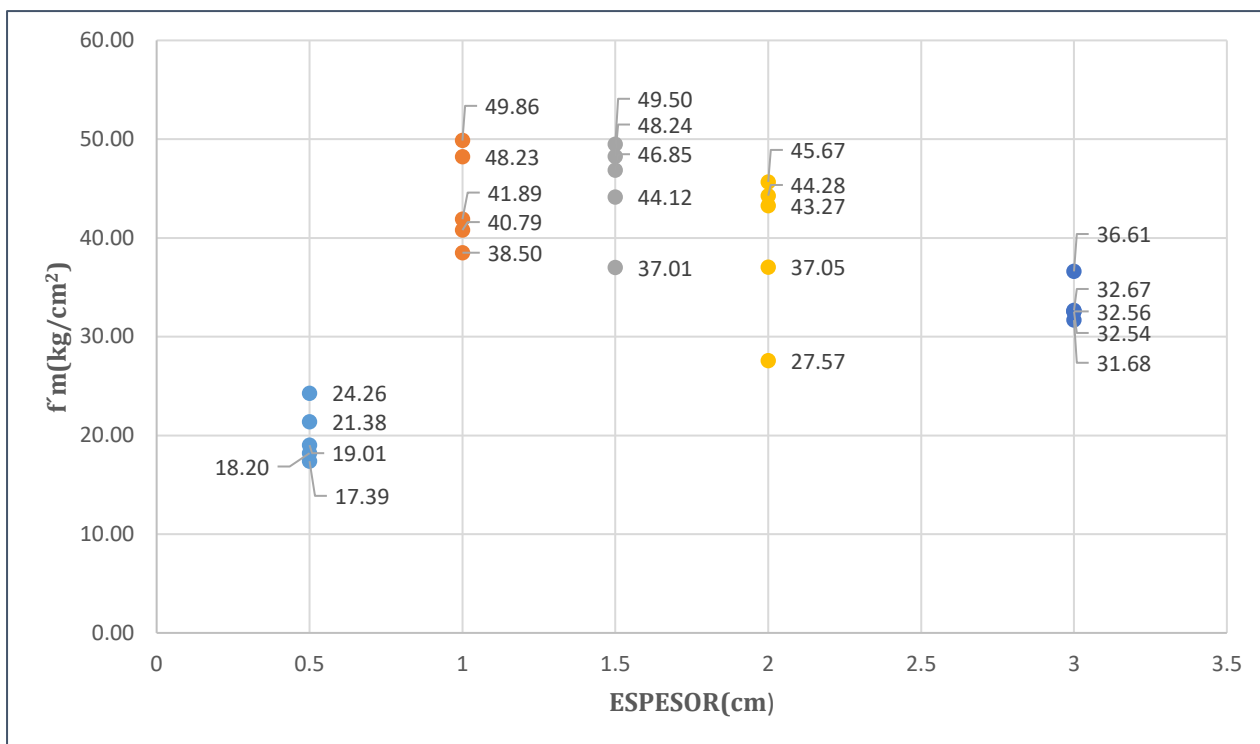


Gráfico N° 12: Resumen de las Resistencias a la Compresión axial corregidos por esbeltez de los prismas de albañilería de ladrillo Industrial a los 28 días de edad con mortero de proporciones cemento arena (1:5).

Fuente: Elaboración propia

5. 1. 4 Granulometría de la arena gruesa (NTP. E.070)

Para la obtención de los resultados del ensayo de Granulometría se siguieron los procedimientos mencionados en el ítem 4.1.4. según norma.

Tabla N° 73: Datos del análisis granulométrico del Arena Gruesa

Peso Inicial		500.00 g	
Tamices	Peso Retenido (g)	Error (g)	Error (%)
3/8"	0.0	0.5	0.1
Nro.4	0.0		
Nro.8	30.5		
Nro.16	110.3		
Nro.30	140.1		
Nro.50	110		
Nro.100	80.1		
Nro.200	20.5		
Fondo	8.0		
Total	499.5		

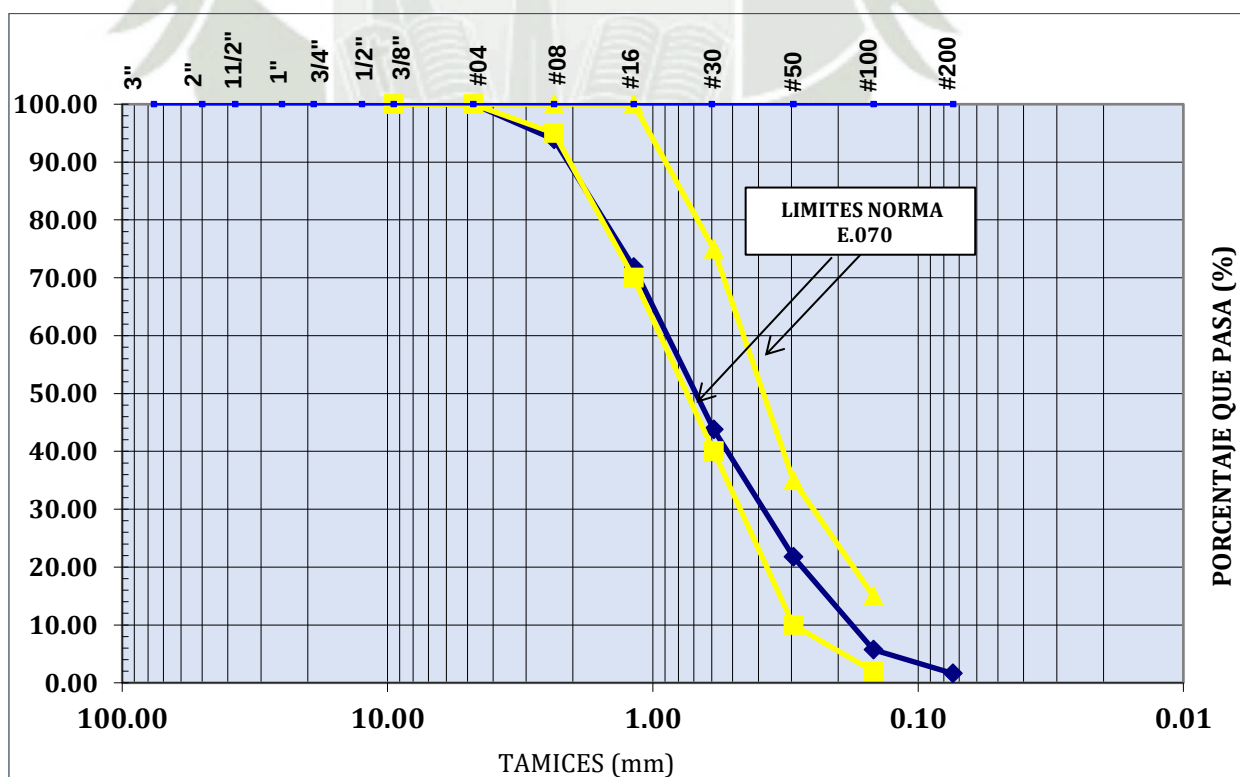
Fuente: Elaboración propia (2022)

- Como se obtuvo un error de 0.5 g lo que corresponde a un 0.1%, se realiza una corrección a dicho resultado obteniendo así los cálculos finales.

Tabla N° 74: Resultados corregidos del análisis granulométrico de la Arena Gruesa

Tamices	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acu. (%)	Porcentaje Pasante (%)
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro.4	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro.8	30.57	6.11	6.11	93.89
Nro.16	110.37	22.07	28.19	71.81
Nro.30	140.17	28.03	56.22	43.78
Nro.50	110.07	22.01	78.24	21.76
Nro.100	80.17	16.03	94.27	5.73
Nro.200	20.57	4.11	98.39	1.61
Fondo	8.07	1.61	100.00	0.00
Total	500.00	100.000		

Fuente: Elaboración propia (2022)


Gráfico N° 13: Curva Granulométrica de la Arena Gruesa

Fuente: Elaboración propia

- Módulo de fineza:

$$MF = \frac{\Sigma \% \text{ret. acum.} (3/8'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

$$MF = \frac{(0.00 + 0.00 + 6.11 + 28.19 + 56.22 + 78.24 + 94.27)}{100}$$

$$MF = 2.6$$

El resultado se acerca al valor máximo (MF=2.5), considerando en líneas generales como aceptable.

5. 1. 5 Resistencia a la compresión axial de mortero de albañilería (NTP 399.610).

Para la obtención de los resultados del ensayo de compresión axial de mortero de albañilería se siguieron los procedimientos mencionados en el ítem 4.1.5. según norma. Estos resultados obedecen a la siguiente ecuación.

Ecuación N° 8: Resistencia a la Compresión Axial del Mortero

$$f = \frac{F}{\text{área}}$$

Dónde:

f = resistencia a la compresión axial del mortero (kg/cm²).

F = carga de rotura (kg).

área = área de contacto para la rotura (cm²).

Tabla N° 75: Resultados del Ensayo a la Resistencia a la Compresión en Cubos de Mortero, Dosificación cemento: arena (1:3)

CODIGO	DIMENSIONES			FUERZA (F) (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
	L (cm)	A (cm)	ÁREA (cm ²)		(kg/cm ²)	(MPa)
01	5.00	5.00	25.00	3170.00	126.80	12.43
02	5.10	5.20	26.52	3283.00	123.79	12.14
03	5.00	5.00	25.00	4113.00	164.52	16.13
04	5.10	5.10	26.01	3901.00	149.98	14.71
05	5.00	5.20	26.00	3120.00	120.00	11.77
06	4.90	5.30	25.97	4076.00	156.95	15.39
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio				PROMEDIO	140.34	13.76

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla N° 76: Resultados del Ensayo a la Resistencia a la Compresión en Cubos de Mortero, Dosificación cemento: arena (1:5)

CODIGO	DIMENSIONES			FUERZA (F) (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
	L (cm)	A (cm)	ÁREA (cm ²)		(kg/cm ²)	(MPa)
01	5.10	5.10	26.01	2531.00	97.31	9.54
*02	5.10	5.10	26.01	1746.00	67.13	6.58
03	5.10	5.10	26.01	2461.00	94.62	9.28
04	5.10	5.10	26.01	2434.00	93.58	9.18
05	5.10	5.10	26.01	2461.00	94.62	9.28
*06	5.00	5.10	25.50	2243.00	87.96	8.63
(*) Datos Atípicos , no se tomaron en cuenta en el promedio				PROMEDIO	95.03	9.32

Fuente: Elaboración propia (2022)

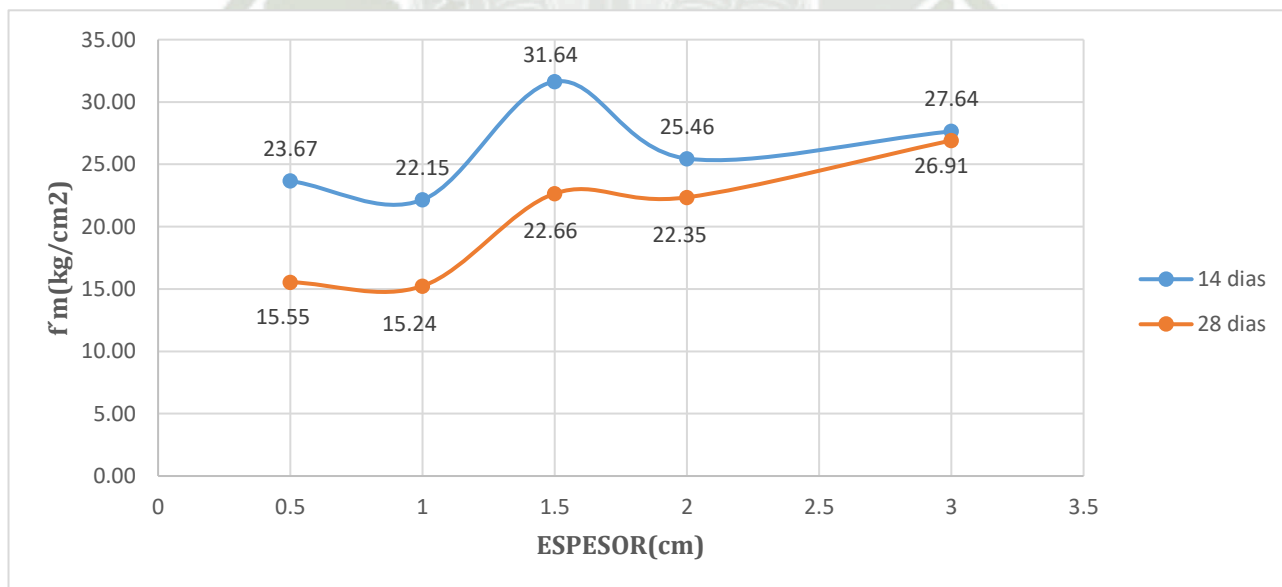
5. 1. 6 Resumen de resultados de las resistencias a la compresión axial de los prismas de albañilería.

5. 1. 6. 1. Comportamiento de la resistencia a la compresión axial de los prismas de albañilería a través del tiempo.

Tabla N° 77:

EDAD	14 DIAS				28 DIAS			
LADRILLO	ARTESANAL		INDUSTRIAL		ARTESANAL		INDUSTRIAL	
DOSIFICACIÓN	1 : 3	1 : 5	1 : 3	1 : 5	1 : 3	1 : 5	1 : 3	1 : 5
ESPESOR(cm)	$f'm(kg/cm^2)$				$f'm(kg/cm^2)$			
0.5	23.67	18.17	18.10	24.08	15.55	18.55	22.39	17.99
1	22.15	19.98	35.24	34.58	15.24	21.33	38.04	38.67
1.5	31.64	25.29	44.15	30.73	22.66	24.50	42.60	46.88
2	25.46	24.04	44.08	29.05	22.35	22.93	45.70	43.21
3	27.64	23.29	34.60	27.67	26.91	22.29	31.44	32.52

Fuente: Elaboración propia (2022)



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 14: Evolución de la Resistencia a la Compresión ($f'm$) a través del tiempo de los Prismas de ladrillo Artesanal con mortero de proporción cemento arena (1:3).

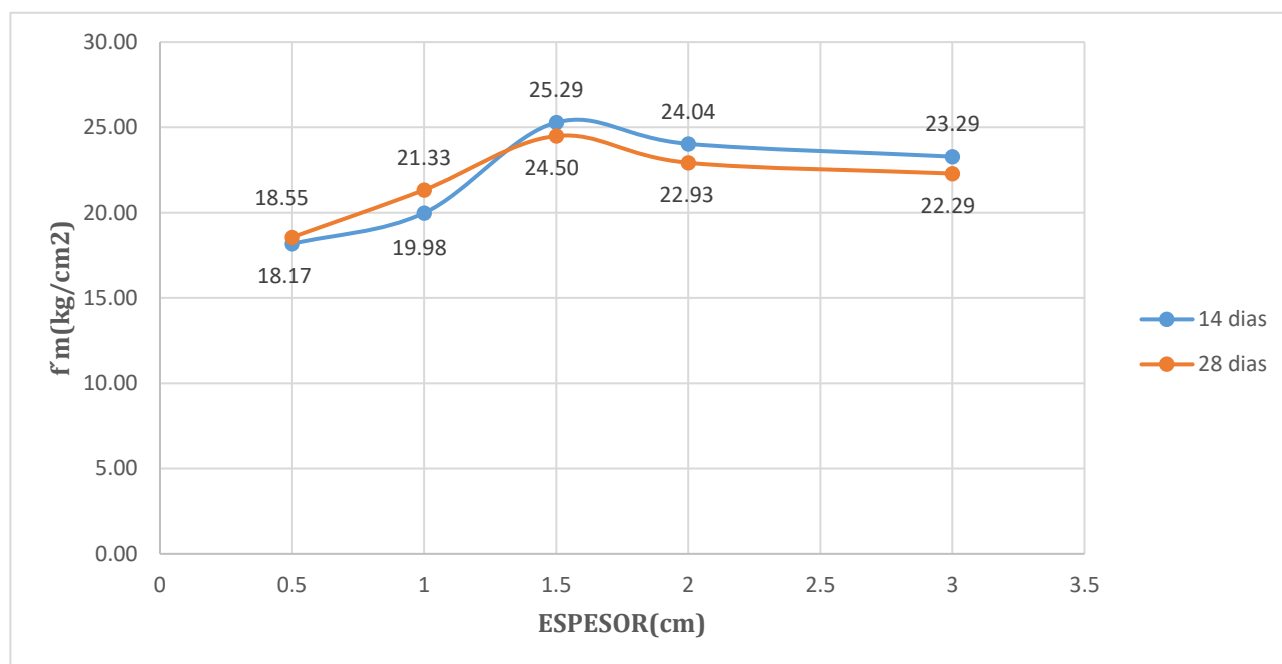


Gráfico N° 15: Evolución de la Resistencia a la Compresión ($f'm$) a través del tiempo de los Prismas de ladrillo Artesanal con mortero de proporción cemento arena (1:5).

Fuente: Elaboración propia

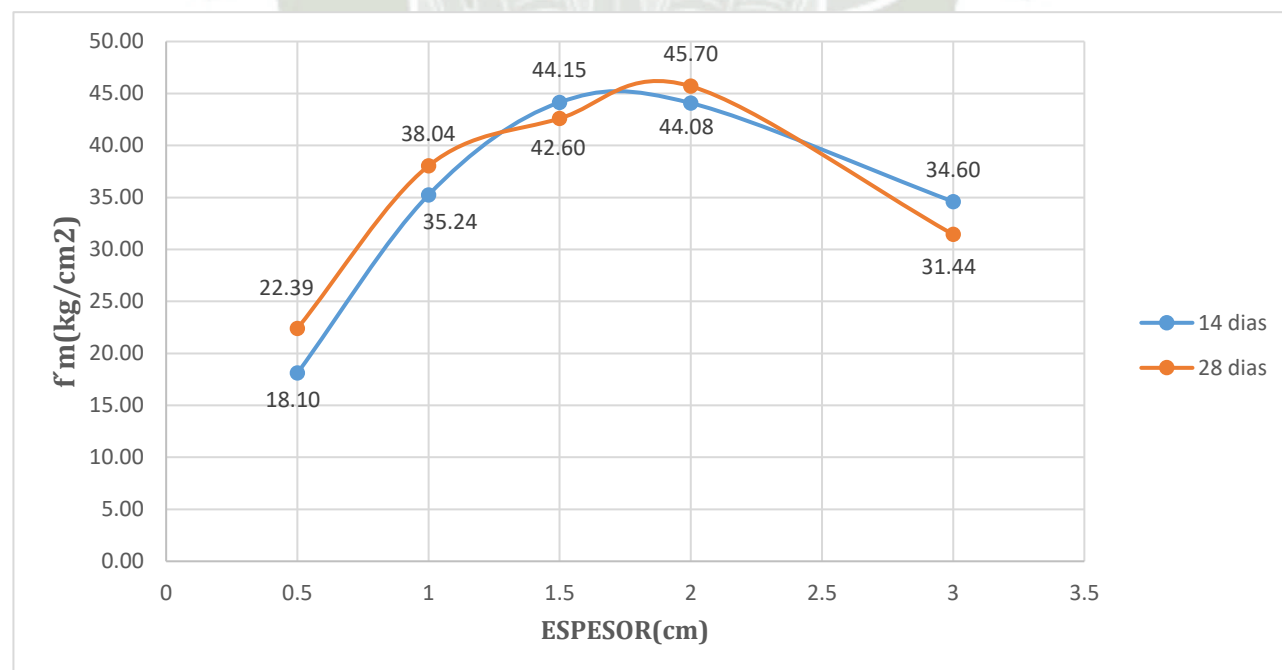


Gráfico N° 16: Evolución de la Resistencia a la Compresión ($f'm$) a través del tiempo de los Prismas de ladrillo Industrial con mortero de proporción cemento arena (1:3).

Fuente: Elaboración propia

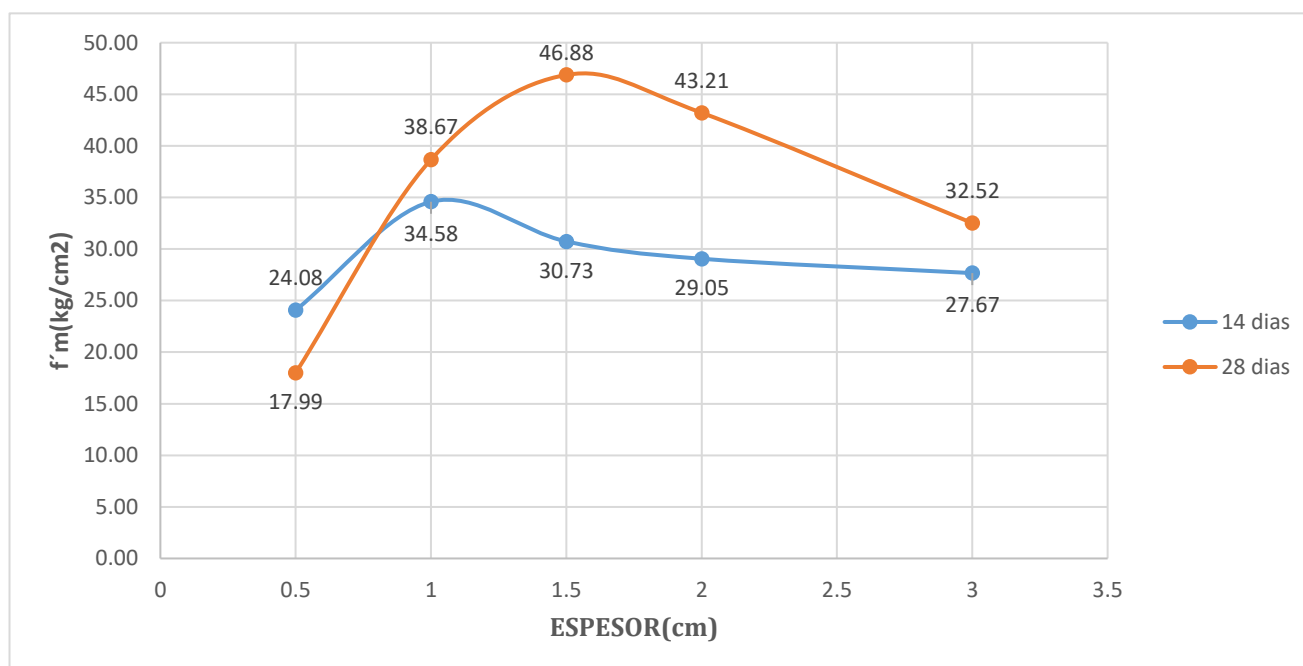


Gráfico N° 17: Evolución de la Resistencia a la Compresión ($f'm$) a través del tiempo de los Prismas de ladrillo Industrial con mortero de proporción cemento arena (1: 5).

Fuente: Elaboración propia

5. 1. 6. 2. Comparación de las resistencias a la compresión axial de prismas de albañilería según la proporción cemento arena.

Tabla N° 78: Resistencias a la Compresión axial de los prismas de albañilería en función de la proporción cemento arena.

MORTERO	1 : 3				1 : 5			
LADRILLO	ARTESANAL		INDUSTRIAL		ARTESANAL		INDUSTRIAL	
EDAD	14	28	14	28	14	28	14	28
ESPEJOR(cm)	f' m(kg/cm ²)				f' m(kg/cm ²)			
0.5	23.67	15.55	18.10	22.39	18.17	18.55	24.08	17.99
1	22.15	15.24	35.24	38.04	19.98	21.33	34.58	38.67
1.5	31.64	22.66	44.15	42.60	25.29	24.50	30.73	46.88
2	25.46	22.35	44.08	45.70	24.04	22.93	29.05	43.21
3	27.64	26.91	34.60	31.44	23.29	22.29	27.67	32.52

Fuente: Elaboración propia (2022)

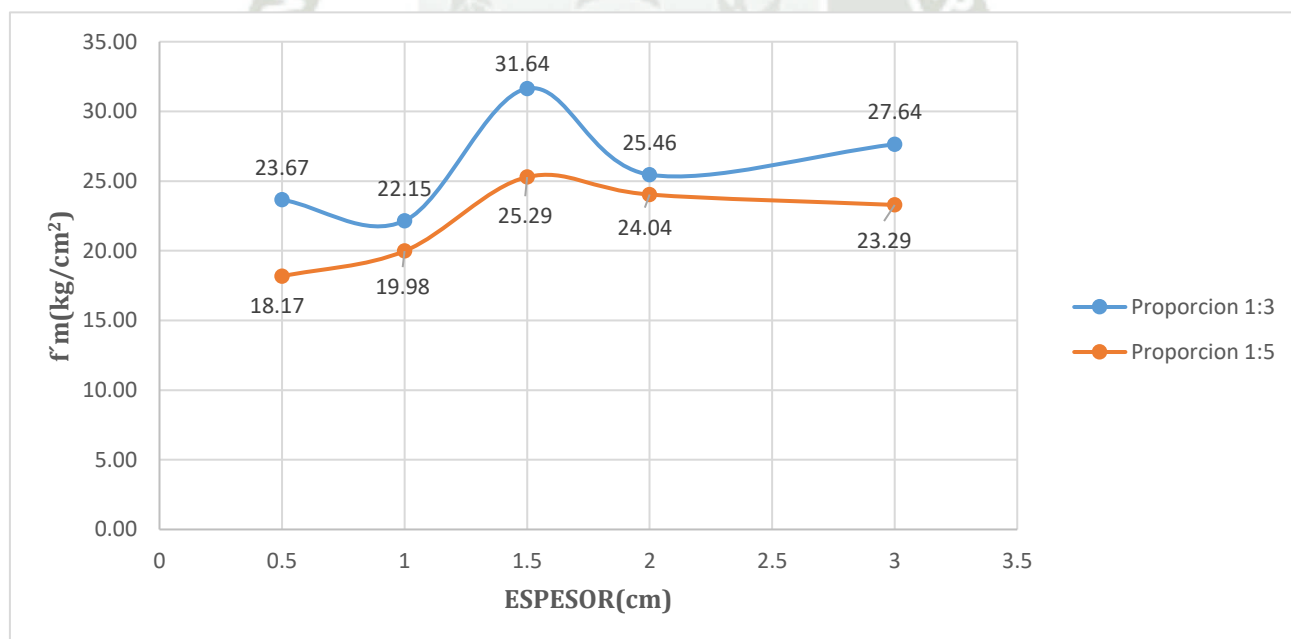


Gráfico N° 18: Comportamiento de la Resistencia a la Compresión (f'm) de los Prismas de ladrillo Artesanal según el tipo de mortero, a una edad de 14 días.

Fuente: Elaboración propia

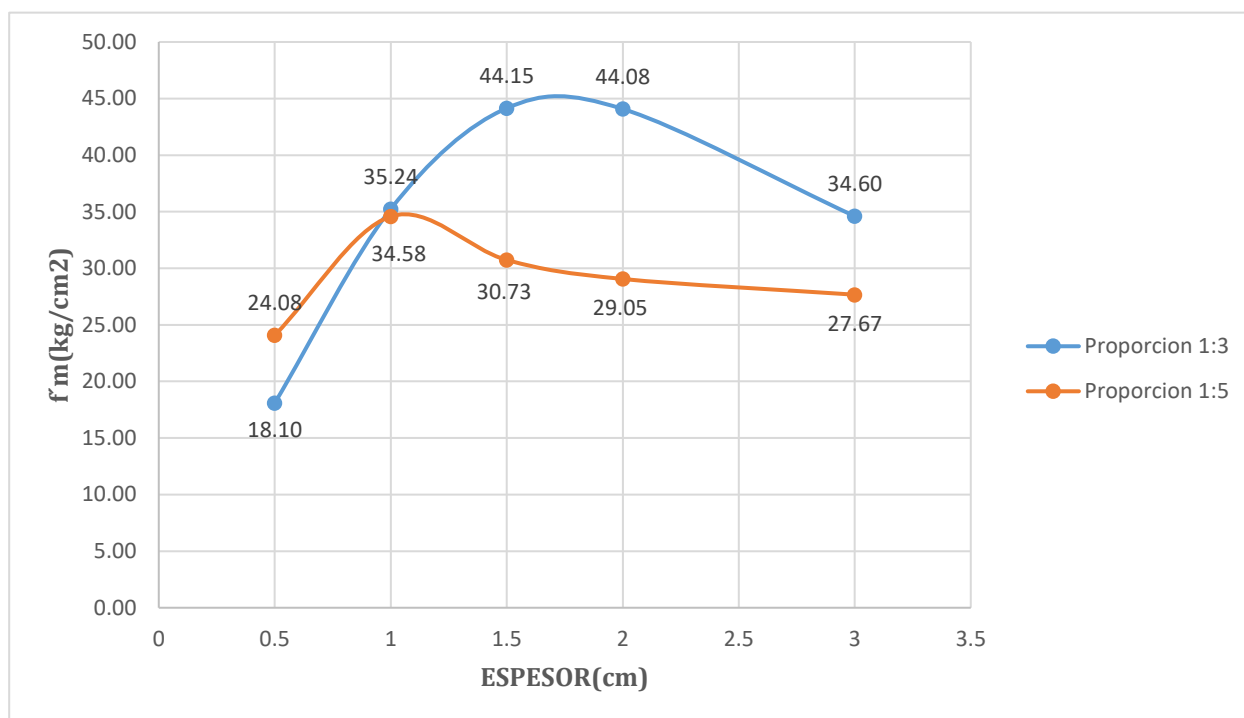


Gráfico N° 19: Comportamiento de la Resistencia a la Compresión ($f'm$) de los Prismas de ladrillo Industrial según el tipo de mortero, a una edad de 14 días.

Fuente: Elaboración propia

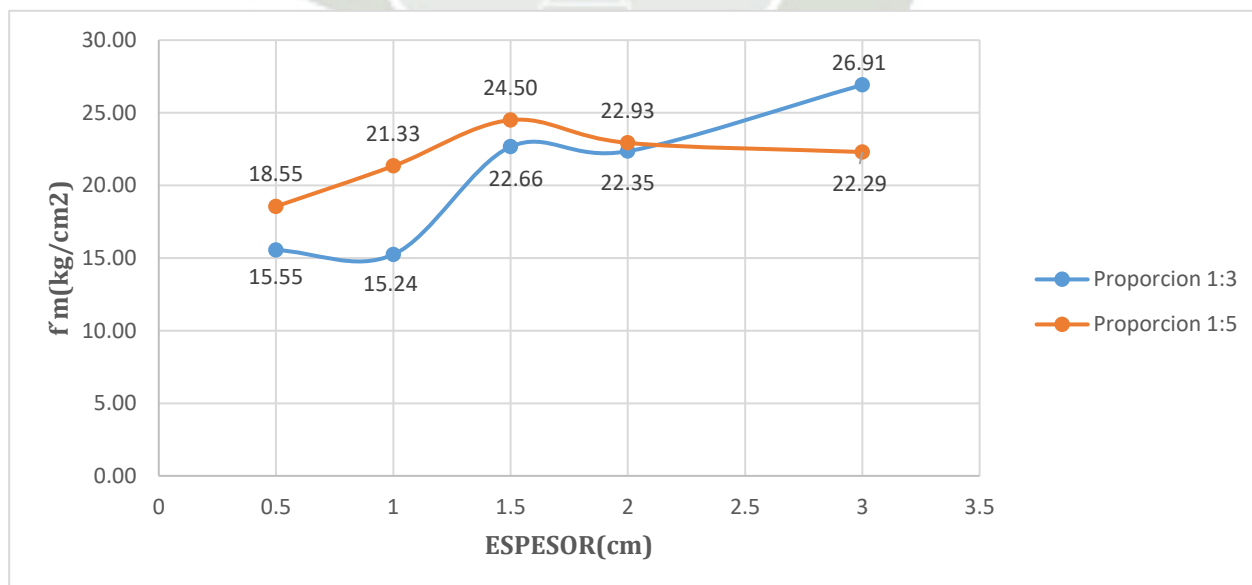


Gráfico N° 20: Comportamiento de la Resistencia a la Compresión ($f'm$) de los Prismas de ladrillo Artesanal según el tipo de mortero, a una edad de 28 días.

Fuente: Elaboración propia

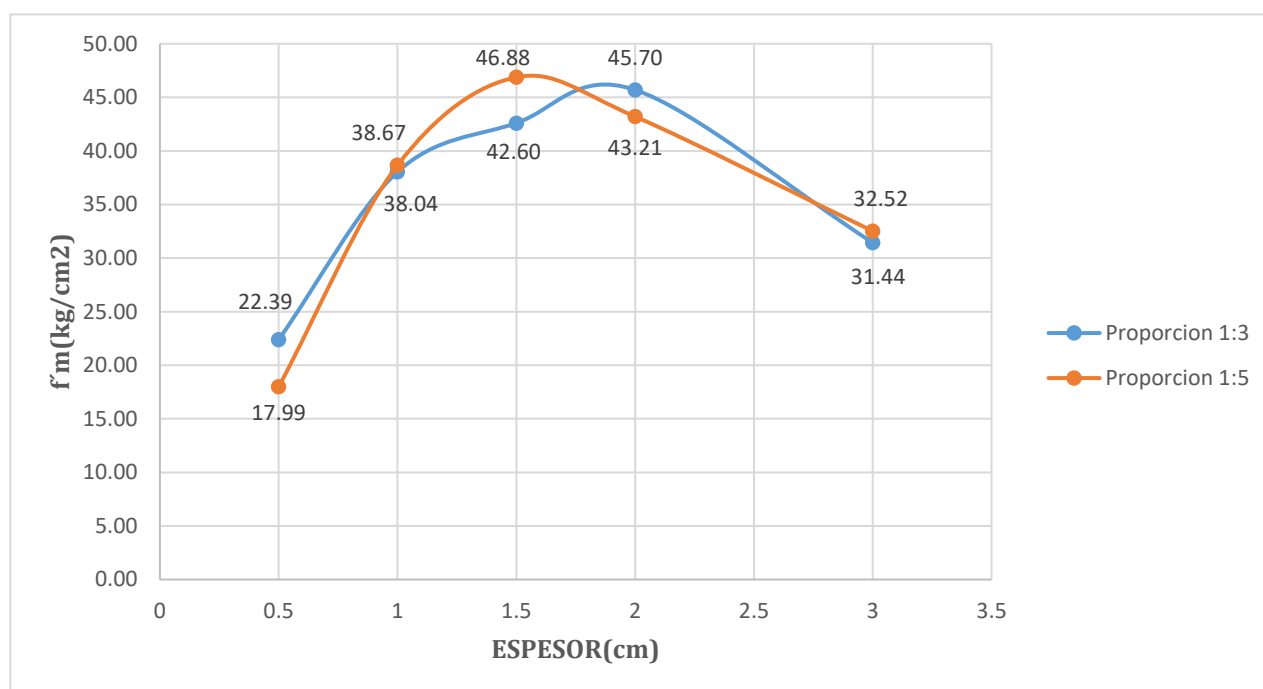


Gráfico N° 21: Comportamiento de la Resistencia a la Compresión ($f'm$) de los Prismas de ladrillo Industrial según el tipo de mortero, a una edad de 28 días.

Fuente: Elaboración propia

5. 1. 7 Discusión de resultados.

1. Según los resultados obtenidos en las Gráficas N° 14 y N°16, la resistencia f'_m en prismas de unidades artesanales con mortero de proporción cemento arena (1:3) disminuye a través del tiempo(desde los 14 hasta los 28 días), mientras que la f'_m en prismas de unidades industriales con mortero de misma proporción (1:3) se mantiene, esto podría explicarse tomando en cuenta que las unidades artesanales tienen un mayor porcentaje de succión que las industriales, por ende, extraen el agua del mortero disminuyendo su resistencia y a la vez la resistencia de las pilas o prismas.
2. La resistencia f'_m en los prismas elaborados con unidades artesanales con mortero de proporción cemento arena (1:5) disminuye a través del tiempo levemente en la mayoría de espesores, mientras que para los prismas elaborados con unidades industriales con mortero de misma proporción (1:5) aumenta de manera significativa a los 28 días, esto se debe a que las unidades de albañilería industriales, tienen menor capacidad de succión, manteniéndose la humedad de su mortero a diferencia de lo que sucede con las unidades artesanales las cuales como apreciamos en el punto anterior extrae rápidamente agua de su mortero; Graficas N° 15 y N° 17.
3. En los Gráficos N° 18 y N° 19, observamos tanto para los prismas de unidades artesanales como de industriales con proporción cemento arena (1:3) que la resistencia f'_m es superior a la de proporción (1:5) a los 14 días de edad, mientras que la f'_m a los 28 días de edad (Graficas N° 20 y N° 21), en los prismas de unidades artesanales elaborados con proporción cemento arena (1:5) superan ligeramente a los de proporción (1:3) en la mayoría de espesores, por otro lado los prismas elaborados con unidades industriales presentan una resistencia f'_m similar para los dos tipos de mortero y en todos sus espesores de junta a los 28 días (Grafica N°21), mientras que los elaborados con unidades artesanales a los 28 dias (Grafica N°20), presentan una f'_m distinta para sus dos tipos de mortero, esto podría deberse a la irregularidad que tienen las unidades artesanales tanto en dimensiones, resistencia de unidad f'_b . capacidad de succion y absorción, homogeneidad de materiales, etc., deficiencias que las unidades industriales han disminuido notablemente.

4. De los puntos anteriores se puede decir que la resistencia que tiene el mortero No influye en la resistencia del prisma, sin embargo, es determinante para esta, la calidad de la unidad y por ende la resistencia de la unidad de albañilería con la que se construye f'_{b} .
5. La Grafica N° 20 refleja la naturaleza irregular que puede ocasionar las unidades de albañilería artesanal arrojando resultados con anomalías o puntos excepcionales, esto puede subsanarse aumentando el número de ensayos de testigos para disminuir el sesgo particular de estos.
6. El factor determinante para la clasificación de las unidades de albañilería fue el de la resistencia a la compresión axial (f'_{b}) (Tabla N° 25 y N° 26) ya que la variación dimensional y alabeo clasifican a los dos tipos de unidades (artesanales e industriales) en ladrillo clase V sin embargo la resistencia (f'_{b}) hace la diferencia colocando a la unidad artesanal como tipo I con una resistencia de (59.53 kg/cm²) y a la unidad industrial como tipo IV con una resistencia de (147.50 kg/cm²), reflejando así la calidad de cada una, la cual afectará directamente en la resistencia alcanzada por los prismas de albañilería.
7. Podemos decir de los resultados obtenidos, que un espesor de junta de mortero adecuado para la construcción es el de 1.5 cm con dosificación cemento arena de (1:5).
8. La curva del análisis granulométrico (Grafico N° 13) de la arena gruesa se acerca al límite inferior establecido por la NTP E 070, en donde el porcentaje pasante en las mallas N° 8 y N° 16 se acerca al límite inferior, sin embargo, se considera el análisis granulométrico en líneas generales como aceptable.
9. El módulo de fineza obtenido es de 2.6 acercándose al valor máximo recomendado por la NTP E.070 (MF=2.5), considerando que la curva granulométrica está dentro de los límites establecidos de la norma, se considera el Modulo de fineza de la arena como aceptable.

CONCLUSIONES

1. La consecuencia de la variación del espesor de junta de mortero causa que la resistencia a la compresión (f'_m) aumente desde un valor bajo o mínimo de espesor de junta de mortero pasando a su valor máximo de resistencia f'_m en 1.5 cm de espesor de junta y disminuyendo la (f'_m) nuevamente a un valor mínimo o bajo.
2. La hipótesis que se asevera en esta investigación es correcta, pues, la resistencia a la compresión axial (f'_m) disminuye desde un valor óptimo de espesor de junta de mortero el cual es de 1.5 cm de espesor, corroborando las recomendaciones sobre el espesor de junta de mortero realizadas en la NTP E.070.
3. Las curvas de esfuerzo (f'_m) vs espesor que se dibujan en todos los casos tienen una forma acampanada, obteniendo en la meseta de estas curvas los valores máximos del esfuerzo, a los cuales les pertenece los valores de 1.5 y 2.0 cm de espesor.
4. El espesor de junta de mortero que logra la mayor resistencia a la compresión axial (f'_m) a los 28 días de edad tomando en cuenta los prismas de unidades artesanales como industriales, es el de 1.5 cm de espesor elaborado con unidades industriales con mortero de proporciones cemento arena (1:5), el cual alcanza una resistencia (f'_m) de 46.88 kg/cm², congruente con las altas resistencias propias de las unidades de albañilería industrial. (Grafico N° 21)
5. Un valor excepcional es el que se registra en las resistencias alcanzadas en prismas de unidades de albañilería artesanales, a una edad de 28 días, el correspondiente a un espesor de 3.0 cm con mortero de proporciones cemento arena (1:3), arrojando un valor máximo de resistencia (f'_m) de 26.91 kg/cm², producto de las variaciones de la misma unidad de albañilería empleada en la elaboración de estos prismas. (Grafico N° 20)
6. El valor máximo de resistencia a la compresión axial (f'_m) a los 28 días de edad en los prismas elaborados con unidades artesanales obviando el resultado excepcional mencionado en el punto anterior, es de 24.50 kg/cm² correspondiente a un espesor de junta de mortero de 1.5 cm, con proporción cemento arena (1:5).

7. Tanto para los prismas o pilas elaborados con unidades artesanales e industriales, el mortero que arrojó resistencias más altas fue el de proporción cemento arena (1:5) a una edad de 28 días. (Grafico N° 20) y (Grafico N° 21)
8. La variación del espesor de junta de mortero influye en la resistencia a la compresión (f'_m) haciendo que esta aumente desde un valor mínimo de espesor pasando a su valor máximo en 1.5 cm de altura y disminuyendo nuevamente a un valor mínimo.
9. La variación dimensional para los dos tipos de ladrillo (artesanal e industrial) no sobrepasa el 1 % en ninguna de sus dimensiones clasificándolos (solo por esta consideración) como ladrillos tipo V.
10. Para las unidades industriales y artesanales la concavidad es la mismas (1.2 mm) sin embargo solo el ladrillo artesanal presenta convexidad (0.7 mm).
11. El ensayo de absorción para las unidades industriales fue de 16.4 %, mientras que para las unidades artesanales significó un decremento de casi el 1% dando un 15.5 % de porcentaje de absorción, no existiendo una diferencia notable entre estos.
12. La succión o periodo inicial de absorción en cambio sí muestra una diferencia significativa colocando al ladrillo artesanal (63.1 g/min/200 cm) por encima del industrial (51.9 g/min/200 cm), este dato se debe tomar en cuenta para el riego de las unidades antes del asentado.
13. El ladrillo Industrial soporta mayores cargas de compresión (147.56 kg/cm²) mostrando un mejor comportamiento ante el ladrillo artesanal (59.53 kg/cm²), este factor influye directamente en la resistencia a la compresión de las pilas o prismas.
14. El área de vacíos o huecos que posee la unidad industrial es de 24.6% por lo que su sección transversal sólida posee un área mayor al 70 % clasificándolo como una unidad sólida o maciza ideal para muros portantes.
15. Los ensayos clasificatorios (Variación dimensional, alabeo y resistencia a la compresión de unidades (f'_b)) realizados en el presente trabajo, clasificaron al ladrillo artesanal como tipo I, mientras que el ladrillo industrial se clasifica como tipo IV.
16. Se elaboraron 160 prismas con éxito según las especificaciones de la norma NTP 399.605 tanto para los elaborados con unidades artesanales e industriales en todas sus variantes de mortero y de espesores según Tabla N° 15.

17. El espesor que alcanzo mayor resistencia a los 28 días ($f'm$) fue el de 1.5 cm (46.88 kg/cm^2) para los prismas elaborados con unidades industriales con proporción cemento arena (1:5), para el caso de prismas con unidades artesanales el espesor de junta de mortero con mayor resistencia fue el de 3.0 cm con (26.91 kg/cm^2) de proporciones cemento arena (1:3).
18. La corrección por esbeltez (H/A) en el cálculo de la resistencia a la compresión de prismas ($f'm$) representa un decremento significativo de hasta un 25 %, este significara una disminución considerable en la resistencia ($f'm$) final.
19. La curva granulométrica de la arena gruesa se establece dentro de los parámetros que indica la norma de albañilería, por lo que la hace útil para la elaboración de mortero.
20. El mortero que alcanzo mayor resistencia a la compresión fue el de proporciones cemento arena (1:3) con un valor 140 kg/cm^2 por encima del mortero de proporciones (1:5) que solo alcanzo 95 kg/cm^2 , esta resistencia no afecta proporcionalmente a la resistencia alcanzada por los prismas de albañilería.

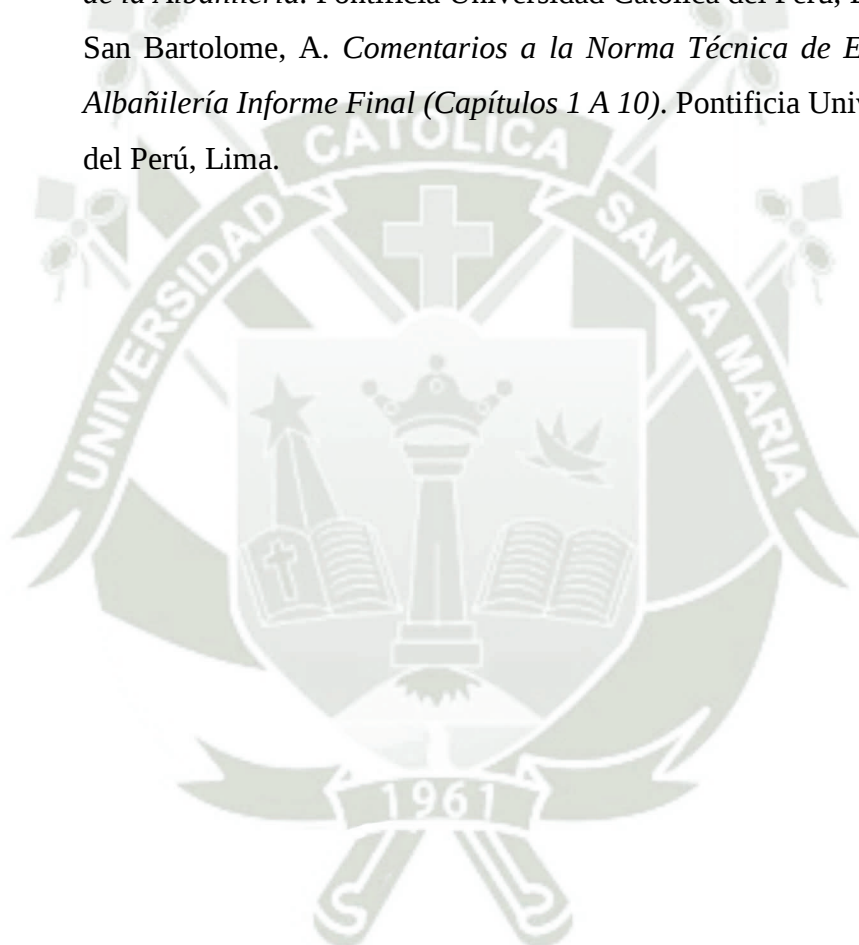
RECOMENDACIONES

1. Al momento de realizar los ensayos, se debe trabajar en un ambiente controlado para que factores externos a nuestra investigación como la humedad del ambiente la temperatura del recinto, la exposición al sol y demás, no altere de sobremanera los resultados de los distintos ensayos que se van a ejecutar.
2. Al tener un gran número de especímenes y ensayos a realizar, una codificación clara y simplificada nos ayudará a identificar rápidamente los especímenes sujetos de ensayos, eliminando errores de duplicación o suplantación de datos, los cuales son comunes en situaciones de descuido.
3. Se debe realizar ensayos de resistencia a compresión en prismas con un número mayor de variables, para así complementar el trabajo de investigación y tener un mayor entendimiento del comportamiento que surge al variar estos factores.
4. En el caso de prismas(pilas) elaborados con unidades artesanales se debe realizar una comparación entre pilas con unidades que poseen un alabeo exagerado o de consideración con las que no poseen alabeo o es mínimo, para saber el efecto que causa estas unidades en la resistencia a la compresión final de los prismas.
5. Ensayar un mínimo de 5 especímenes por tipo de prisma, ya que el ensayo puede arrojar resultados atípicos o aberrantes los cuales deben eliminarse, posteriormente esto nos dará un mayor entendimiento del comportamiento de los especímenes en el ensayo, el estudio será más confiable entre más datos se obtenga.
6. Se debe tomar en cuenta al momento de analizar los resultados de los ensayos, los comportamientos de los materiales empleados durante la ejecución de la investigación ya que estos nos proporcionan un mayor entendimiento de los resultados esperados o de los resultados excepcionales que se presentarán.
7. Los resultados obtenidos en esta investigación solo son válidos con los materiales con los cuales se desarrolló la presente, no se puede generalizar ni extender a otro tipo de materiales, procedimientos o variantes de mortero, por lo que se recomienda tomar este trabajo como base de investigación mas no aplicar las conclusiones vertidas aquí sin los respectivos ensayos previos.
8. Realizar un número mayor de ensayos a los considerados en esta investigación para ampliar la muestra y conseguir resultados mucho mas confiables.

REFERENCIA

- Casati, M., Monteagudo, S., Gálvez, J., & Al-Assadi, G. (2013). *Influencia del espesor de la junta de mortero en muros de ladrillo sometidos a esfuerzos de compresión*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Chura F, Santos. (1994). *Estudio del Espesor del Mortero en Muros de Albañilería de Arcilla Cocida*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima.
- Colacce, C., Leao, C., & Pastorino,la D. (2005). *MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL*. Instituto de Estructuras y Transporte.
- Díaz V, Juan. (2014). *Historia de la Albañilería*. Proyecto de Investigación Universidad Andina del Cusco, Cusco.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (Perú). Características Particulares de las Viviendas Censadas. (2007-2017). Lima, Perú.
- Iruri P, Jorge. (2011). *Diagnóstico de la Construcción en Arequipa, riesgos y oportunidades*. Seminario: Normatividad y Gestión para Edificaciones Seguras y Saludables, Arequipa.
- Monteagudo, S. M., Casati, M. J., Gálvez, J. C., Kratochvil, J., & Al-Assadi, G. (2011). *Evaluación Estructural Mediante Ultrasonidos del Efecto del Espesor de La Junta de Mortero en Muros de Fábrica de Ladrillo Cerámico Sometidos a Esfuerzos de Compresión hasta su Rotura*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Ramírez H, Mayra. (2018). *Influencia del Tiempo de Exposición al Agua en la Resistencia a la Compresión (f'_m) de prismas de albañilería fabricados con ladrillos artesanales e industriales de arcilla en la Ciudad de Arequipa*. Tesis de Grado, Universidad Católica de Santa María, Arequipa.
- Ríos V, Freddy. (2018). *Evaluación de Las Propiedades Físicas y Mecánicas de Las Unidades de Albañilería de Arcilla Fabricadas Artesanalmente en La Ciudad de Huánuco durante El Año 2017*. Tesis de Grado, Universidad de Huánuco, Huánuco.
- Quiun W, Daniel (2005). *Corrección por Esbeltez en Pilas de Albañilería ensayadas a Compresión Axial*. Proyecto de Investigación. Gerencia de Investigación y Normalización SENCICO, Lima.

- Sáenz C, Miluska. (2016). *Influencia del Espesor de la Junta de Mortero en la Resistencia a Compresión axial de pilas de Albañilería*. Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte. Cajamarca.
- San Bartolome, A. (1994). *Construcciones de Albañilería - Comportamiento Sísmico y Estructural-*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- San Bartolome, A y Castro M. *Efecto de Cinco Variables sobre la Resistencia de la Albañilería*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- San Bartolome, A. *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería Informe Final (Capítulos 1 A 10)*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.



INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Perú: Viviendas particulares censadas con ocupantes presentes, según departamento, 2007	1
Tabla N° 2: Perú: Viviendas particulares censadas con ocupantes ausentes, según departamento, 2007 y 2017	2
Tabla N° 3: Perú: Viviendas particulares con ocupantes presentes según material predominante en las paredes exteriores, 1993, 2007 y 2017	3
Tabla N° 4: Perú: Viviendas particulares con material noble predominante en las paredes exteriores, según departamento, 2007 y 2017	4
Tabla N° 5: Operacionalización de las variables	12
Tabla N° 6: Tensión de rotura de las probetas ensayadas	15
Tabla N° 7: Resistencia a compresión f_m y Modulo de Elasticidad E_a	17
Tabla N° 8: Diferencia respecto al Patrón y su Calificación	18
Tabla N° 9: Resistencia a la Compresión Axial (kg/cm^2)	19
Tabla N° 10: Coeficiente de variación representativa de materiales de ingeniería	25
Tabla N° 11: Clasificación de la unidad de albañilería para fines estructurales	29
Tabla N° 12: Tipos de Morteros	31
Tabla N° 13: Granulometría de la Arena Gruesa	31
Tabla N° 14: Técnicas e Instrumentos a utilizar para la recolección de datos	41
Tabla N° 15: Cantidad de prismas (artesanales e industriales) con diferentes espesores que se elaborará	42
Tabla N° 16: Relación de ensayos realizados	65
Tabla N° 17: Resultados del Ensayo de Variacion Dimensional del Largo - Ladrillo Industrial	66
Tabla N° 18: Resultados del Ensayo de Variación Dimensional del Ancho - Ladrillo Industrial	67
Tabla N° 19: Resultados del Ensayo de Variación Dimensional del Alto - Ladrillo Industrial	67

Tabla N° 20: Resultados del Ensayo de Variación Dimensional del Largo - Ladrillo Artesanal	68
Tabla N° 21: Resultados del Ensayo de Variación Dimensional del Ancho - Ladrillo Artesanal	68
Tabla N° 22: Resultados del Ensayo de Variación Dimensional del Alto - Ladrillo Artesanal	69
Tabla N° 23: Resultados del Ensayo de Concavidad y Convexidad del Ladrillo Industrial	69
Tabla N° 24: Resultados del Ensayo de Concavidad y Convexidad del Ladrillo Artesanal	70
Tabla N° 25: Resultados del Ensayo a la Resistencia a la compresión (f'_{b}) de las unidades de Albañilería Artesanal.....	71
Tabla N° 26: Resultados del Ensayo a la Resistencia a la compresión (f'_{b}) de las unidades de Albañilería Industrial.....	71
Tabla N° 27: Resultados del Ensayo de Succión del Ladrillo Industrial	72
Tabla N° 28: Resultados del Ensayo de Succión del Ladrillo Artesanal	73
Tabla N° 29: Resultados del Ensayo de Absorción del Ladrillo Industrial	74
Tabla N° 30: Resultados del Ensayo de Absorción del Ladrillo Artesanal	74
Tabla N° 31: Volúmenes promedios obtenidos del Ladrillo Industrial	76
Tabla N° 32: Resultados del Ensayo de Porcentaje de Vacíos del Ladrillo Industrial	76
Tabla N° 33: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 0.5 cm.....	77
Tabla N° 34: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 1 cm.....	78
Tabla N° 35: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 1.5 cm.....	78
Tabla N° 36: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 2 cm.....	79

Tabla N° 37: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 3 cm.....	79
Tabla N° 38: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 0.5 cm.....	80
Tabla N° 39: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 1 cm.....	81
Tabla N° 40: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 1.5 cm.....	81
Tabla N° 41: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 2 cm.....	82
Tabla N° 42: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 3 cm.....	82
Tabla N° 43: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 0.5 cm.....	83
Tabla N° 44: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 1 cm.....	84
Tabla N° 45: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 1.5 cm.....	84
Tabla N° 46: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 2 cm.....	85
Tabla N° 47: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 3 cm.....	85

Tabla N° 48: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 0.5 cm.....	86
Tabla N° 49: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 1 cm.....	87
Tabla N° 50: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 1.5 cm.....	87
Tabla N° 51: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 2 cm.....	88
Tabla N° 52: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 14 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 3 cm.....	88
Tabla N° 53: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 0.5 cm.....	89
Tabla N° 54: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 1 cm.....	90
Tabla N° 55: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 1.5 cm.....	90
Tabla N° 56: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 2 cm.....	91
Tabla N° 57: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 3 cm.....	91
Tabla N° 58: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 0.5 cm.....	92

Tabla N° 59: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 1 cm.....	93
Tabla N° 60: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 1.5 cm.....	93
Tabla N° 61: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 2 cm.....	94
Tabla N° 62: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:3) con grosor de junta de 3 cm.....	94
Tabla N° 63: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 0.5 cm.....	95
Tabla N° 64: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 1 cm.....	96
Tabla N° 65: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 1.5 cm.....	96
Tabla N° 66: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 2 cm.....	97
Tabla N° 67: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Artesanales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 3 cm.....	97
Tabla N° 68: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 0.5 cm.....	98
Tabla N° 69: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 1 cm.....	99

Tabla N° 70: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 1.5 cm.....	99
Tabla N° 71: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 2 cm.....	100
Tabla N° 72: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial de los Prismas de albañilería de Unidades Industriales a los 28 días de edad, con dosificación cemento: arena (1:5) con grosor de junta de 3 cm.....	100
Tabla N° 73: Datos del análisis granulométrico del Arena Gruesa	102
Tabla N° 74: Resultados corregidos del análisis granulométrico de la Arena Gruesa.....	103
Tabla N° 75: Resultados del Ensayo a la Resistencia a la Compresión en Cubos de Mortero, Dosificación cemento: arena (1:3)	105
Tabla N° 76: Resultados del Ensayo a la Resistencia a la Compresión en Cubos de Mortero, Dosificación cemento: arena (1:5)	105
Tabla N° 77: Evolución de la Resistencia a la Compresión axial de los prismas de albañilería a través del tiempo.....	106
Tabla N° 78: Resistencias a la Compresión axial de los prismas de albañilería en función de la proporción cemento arena.	109

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Albañilería con junta de 1.5 cm de espesor.....	6
Figura N° 2: Albañilería con junta de espesor variable	7
Figura N° 3: VPU en función de la carga en pilares	14
Figura N° 4: VPU en función de la carga en muros.....	14
Figura N° 5: Tipos de arreglos en albañilería	22
Figura N° 6: Momento paralelo y perpendicular a la junta.....	23
Figura N° 7: Fuerza de compresión perpendicular a la junta horizontal.....	23
Figura N° 8: Albañilería de unidades de arcilla, destrucción por la acción combinada de sulfatos y humedad.....	26
Figura N° 9: Albañilería de unidades silico-calcareas. Daños severos ocasionados por la acción erosiva del viento marino.....	26
Figura N° 10: Unidad solida	27
Figura N° 11: Unidad Hueca.....	28
Figura N° 12: Unidad Tubular	28
Figura N° 13: Unidad Apilable	29
Figura N° 14: Curvas normalizadas esfuerzo de compresión (f'_b) vs deformación unitaria de unidades ensayadas en compresión	33
Figura N° 15: Determinación de la altura de la hilada.....	33
Figura N° 16: Esquema de agrietamiento típico	35
Figura N° 17: Esfuerzos en el ladrillo y en el mortero por efecto de la carga unitaria axial.....	36
Figura N° 18: Ensayo en la caja de corte	37
Figura N° 19: Similitud de la falla en el ensayo de corte y en un sismo	38
Figura N° 20: Medida del largo y ancho del ladrillo industrial	44
Figura N° 21: Medida del largo del ladrillo artesanal.....	44
Figura N° 22 Medida del ancho del ladrillo artesanal.....	44
Figura N° 23: Medida de la concavidad del ladrillo industrial	46
Figura N° 24: Medida de la concavidad del ladrillo artesanal	46
Figura N° 25: Medida de la convexidad del ladrillo artesanal.....	46
Figura N° 26: Elaboración del capping para la mitad de ladrillo industrial.....	48
Figura N° 27: Elaboración del capping para la mitad de ladrillo artesanal	48
Figura N° 28: Ensayo de compresión de la mitad de ladrillo para la unidad artesanal.....	48

Figura N° 29: Ensayo de compresión de la mitad de ladrillo para la unidad industrial.....	48
Figura N° 30: Fallas típicas después del ensayo de compresión en especímenes.....	49
Figura N° 31: Registro de los pesos de los especímenes después de enfriar a temperatura ambiente	50
Figura N° 32: Control del nivel de agua para el ensayo de Succión.....	51
Figura N° 33: Registro de los pesos de los especímenes después del periodo inicial de Absorción (Succión).....	51
Figura N° 34: Secado al horno a temperaturas de 110°C de los ladrillos	52
Figura N° 35: Saturación de las unidades artesanales e industriales, por un periodo de 24 horas	52
Figura N° 36: Secado superficial de las unidades	53
Figura N° 37: Registro de los pesos de las unidades saturadas superficialmente secas	53
Figura N° 38: Rellenado de las perforaciones con la arena estándar	54
Figura N° 39: Enrazado de superficie con varilla recta	54
Figura N° 40: Se levanta el ladrillo para que la arena caiga en la hoja de papel	55
Figura N° 41: Registro del peso de la arena que quedo en las perforaciones de los ladrillos.....	55
Figura N° 42: Registro del peso de 500 ml de arena graduada	55
Figura N° 43: Elaboración de pilas o prismas de albañilería de ladrillo artesanal y de ladrillo industrial, verificando la verticalidad y horizontalidad de estas	57
Figura N° 44: Control del espesor de junta de mortero deseado en los prismas de albañilería	58
Figura N° 45: Registro de las dimensiones de los especímenes a ensayar	59
Figura N° 46: Ensayo de Resistencia a la compresión de los prismas de albañilería	59
Figura N° 47: Registro del peso del material a ensayar	61
Figura N° 48: Ensayo de tamizado mecánico de la arena gruesa	61
Figura N° 49: Registro de los pesos retenidos	61
Figura N° 50: Registro del peso del material retenido en las mallas	61
Figura N° 51: Engrasado de moldes para cubos de mortero	63
Figura N° 52: Apisonado del mortero en los moldes	63
Figura N° 53: Curación en agua de los cubos de mortero.....	63
Figura N° 54: Registro de las dimensiones de los cubos de mortero.....	64
Figura N° 55: Ensayo a compresión del cubo de mortero	64

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Perú: Viviendas particulares según material predominante en las paredes exteriores, 1993,2007 y 2017	3
Gráfico N° 2: Perú: viviendas particulares con material noble predominante en las paredes exteriores, según departamento, 2007 y 2017	5
Gráfico N° 3: Resistencia a la Compresión vs Variable	17
Gráfico N° 4: Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas	20
Gráfico N° 5: Resultados de la Resistencia a la Compresión axial corregidos por esbeltez de los Prismas de Unidades de Albañilería de ladrillo artesanal a los 14 días de edad con mortero de proporciones cemento arena (1:3).	80
Gráfico N° 6: Resumen de las Resistencias a la Compresión axial corregidos por esbeltez de los prismas de albañilería de ladrillo Industriales a los 14 días de edad con mortero de proporciones cemento arena (1:3).	83
Gráfico N° 7: Resumen de las Resistencias a la Compresión axial corregidos por esbeltez de los prismas de albañilería de ladrillo Artesanales a los 14 días de edad con mortero de proporciones cemento arena (1:5)	86
Gráfico N° 8: Resumen de las Resistencias a la Compresión axial corregidos por esbeltez de los prismas de albañilería de ladrillo Industrial a los 14 días de edad con mortero de proporciones cemento arena (1:5).	89
Gráfico N° 9: Resumen de las Resistencias a la Compresión axial corregidos por esbeltez de los prismas de albañilería de ladrillo Artesanal a los 28 días de edad con mortero de proporciones cemento arena (1:3).	92
Gráfico N° 10: Resumen de las Resistencias a la Compresión axial corregidos por esbeltez de los prismas de albañilería de ladrillo Industrial a los 28 días de edad con mortero de proporciones cemento arena (1:3).	95
Gráfico N° 11: Resumen de las Resistencias a la Compresión axial corregidos por esbeltez de los prismas de albañilería de ladrillo Artesanales a los 28 días de edad con mortero de proporciones cemento arena (1:5).	98
Gráfico N° 12: Resumen de las Resistencias a la Compresión axial corregidos por esbeltez de los prismas de albañilería de ladrillo Industrial a los 28 días de edad con mortero de proporciones cemento arena (1:5).	101
Gráfico N° 13: Curva Granulométrica de la Arena Gruesa	103

Gráfico N° 14: Evolución de la Resistencia a la Compresión (f'm) a través del tiempo de los Prismas de ladrillo Artesanal con mortero de proporción cemento arena (1:3).	106
Gráfico N° 15: Evolución de la Resistencia a la Compresión (f'm) a través del tiempo de los Prismas de ladrillo Artesanal con mortero de proporción cemento arena (1:5).	107
Gráfico N° 16: Evolución de la Resistencia a la Compresión (f'm) a través del tiempo de los Prismas de ladrillo Industrial con mortero de proporción cemento arena (1:3).	107
Gráfico N° 17: Evolución de la Resistencia a la Compresión (f'm) a través del tiempo de los Prismas de ladrillo Industrial con mortero de proporción cemento arena (1: 5).	108
Gráfico N° 18: Comportamiento de la Resistencia a la Compresión (f'm) de los Prismas de ladrillo Artesanal según el tipo de mortero, a una edad de 14 días.	109
Gráfico N° 19: Comportamiento de la Resistencia a la Compresión (f'm) de los Prismas de ladrillo Industrial según el tipo de mortero, a una edad de 14 días.	110
Gráfico N° 21: Comportamiento de la Resistencia a la Compresión (f'm) de los Prismas de ladrillo Artesanal según el tipo de mortero, a una edad de 28 días.	110
Gráfico N° 21: Comportamiento de la Resistencia a la Compresión (f'm) de los Prismas de ladrillo Industrial según el tipo de mortero, a una edad de 28 días.	111

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación N° 1: Variación Dimensional	66
Ecuación N° 2: Resistencia a la Compresión	70
Ecuación N° 3: Succión (Absorción inicial)	72
Ecuación N° 4: Absorción.....	73
Ecuación N° 5: Volumen de arena contenido en espécimen.....	75
Ecuación N° 6: Porcentaje de Área de Vacíos	75
Ecuación N° 7: Resistencia a la Compresión Axial de los Prismas de Albañilería	77
Ecuación N° 8: Resistencia a la Compresión Axial del Mortero	104

ANEXOS

Anexo 01: Panel Fotográfico

Anexo 02: Constancia de laboratorio de suelos y concreto de la Universidad Católica de Santa María





ANEXO 01: PANEL FOTOGRÁFICO



Figura N° 56: Almacenado de prismas (pilas).

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 57: Falla por aplastamiento en prisma de unidades artesanales

Fuente: Elaboración propia



**Figura N° 58: Falla por tracción lateral
en prisma de unidades artesanales**

Fuente: Elaboración propia



**Figura N° 59: Falla por aplastamiento en
prisma de unidades industriales**

Fuente: Elaboración propia



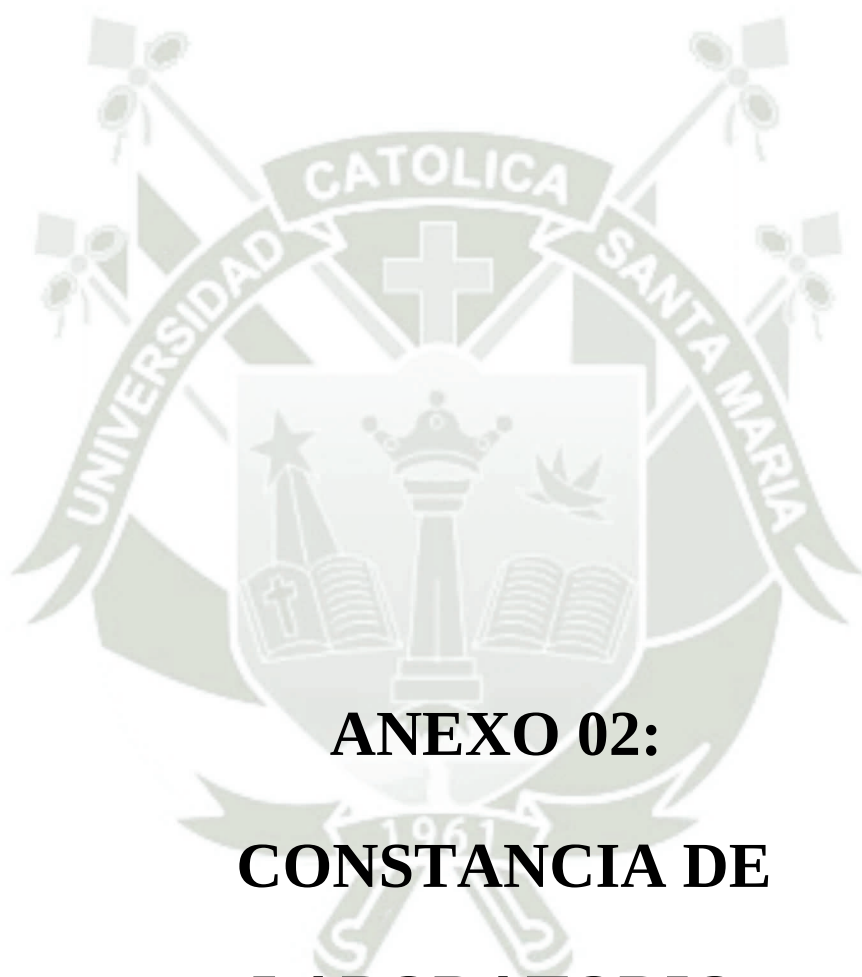
Figura N° 60: Falla por tracción lateral en prisma de unidades industriales

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 61: Datos proporcionados por la prensa hidráulica.

Fuente: Elaboración propia



ANEXO 02:
CONSTANCIA DE
LABORATORIO



Arequipa - Perú

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTANCIA

El que suscribe, **Dr. Ing. Alejandro Hidalgo Valdivia** Coordinador de Laboratorio de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

HACE CONSTAR

Que el Señor Bachiller en Ingeniería Civil:

DIEGO RENATO BARREDA CASTILLO

(COD – 20009002421)

Ha realizado ensayos en el Laboratorio de Suelos y Concreto correspondiente a su trabajo de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con la tesis denominada:

"INFLUENCIA DEL ESPESOR DE JUNTA DE MORTERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Los ensayos efectuados por el Bachiller fueron los siguientes:

ITEM	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
TTI-34	Dimensionamiento	2	S/8.00	S/16.00
TTI-35	Alabeo	2	S/8.00	S/16.00
TTI-37	Absorción de Unidades	2	S/19.00	S/38.00
TTI-38	Succión	2	S/19.00	S/38.00
TTI-44	Porcentaje de Vacíos	1	S/25.00	S/25.00
TTI-51	Análisis Granulométrico por Tamizado	1	S/10.00	S/10.00
TTI-26	Compresión de Dados de Grout	12	S/4.00	S/48.00
TTI-40	Compresión de Unidades de Ladrillo La muestra considera 5 unidades	2 (10) und	S/31.00	S/62.00
TTI-41	Compresión de Pilas (Incluye Armado) La muestra considera 03 pilas	53 (160) pilas	S/26.30	S/1,393.90
			TOTAL:	S/1,646.90

El costo cancelado por dichos ensayos es de: S/ 576.00* (Comprobante BO17-00002813)

*Según descuento opción "C" por derecho de uso de laboratorio por tesis, de acuerdo a tarifario 2019 aprobado por el Consejo de Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente.

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, se llevaron a cabo entre el 09/10/2019 y el 28/11/2019

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para continuidad en el trámite de titulación.

Arequipa, 6 de Diciembre del 2019

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Dr. Ing. ALEJANDRO VICTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
EPIC-FAICA - CAMPUS-PARQUE INDUSTRIAL