

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA
ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022**

PRESENTADO POR:

Br. FRANCO ALDAIR ALATA MEZA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

ASESOR:

Mgt. Ing. JUAN PABLO ESCOBAR MASIAS

CUSCO — PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación / tesis titulada: **“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON LA ADICION DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022”**.

Presentado por: ALATA MEZA FRANCO ALDAIR con DNI Nro: 72742724

Para optar el título profesional/grado académico de: Ingeniero Civil.

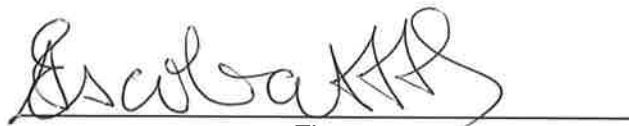
Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 vez, mediante el software de antiplagio, conforme el Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 2%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio	X
Del 11 al 30%	Devolver al usuario para las correcciones	
Mayor AL 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome acciones correspondientes, Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio

Cusco, 24 de febrero del 2025



Firma

Post firma: ESCOBAR MASIAS, JUAN PABLO

Nro de DNI: 23847338

ORCID del Asesor: 0000-0002-9454-3414

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio
2. Enlace del Reporte generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:433633176

FRANCO ALDAIR ALATA MEZA

TESIS FRANCO ALDAIR ALATA MEZA.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:433633176

Fecha de entrega

24 feb 2025, 6:23 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

24 feb 2025, 6:27 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

TESIS FRANCO ALDAIR ALATA MEZA.pdf

Tamaño de archivo

6.4 MB

210 Páginas

62,603 Palabras

293,714 Caracteres

2% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 1%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

AGRADECIMIENTO

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil que estuvieron involucrados en el proceso de mi formación profesional, así mismo al personal técnico del laboratorio de Mecánica de Suelos por prestarme las facilidades de llevar a cabo los ensayos realizados en laboratorio.

Quisiera expresar mi agradecimiento profundo al asesor de la presente tesis de investigación Mgt. Ing. Escobar Masias Juan Pablo, por el tiempo prestado para lograr llevar adelante la presente investigación.

Así mismo al dueño de la “Ladrillera Paucar” en señor Hector Paucar Tanto, por prestar las facilidades para la elaboración de los ladrillos con diferentes dosificaciones en las instalaciones de su fábrica, y por dar soporte de manera desinteresada en el proceso.

DEDICATORIA

A mi madre Silvia, por su amor incondicional, y dedicación en mi bienestar a lo largo de toda mi vida, a mi padre Francisco, por enseñarme el coraje de hacer las cosas de manera correcta, por enseñarme a no rendirme y que las cosas son posibles con la suficiente determinación, a mi hermana Judith por darme siempre consejo y entusiasmo cuando las cosas no resultaban como yo lo esperaba, a mis sobrinos Franco y Piero por ser un motivo de superación en toda mi familia.

A mi prometida Yesenia por su apoyo incondicional en mi proceso de formación día a día, que este importante paso sea prueba de que con un trabajo en equipo podemos lograr nuestros proyectos juntos.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1. TÍTULO	2
1.2. INTRODUCCIÓN.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.4. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.4.1. Planteamiento del Problema de Investigación	3
1.4.2. Formulación del problema	5
1.5. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.6.1. Objetivo General.....	6
1.6.2. Objetivo Específico.....	6
CAPÍTULO II: ESTADO DE ARTE Y MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. ESTADO DE ARTE.....	8
2.2. MARCO TEÓRICO	11
2.2.1. Marco Teórico Referencial	11
2.2.2. Marco Teórico Científico.....	12
2.2.3. Marco Teórico Conceptual	13
2.2.4. Marco Legal.....	23
2.3. HIPÓTESIS	24
2.3.1. Hipótesis General.....	24
2.3.2. Hipótesis Específica.....	24
CAPÍTULO III: MÉTODO	25
3.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	26

3.1.1.	Variable Independiente	26
3.1.2.	Variables Dependientes	26
3.2.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	27
3.3.	POBLACIÓN.....	28
3.4.	MUESTRAS.....	28
3.5.	MUESTREO	29
3.6.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	30
3.7.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	30
3.8.	VALIDEZ.....	30
3.9.	CONFIABILIDAD	31
3.10.	PROCEDIMIENTO	31
3.11.	MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	33
3.12.	METODOLOGÍA.....	33
3.12.1.	Tipo de Investigación	33
3.12.2.	Nivel de Investigación.....	34
3.12.3.	Enfoque de Investigación	34
3.12.4.	Diseño de Investigación	34
3.13.	PROPIEDADES DE LA MATERIA PRIMA.....	37
3.13.1.	Análisis Físico de la materia prima	37
3.13.2.	Análisis químico de la materia prima.....	47
3.13.3.	Análisis Químico del Carbonato de Calcio	49
3.14.	PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	49
3.14.1.	Extracción de materia prima	49
3.14.2.	Preparación de la materia prima.....	49
3.14.3.	Procesado	51
3.14.4.	Extruido o moldeado	52
3.14.5.	Corte de unidades	53

3.14.6.	Secado	54
3.14.7.	Horneado	55
3.14.8.	Despacho	56
3.15.	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO	57
3.16.	PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.....	61
3.16.1.	Medida de Dimensiones	61
3.16.2.	Medida del Alabeo	63
3.16.3.	Absorción	64
3.16.4.	Medida de Área de vacíos	65
3.17.	PROPIEDADES MECÁNICAS	68
3.17.1.	Resistencia a la Compresión	68
3.17.2.	Ensayo de flexión de ladrillos	70
3.17.3.	Compresión axial de pilas	72
3.17.4.	Compresión diagonal en muretes	75
CAPÍTULO IV:	SISTEMATIZACIÓN DE DATOS Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS	79
4.1.	RESULTADOS DE ENSAYOS DE LA MATERIA PRIMA	80
4.1.1.	Análisis Granulométrico	80
4.1.3.	Análisis granulométrico por medio de Hidrómetro	84
4.1.4.	Límites de consistencia	85
4.2.	MORTERO	92
4.2.1.	Granulometría del agregado para mortero	92
4.2.2.	Compresión de probetas cubicas de 50 mm de mortero	98
4.3.	ESTUDIOS DE UNIDADES	101
4.3.1.	Medición de dimensiones	101
4.3.2.	Alabeo	109
4.3.3.	Absorción.....	111

4.3.5.	Resistencia a la compresión	119
4.4.	PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	124
4.4.1.	Compresión axial de pilas	124
4.4.2.	Ensayo de compresión diagonal de Muretes.....	126
5.1.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE ENSAYOS DE LADRILLOS BLOQUER.....	130
5.1.1.	Análisis comparativo de la medición de las dimensiones.....	130
5.1.2.	Análisis comparativo del alabeo	131
5.1.3.	Análisis comparativo en la medida de absorción.....	131
5.1.4.	Análisis comparativo en medida de área de vacíos	133
5.1.5.	Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de ladrillo bloquer	134
5.1.6.	Análisis comparativo de flexión de ladrillos bloquer	135
5.2.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA.....	136
5.2.1.	Análisis comparativo de resistencia a la compresión simple de pilas	136
5.2.2.	Análisis comparativo de resistencia a la compresión diagonal de muretes	137
5.3.	OBTENCIÓN DE MEJOR DOSIFICACIÓN	138
5.4.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	139
CAPÍTULO IV:	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	141
6.1.	CONCLUSIONES.....	142
6.2.	RECOMENDACIONES	144
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		145
BIBLIOGRAFÍA.....		146
ANEXOS.....		151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Limitaciones en el uso de las unidades de albañilería para fines estructurales.</i>	18
Tabla 2	<i>Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.</i>	20
Tabla 3	<i>Factor de corrección f_m por esbeltez-SENCICO 2020.</i>	21
Tabla 4	<i>Operacionalización de variables.</i>	27
Tabla 5	<i>Cantidad de muestras según ensayos.</i>	29
Tabla 6	<i>Contenido de humedad de muestra para ensayo de granulometría por hidrómetro.</i>	41
Tabla 7	<i>Cálculo de humedad de materia para elaboración de ladrillos</i>	50
Tabla 8	<i>Corrección del peso de materia para elaboración de ladrillos por humedad</i>	50
Tabla 9	<i>Cálculo de Carbonato de Calcio para la elaboración de ladrillos bloquer</i>	51
Tabla 10	<i>Corrección por humedad de Carbonato de Calcio para la elaboración de ladrillo bloquer</i>	51
Tabla 11	<i>Granulometría del agregado para mortero.</i>	58
Tabla 12	<i>Factores de corrección altura/espesor para resistencia a compresión de prismas de albañilería.</i>	74
Tabla 13	<i>Ensayo de granulometría por el método de tamizado muestra 1 de materia prima</i>	80
Tabla 14	<i>Ensayo de granulometría por el método de tamizado muestra 2 de materia prima</i>	81
Tabla 15	<i>Ensayo de granulometría por el método de tamizado muestra 3 de materia prima</i>	82
Tabla 16	<i>Resumen de Fracción de gravas, arena y finos.</i>	82
Tabla 17	<i>Ensayo de gravedad específica de sólidos de suelo mediante picnómetro de agua.</i>	83
Tabla 18	<i>Ensayo de granulometría por método del hidrómetro.</i>	84
Tabla 19	<i>Cantidad de arcilla de materia prima.</i>	84
Tabla 20	<i>Ensayo de límite líquido de muestra 1 de la materia prima.</i>	85
Tabla 21	<i>Ensayo de límite plástico de la muestra 1 de la materia prima.</i>	85
Tabla 22	<i>Resumen de límites de consistencia de muestra 1 de materia prima.</i>	86
Tabla 23	<i>Ensayo de límite líquido de muestra 2 de la materia prima.</i>	86
Tabla 24	<i>Ensayo de límite plástico de la muestra 2 de la materia prima.</i>	87
Tabla 25	<i>Resumen de límites de consistencia de muestra 2 de materia prima.</i>	88
Tabla 26	<i>Ensayo de límite líquido de muestra 3 de la materia prima.</i>	88
Tabla 27	<i>Ensayo de límite plástico de la muestra 3 de la materia prima.</i>	89
Tabla 28	<i>Resumen de límites de consistencia de muestra 3 de materia prima.</i>	89
Tabla 29	<i>Resumen de Límites de consistencia de materia prima.</i>	90
Tabla 30	<i>Cantidad de materia orgánica en materia prima.</i>	90

Tabla 31 <i>Análisis químico de la materia prima – Sicuani.</i>	91
Tabla 32 <i>Análisis químico de la cal de obra.</i>	91
Tabla 33 <i>Porcentaje de humedad de agregado para mortero</i>	92
Tabla 34 <i>Granulometría de agregado para mortero, muestra 1</i>	92
Tabla 35 <i>Granulometría de agregado para mortero, muestra 2.</i>	93
Tabla 36 <i>Granulometría de agregado para mortero, muestra 3.</i>	94
Tabla 37 <i>Granulometría de agregado para mortero, muestra 4.</i>	95
Tabla 38 <i>Granulometría de agregado para mortero diseñada.</i>	96
Tabla 39 <i>Ensayo de compresión simple de probetas cúbicas en pilas.</i>	98
Tabla 40 <i>Ensayo de compresión simple de probetas cúbicas en muretes con ladrillos tradicionales.</i>	98
Tabla 41 <i>Ensayo de compresión simple de probetas cúbicas en muretes con ladrillos con 2% de Carbonato de Calcio.</i>	99
Tabla 42 <i>Ensayo de compresión simple de probetas cúbicas en muretes con ladrillos con 4% de Carbonato de Calcio.</i>	99
Tabla 43 <i>Ensayo de compresión simple de probetas cúbicas en muretes con ladrillos con 6% de Carbonato de Calcio.</i>	100
Tabla 44 <i>Medida de dimensiones, largo, de ladrillos bloquer tradicional.</i>	101
Tabla 45 <i>Medida de dimensiones, ancho, de ladrillos bloquer tradicional.</i>	101
Tabla 46 <i>Medida de dimensiones, alto, de ladrillos bloquer tradicional.</i>	102
Tabla 47 <i>Medida de dimensiones, largo, de ladrillos bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio</i>	103
Tabla 48 <i>Medida de dimensiones, ancho, de ladrillos bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio</i>	103
Tabla 49 <i>Medida de dimensiones, alto, de ladrillos bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio.</i>	104
Tabla 50 <i>Medida de dimensiones, largo, de ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio.</i>	105
Tabla 51 <i>Medida de dimensiones, ancho, de ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio</i>	105
Tabla 52 <i>Medida de dimensiones, alto, de ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio</i>	106
Tabla 53 <i>Medida de dimensiones, largo, de ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio.</i>	107

Tabla 54 <i>Medida de dimensiones, ancho, de ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio</i>	107
Tabla 55 <i>Medida de dimensiones, alto, de ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio</i>	108
Tabla 56 <i>Ensayo de alabeo de ladrillo bloquer tradicional</i>	109
Tabla 57 <i>Ensayo de alabeo de ladrillo bloquer con 2% de carbonato de calcio</i>	109
Tabla 58 <i>Ensayo de alabeo de ladrillo bloquer con 4% de carbonato de calcio</i>	110
Tabla 59 <i>Ensayo de alabeo de ladrillo bloquer con 6% de carbonato de calcio</i>	111
Tabla 60. <i>Tabla de datos obtenidos y procesados en la prueba de absorción en Ladrillos tradicionales</i>	111
Tabla 61 <i>Tabla de datos obtenidos y procesados en la prueba de absorción en Ladrillos con adición de 6% de Carbonato de Calcio.</i>	114
Tabla 62 <i>Densidad de arena para determinación de área de vacíos.</i>	116
Tabla 63 <i>Ensayo de área de vacíos de ladrillos bloquer tradicional.</i>	116
Tabla 64 <i>Ensayo de área de vacíos de ladrillos bloquer con 2% de carbonato de calcio.</i> ...	117
Tabla 65 <i>Ensayo de área de vacíos de ladrillos bloquer con 4% de carbonato de calcio.</i> ...	117
Tabla 66 <i>Ensayo de área de vacíos de ladrillos bloquer con 6% de carbonato de calcio.</i> ...	118
Tabla 67 <i>Resistencia a la compresión de ladrillos bloquer tradicional.</i>	119
Tabla 68 <i>Resistencia a la compresión de ladrillos bloquer con 2% de carbonato de calcio.</i>	120
Tabla 69 <i>Resistencia a la compresión de ladrillos bloquer con 4% de carbonato de calcio.</i>	120
Tabla 70 <i>Resistencia a la compresión de ladrillos bloquer con 4% de carbonato de calcio</i>	121
Tabla 71 <i>Resistencia a la flexión a la flexión de ladrillos bloquer tradicional.</i>	122
Tabla 72 <i>Resistencia a la flexión a la flexión de ladrillos bloquer con 2% de carbonato de calcio.</i>	122
Tabla 73 <i>Resistencia a la flexión a la flexión de ladrillos bloquer con 4% de carbonato de calcio.</i>	123
Tabla 74 <i>Resistencia a la flexión a la flexión de ladrillos bloquer con 6% de carbonato de calcio.</i>	123
Tabla 75 <i>Ensayo de compresión de pilas con ladrillos bloquer tradicionales.</i>	124
Tabla 76 <i>Ensayo de compresión de pilas con ladrillos de 2% de adición de carbonato de calcio.</i>	124

Tabla 77 <i>Ensayo de compresión de pilas con ladrillos de 4% de adición de carbonato de calcio</i>	125
Tabla 78 <i>Ensayo de compresión de pilas con ladrillos de 6% de adición de carbonato de calcio</i>	125
Tabla 79 <i>Ensayo de compresión diagonal de muretes con ladrillos bloquer tradicionales..</i>	126
Tabla 80 <i>Ensayo de compresión diagonal de muretes con ladrillos de 2% de adición de carbonato de calcio.....</i>	126
Tabla 81 <i>Ensayo de compresión diagonal de muretes con ladrillos de 4% de adición de carbonato de calcio.....</i>	127
Tabla 82 <i>Ensayo de compresión diagonal de muretes con ladrillos de 6% de adición de carbonato de calcio.....</i>	128
Tabla 83 <i>Dimensiones promedio de ladrillos bloquer.....</i>	130
Tabla 84 <i>Alabeo promedio de ladrillos bloquer.....</i>	131
Tabla 85 <i>Porcentaje de absorción promedio de ladrillos bloquer.....</i>	131
Tabla 86 <i>Absorción promedio de ladrillos bloquer</i>	132
Tabla 87 <i>Área de vacíos promedio de ladrillos bloquer.....</i>	133
Tabla 88 <i>Resistencia a la compresión simple promedio de ladrillos bloquer.....</i>	134
Tabla 89 <i>Resistencia a la flexión promedio de ladrillos bloquer.....</i>	135
Tabla 90 <i>Resistencia a la compresión simple promedio de pilas de ladrillos bloquer</i>	136
Tabla 91 <i>Resistencia a la compresión diagonal simple promedio de muretes con ladrillos bloquer</i>	137
Tabla 92 <i>Selección de mejor dosificación, según requisitos de la Norma E.070.....</i>	138

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1 <i>Huaca del Sol, Capital de la cultura Mochica</i>	9
Figura 2 <i>Ciudadela de Chan Chan</i>	9
Figura 3 <i>Piquillacta, cultura Huari</i>	10
Figura 4 <i>Organigrama de mampostería de ladrillo bloquer</i>	36
Figura 5 <i>Ensayo de granulometría por tamizado posterior al lavado por malla N° 200 y secado.</i>	38
Figura 6 <i>Ensayo de gravedad específica de sólidos mediante picnómetro de agua.....</i>	39
Figura 7 <i>Ensayo de granulometría por medio de hidrómetro.</i>	42
Figura 8: <i>Ranura antes y después de realizar el ensayo.....</i>	44

Figura 9 <i>Determinación del límite líquido</i>	45
Figura 10 <i>Determinación de Materia Orgánica por método de ignición</i>	47
Figura 11 <i>Mezclado manual de la materia prima con el Carbonato de Calcio.</i>	50
Figura 12 <i>Pesaje de materia prima para elaboración de ladrillo bloquer</i>	51
Figura 13 <i>Procesado de la materia por procesadora de 5 ton/h</i>	52
Figura 14 <i>Proceso de extracción del ladrillo bloquer N° 12 crudo, máquina artesanal.</i>	53
Figura 15 <i>Proceso de corte de ladrillo crudo en cortadora automática.</i>	53
Figura 16 <i>Traslado de ladrillos crudos en carretillas modificadas.</i>	54
Figura 17 <i>Rumado de unidades recién producidas para su posterior secado</i>	55
Figura 18 <i>Proceso de quemado de ladrillos bloquer en horno de tiro directo.</i>	56
Figura 19 <i>Traslado de ladrillos de fábrica Paucar a laboratorio UNSAAC</i>	57
Figura 20 <i>Granulometría de arena para mortero</i>	58
Figura 21 <i>Distribución de compactación para la elaboración de cubos de concreto</i>	60
Figura 22 <i>Elaboración de cubos de mortero</i>	60
Figura 23 <i>Ensayo de resistencia a la compresión de cubos de mortero</i>	61
Figura 24 <i>Dimensiones de ladrillo</i>	62
Figura 25 <i>Lectura de medida de ladrillo bloquer.</i>	63
Figura 26 <i>Pesado posterior a inmersión de ladrillo bloquer después de 24 horas</i>	65
Figura 27 <i>Determinación de área de vacíos de ladrillos bloquer</i>	67
Figura 28 <i>Refrentado de ladrillos tipo bloquer con yeso dental de 32 MPa.</i>	69
Figura 29 <i>Ensayo de compresión simple en Máquina Universal.</i>	70
Figura 30 <i>Ensayo de flexión de ladrillo bloquer en máquina universal</i>	72
Figura 31 <i>Elaboración de pilas de ladrillo bloquer de 2 unidades de altura</i>	73
Figura 32 <i>Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería</i>	74
Figura 33 <i>Elaboración de muretes de ladrillos bloquer</i>	76
Figura 34 <i>Ensayo de compresión diagonal de muretes.</i>	78
Figura 35 <i>Límite líquido de ensayo 1</i>	85
Figura 36 <i>Límite plástico ensayo 1.</i>	86
Figura 37 <i>Límite líquido de ensayo 2</i>	87
Figura 38 <i>Límite plástico del ensayo 2.</i>	87
Figura 39 <i>Límite líquido de ensayo 3</i>	88
Figura 40 <i>Límite plástico del ensayo 3</i>	89
Figura 41 <i>Granulometría de agregado para mortero, muestra 1</i>	93
Figura 42 <i>Granulometría de agregado para mortero, muestra 2</i>	94

Figura 43 <i>Granulometría de agregado para mortero, muestra 3.</i>	95
Figura 44 <i>Granulometría de agregado para mortero, muestra 4.</i>	96
Figura 45 <i>Granulometría de agregado para mortero diseñada.</i>	97
Figura 46. <i>Prueba de absorción de Ladrillo Bloquer tradicionales.</i>	112
Figura 47. <i>Tabla de datos obtenidos y procesados en la prueba de absorción en Ladrillos con adición de 2% de Carbonato de Calcio.</i>	112
Figura 48. <i>Prueba de absorción de Ladrillo Bloquer con adición de 2% de Carbonato de Calcio</i>	113
Figura 49. <i>Tabla de datos obtenidos y procesados en la prueba de absorción en Ladrillos con adición de 4% de Carbonato de Calcio.</i>	113
Figura 50. <i>Prueba de absorción de Ladrillo Bloquer con adición de 4% de Carbonato de Calcio</i>	114
Figura 51. <i>Prueba de absorción de Ladrillo Bloquer con adición de 6% de Carbonato de Calcio.</i>	115
Figura 52 <i>Dimensiones promedio de ladrillos bloquer.</i>	130
Figura 53 <i>Área de vacíos promedio de ladrillos bloquer.</i>	133
Figura 54 <i>Resistencia a la compresión simple de ladrillos bloquer.</i>	134
Figura 55 <i>Resistencia a la flexión promedio de ladrillos bloquer.</i>	135
Figura 56 <i>Resistencia a la compresión simple promedio de pilas de ladrillo bloquer.</i>	136
Figura 57 <i>Resistencia a la compresión diagonal promedio de muretes de ladrillos bloquer</i>	137

RESUMEN

La presente tesis denominada “MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI - 2022” el cual tiene por objetivo general el de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería con la adición de carbonato de calcio, en la ciudad de Sicuani.

La presente tesis de investigación es de tipo aplicada, puesto que pretende dar solución a una problemática social en la ciudad de Sicuani. El diseño de estudio es cuasi experimental debido a la manipulación de la dosificación de la adición de carbonato de calcio en proporciones de 2%, 4% y 6%, para poder verificar los cambios que se generan en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos bloquer N° 12 producidos de forma semi industrial en la ciudad de Sicuani.

Los resultados de las propiedades físicas de los ladrillos bloquer no mostraron cambios significativos en las diferentes dosificaciones en las que se elaboraron.

Las propiedades mecánicas de los ladrillos bloquer con adición de carbonato de calcio se vieron incrementadas positivamente frente a la producción de ladrillos de forma tradicional, así como se expone; en la resistencia a la compresión simple los ladrillos bloquer N° 12 con 6% de adición de carbonato de calcio tuvo una resistencia de 144.02 kgf/cm² representando un incremento de 129.1%, en cuanto a la resistencia a la flexión se obtuvo una mejoría con adición de carbonato de calcio siendo el mejor resultado el ladrillo bloquer N° 12 con 4% de adición de carbonato de calcio logrando obtener una resistencia de 785.95 Pa, la cual representa un incremento de 30.5%, en cuanto a la resistencia a la compresión simple de pilas de ladrillos bloquer N° 12 se obtuvo un resultado positivo, en cuando al mejor resultado se obtuvo en pilas de ladrillos bloquer N° 12 con 6% de adición de carbonato de calcio obteniéndose una resistencia de 99.42 kgf/cm² la cual representa un incremento de 48.4%, en cuanto a la resistencia en compresión diagonal de muretes se obtuvo resultados positivos con la adición de carbonato de calcio teniendo el mejor resultado en los muretes de ladrillos bloquer N° 12 con 4% de adición de carbonato de calcio con una resistencia de 5.86 kgf/cm² la cual representa un incremento de 41.6%.

Palabras claves: ladrillo bloquer, carbonato de calcio, resistencia a compresión, resistencia a flexión, pilas y muretes.

ABSTRACT

The present thesis called "IMPROVEMENT OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF MASONRY UNITS WITH THE ADDITION OF CALCIUM CARBONATE, SICUANI - 2022" which has the general objective of improving the physical and mechanical properties of masonry units with the addition of calcium carbonate, in the city of Sicuani.

The present research thesis is of an applied type, since it aims to solve a social problem in the city of Sicuani. The study design is quasi-experimental due to the manipulation of the dosage of the addition of calcium carbonate in proportions of 2%, 4% and 6%, in order to verify the changes that are generated in the physical and mechanical properties of the block bricks N° 12 produced in a semi-industrial way in the city of Sicuani.

The results of the physical properties of the block bricks did not show significant changes in the different dosages in which they were made.

The mechanical properties of the block bricks with the addition of calcium carbonate were positively increased compared to the production of bricks in a traditional way, as shown; In the simple compressive strength, the block bricks N° 12 with 6% addition of calcium carbonate had a strength of 144.02 kgf / cm² representing an increase of 129.1%, in terms of flexural strength, an improvement was obtained with the addition of calcium carbonate, the best result being the block brick N° 12 with 4% addition of calcium carbonate, achieving a strength of 785.95 Pa, which represents an increase of 30.5%, in terms of simple compressive strength of piles of block bricks N° 12, a positive result was obtained, as for the best result was obtained in piles of block bricks N° 12 with 6% addition of calcium carbonate obtaining a strength of 99.42 kgf / cm² which represents an increase of 48.4%, in terms of diagonal compression strength of walls, positive results were obtained with the addition of calcium carbonate having the best result in the brick block walls N° 12 with 4% addition of calcium carbonate with a resistance of 5.86 kgf/cm² which represents an increase of 41.6%.
Keywords: block brick, calcium carbonate, compressive strength, piles and walls.



CAPÍTULO I: GENERALIDADES



1.1. TÍTULO

El título para el presente trabajo de investigación es: “Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería con la adición de carbonato de calcio, Sicuani 2022”.

1.2. INTRODUCCIÓN

Realizando una comparativa entre el Censo Nacional del 2007 y el Censo Nacional del 2017, se tiene como resultado un crecimiento del 43.7 % en la existencia de viviendas de paredes de ladrillo y bloque de cemento (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2018).

Siendo en el Perú, la construcción uno de los principales sectores impulsores del crecimiento nacional, se pudo observar un incremento en las construcciones como en el párrafo anterior se menciona. En la localidad de Sicuani se ha optado en gran mayoría la construcción de edificaciones con ladrillos semi industriales. Los estudios de estas unidades de albañilería son tan importantes ya que las utilizaciones de estos cumplen una función estructural, sin embargo, el ladrillo puede cuestionarse en cuanto a sus propiedades y características necesitando saber si cumple o no con los requisitos de las normativas peruanas establecidas.

Los ladrillos de arcilla ofrecen grandes ventajas con respecto de sus pares sustitutos (mortero, tecnopor, drywall, etc.) principalmente por sus propiedades mecánicas como son: aislamiento térmico, aislamiento acústico y su resistencia al fuego. Estas ventajas hacen posible la construcción de viviendas sostenibles mediante la utilización del sistema estructural de albañilería confinada, que para edificaciones de no más de 5 pisos, tienen un comportamiento estructural aceptable y es una alternativa muy económica para la realidad de la región Cusco y la ciudad de Sicuani.

Sin embargo, en la ciudad de Sicuani es frecuente que se construyan prescindiendo de las indicaciones de los planos o en algunos casos sin ellos, con mano de obra no calificada y sin ninguna dirección técnica. Si a esto se suma el uso de unos materiales defectuosos, el resultado es una edificación altamente vulnerable frente a un sismo, con un costo muy elevado. Por ello la presente tesis realiza un estudio comparativo de las propiedades físico - mecánicas del ladrillo producido de manera tradicional semi industrial de la ciudad de Sicuani con producción de ladrillos con la adición de carbonato de calcio en distintos porcentajes, justificándose de esta manera la identificación de dichas falencias y poder



orientar a los productores para mejorar el proceso de fabricación y la obtención de un buen producto terminado.

1.3.JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Desde el punto de vista metodológico se justifica la adición de carbonato de calcio ya que mediante la determinación de los resultados de las pruebas de laboratorios estandarizados como: pruebas de absorción, dimensionamiento, alabeo, porcentaje de vacíos, resistencia a compresión y flexión, resistencia a la compresión en pilas y muretes nos aportará conocimientos valiosos sobre las condiciones físico – mecánicas de las unidades de ladrillos semi industriales tipo bloquer N° 12 producidos en la ciudad de Sicuani, contrastando así los resultados con los requerimientos de la NTP E.070.

Como justificación social, el tener el conocimiento sobre las características que poseen las unidades de albañilería tradicional que usa la población en sus construcciones podrá despertar la conciencia de los habitantes de la ciudad de Sicuani sobre el uso de ladrillos semi industriales tipo bloquer, siendo importante la obtención de este conocimiento para la población de Sicuani y los distritos aledaños que realizan la construcción de sus edificaciones con la utilización de estos productos, así mismo tendrá un impacto en el futuro de la construcción de la ciudad siendo un documento que muestre resultados base para el uso de mejores diseños de construcción tomando en cuenta los materiales y la calidad de los mismos dentro de la producción local. Así mismo el resultado del presente proyecto de investigación permitirá tener un rango de diseño de mezcla de materias primas para los productores de ladrillos locales obteniendo así productos de mejores prestaciones de calidad. Al realizar una mejora de la calidad física y mecánica de sus productos, ello permitirá a los productores locales mejorar el costo de oferta del material en el mercado, teniendo una mejora en los ingresos de los productores de las unidades de albañilería.

1.4.PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Planteamiento del Problema de Investigación

En el tercer trimestre del 2022, la construcción mostró dinamismo, impulsado por el crecimiento de la obra pública, pese a ello se espera una caída de 0.8% para el año.

El PBI construcción aumentó en 5.6% en agosto (crecimiento de 2.3% como acumulado anual) y CAPECO estima que habría crecido 2.5% en setiembre (también por el performance de la inversión pública), obteniendo así una variación acumulada de



2.3% hasta ese mes. No obstante, en el periodo anual octubre 2021- setiembre 2022, el producto del sector se contrae en 0.2%. (Terranova, 2022).

Otros Artículos afirman lo siguiente:

A partir de febrero de 2021, el sector construcción tuvo una aceleración en el crecimiento interanual. Como se mencionó en el Semanario 1111, esto ocurrió porque la construcción y el desarrollo de proyectos inmobiliarios formaron parte de la reactivación económica del país. Sin embargo, en meses posteriores, se registró una desaceleración, incluso hasta llegar a tasas negativas de crecimiento interanual. No fue sino hasta marzo y abril últimos que se evidenciaron mejoras, con aumentos del 1.4% y el 4.9%, respectivamente. Así, en el periodo enero-abril de 2022, el sector registró un crecimiento del 0.88% con respecto al mismo periodo de 2021.

El Informe Técnico de la Producción Nacional, publicado en junio y elaborado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), indica que el desempeño del sector construcción es explicado principalmente por el mayor dinamismo en la ejecución de obras privadas, lo que se refleja en el incremento interanual del consumo interno de cemento (+6.44%). En los cuatro primeros meses del año, este tipo de gasto se incrementó un 2.47% con respecto al mismo periodo del año previo. Este componente comprende la ejecución de centros de educación, edificios de vivienda, remodelación de centros comerciales y oficinas empresariales, plantas industriales, entre otros. (Instituto de Comercio Exterior del Perú [COMEXPERU], 2022)

Viendo el crecimiento del sector construcción a pesar de la problemática mundial del Covid 19, en la ciudad de Sicuani se pudo observar la continuación de las construcciones de nuevas edificaciones, así como la continuación de edificaciones existentes, ello vinculado con el crecimiento poblacional. Por otro lado, muchas de las personas de clase media – baja, cuando construye no tienen todos los parámetros de calidad, no solo por la asesoría para tener una edificación con buenas condiciones; sino que, no cumplen con estándares de calidad al momento de obtener o comprar los materiales de construcción.

Asimismo, a nivel nacional, el Perú se encuentra ubicado en la zona denominada "Cinturón de Fuego del Pacífico", donde se registra aproximadamente el 85 % de la



actividad sísmica mundial. El historial sísmico de Perú señala que se encuentra en una zona de alta sismicidad. Asimismo, la albañilería es un sistema que integra a la unidad de albañilería y el mortero, su buen comportamiento sísmico, depende en gran porcentaje de la calidad de materiales que lo constituyen, por lo que es necesario conocer sus propiedades físicas y mecánicas. También se puede observar que, en el Perú, la albañilería es uno de los sistemas más usados en la construcción de edificaciones, y cada región usa sus propias unidades que producen, sin haber sido estudiadas, para saber si son las adecuadas para soportar las solicitaciones estáticas y dinámicas que se presenta durante la vida de la estructura.

Actualmente a nivel regional las edificaciones de albañilería, son generalmente construidas con ladrillos semi industriales tipo bloquer N° 12 de arcilla, fabricados semi industrialmente en el interior de la ciudad, debido a su disponibilidad y a su costo relativamente bajo, comparado con el costo del ladrillo industrial. Estas unidades se producen en fábricas semi industriales sin ningún tipo de control de calidad, del proceso de fabricación y de los insumos que se requiere. Lo que se busca con esta investigación es mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de arcilla con la adición de carbonato de calcio en la ciudad de Sicuani, asimismo el cumplimiento de la norma técnica de albañilería (E.070). Es importante conocer estos datos porque que existe gran número de viviendas y edificaciones que están estructuradas con muros portantes de albañilería de ladrillo tipo bloquer N° 12 de arcilla. Debido a las diferentes afectaciones que se presentan en el proceso productivo para elaborar ladrillos; que van desde la explotación de la arcilla hasta la cocción del material cerámico, donde se ocasionan impactos al medio ambiente y a la salud humana, surge la necesidad de implementar unidades de albañilería que respondan a las necesidades constructivas pero que cumplan así mismo con criterios de sostenibilidad ambiental, puesto que los derivados de cerámica, constituyen insumos potenciales para el desarrollo y mejora en la calidad de los elementos de construcción de viviendas, en especial para las familias de escasos recursos económicos.

1.4.2. Formulación del problema

De lo expuesto en lo anterior, se puede afirmar el problema general: ¿De qué manera mejora las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería la adición de carbonato de calcio, Sicuani 2022?



1.5.SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

De igual forma se formulan los problemas específicos:

PE 1: ¿Cómo mejora las propiedades físicas de las unidades de albañilería con la adición de carbonato de calcio?

PE 2: ¿Cómo mejora las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería con la adición de carbonato de calcio?

PE 3: ¿Cuál es la dosificación óptima de carbonato de calcio para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería?

1.6.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Objetivo General

Analizar la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería con la adición de carbonato de calcio, Sicuani - 2022

1.6.2. Objetivo Específico

OE 1: Determinar la mejora en las propiedades físicas de las unidades de albañilería con la adición de carbonato de calcio.

OE 2: Determinar la mejora en las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería con la adición de carbonato de calcio.

OE 3: Determinar la dosificación óptima de adición de carbonato de calcio en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería.



CAPÍTULO II: ESTADO DE ARTE Y MARCO TEÓRICO



2.1. ESTADO DE ARTE

A lo largo de la historia se tiene como un antecedente la utilización de ladrillos en el año 7000 a.C., donde en el sur de Turquía y alrededores de Jericó se observó la utilización de estas unidades de albañilería. Los primeros ladrillos fueron aquellos que fueron secados al sol, pronto se descubriría que los ladrillos cocidos eran mucho más resistentes ante la variación de climas, haciéndolo mucho más confiable para la construcción de edificaciones en comparativa con los ladrillos de barro, además de ello los ladrillos cocidos eran capaces de absorber calor durante el día y luego ir liberándolo en el transcurso de la noche. (Zúñiga Suárez, 2018)

En Babilonia en el año 3000 a.C. fueron encontrados el uso de los primeros ladrillos cocidos, utilizados en revestimientos exteriores y muros de protección, esta técnica se desarrolló siglos antes, en la fabricación de utensilios domésticos. (Arquiñigo Trujillo, 2011)

Teniendo en conocimiento un breve resumen de la aparición de los ladrillos en la historia de la humanidad, se puede corroborar que la industria más antigua y la que menos pudo desarrollarse a lo largo del tiempo. Existiendo ahora en muchas ciudades producción de ladrillos de tipo artesanal, los cuales son de bajo costo de producción. Así mismo en épocas antiguas, las construcciones usaban unidades que fueron moldeados con barro y paca (fibras vegetales) secados al sol.

A lo largo de la historia de Perú las culturas pre – incas utilizaron diversas formas de albañilería, siendo las más destacadas el adobe y piedras, así mismo usaron barro como elemento de adhesión.

Las culturas Mochicas las utilizaron en sus construcciones de carácter religioso como, por ejemplo; la Huaca del Sol de 18 m de altura y la Huaca de la Luna, con localización en el valle Moche.

Figura 1

Huaca del Sol, Capital de la cultura Mochica



Nota. La figura muestra la utilización de las unidades de albañilería en la cultura Mochica. Tomado de *Ramirez Sánchez* (2001).

En la Cultura Chimú, que se desarrolló entre los años 850 d.C. hasta los 1470 d.C. fue una de las culturas más importantes en la que se pudo observar una de las construcciones más importantes, la ciudadela de Chan Chan, es la mayor construcción de barro en el Perú, abarcando en su apogeo más de 20 km². (Ministerio de Cultura, 2021).

Figura 2

Ciudadela de Chan Chan



Nota. Ciudadela de Chan Chan, la ciudad de adobe más grande de América. Tomado de *Monica* (2020).

La cultura Tiahuanaco, destacó con sus construcciones en albañilería de piedra como son el conjunto Pumakunko y la fortaleza de Calasasaya, de igual manera la cultura Huari en la ciudad de Pachacamac, tiene como unidades de albañilería la piedra.

Figura 3

Piquillacta, cultura Huari



Nota. Piquillacta, cultura Huari. Tomado de *López & Aguilar* (2014).

Según San Bartolome (1994), en el Perú los ladrillos de arcilla llegaron en la época colonial española, y la primera fábrica de ladrillos fue construida en Lima en el año 1856.

En la actualidad aún se continúa con la utilización de construcciones de tierra (adobe), con mayor uso en comunidades al interior del país, así mismo cada vez se viene optando por las construcciones denominadas de “material noble”, la cual es una estructura que combina los pórticos de concreto reforzado con muros de albañilería confinada de ladrillos de arcilla cocidos.

En este sistema de construcción dentro de nuestro país se incrementó la utilización de ladrillos artesanales y semi industriales, debido a su menor costo ya que guarda una similitud con los ladrillos industriales, por tal motivo las circunstancias ameritan realizar una investigación en las propiedades físicas y mecánicas de la producción de ladrillos semi industriales producidos en la ciudad de Sicuani.



2.2.MARCO TEÓRICO

2.2.1. Marco Teórico Referencial

Según Padilla Rodriguez (2022) en su tesis “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería para viviendas, fabricadas en las ladrilleras del distrito de la unión, provincia y departamento de Piura 2021”, tiene por objetivo el evaluar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería para uso en viviendas, fabricadas en ladrilleras del distrito de la Unión, provincia y departamento de Piura, tuvieron una muestra de estudio indicados en las normas técnicas a la que hace referencia el RNE E070 “Albañilería”. Teniendo como resultado que solo el 30 % de las ladrilleras cumplen con lo especificado en la Norma.

Como indica Meza Huaman & Wu Vega (2018) en su tesis “Los efectos de la adición del carbonato de calcio en el mejoramiento de las características de los ladrillos artesanales del distrito de Chilca, año 2018”, tiene como objetivo el de determinar en qué manera la adición de carbonato de calcio mejora las propiedades físicas y geométricas de los ladrillos artesanales. En su metodología se propuso la fabricación de 10 unidades de albañilería conteniendo 0 % de carbonato de calcio, así mismo con adiciones de 3% y 5% de carbonato de calcio, teniendo un total de 30 unidades de albañilería, siendo el diseño experimental la sustitución de arcilla por carbonato de calcio. Se tuvo como resultado que la mejor dosificación fue en la adición de un 3% de carbonato de calcio, con lo cual se logró una capacidad portante de 55.37 kgf/cm².

Según Huamani Mollo & Solis Guerra (2020) en su tesis “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de arcilla maciza adicionadas con diatomita del yacimiento de San Juan de Tarucani, Arequipa 2020”, tuvo como objetivo el obtener unidades de albañilería adicionadas con diatomita con lo cual se desea que estas obtengan las solicitudes planteadas en el RNE E070. La metodología empleada fue la de elaborar 10 unidades de albañilería artesanal con adiciones de 10% y 15 % en peso de diatomita a la mezcla de arcilla, luego de ello someterlas a ensayos físicos de absorción, succión y mecánicos como resistencia a la compresión, así mismo se realizaron estudios adicionales como variaciones dimensionales y alabeo. Se tuvo que la absorción iba en aumento a medida que se aumentaba la dosificación de diatomita, así mismo la resistencia a la compresión empezaba a disminuir a medida que la dosificación aumentaba a más de 15% de adición



de diatomita, por ello la dosificación con mejores prestaciones fueron las obtenidas con una adición de 15% de diatomita.

Según Ríos Vásquez (2018) en su tesis “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”, tiene como objetivo el de evaluar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco en el año 2017, en cuanto a las pruebas físicas y mecánicas los resultados de las pruebas indican que cumplen las especificaciones de la Norma E070 de Albañilería.

Según Rojas Barranzuela & Sotelo Casusol (2019) en su tesis “Propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo de polipropileno frente a las de un ladrillo tradicional de arcilla, Nuevo Chimbote -2019”, tuvo como objetivo principal el de realizar una comparativa entre las propiedades físicas y mecánicas entre un ladrillo con polipropileno y un ladrillo tradicional, Para la toma de muestras se realizarán según las cantidades y procedimientos establecidos en el RNE E070. Los resultados obtenidos en el estudio mostraron que el ladrillo con adición de polipropileno tiene un peso de 1.5 kgf, una variación dimensional de 0, un porcentaje de absorción de 8.95%, una resistencia a la compresión de 152.53 kgf/cm² y una resistencia a la flexión de 91.8 kgf/cm², con respecto al ladrillo artesanal que obtuvo valores de peso de 3.13 kgf, un porcentaje de absorción de 17.952%, una resistencia a la compresión de 108.05 kgf/cm² y una resistencia a la flexión de 26.01 kgf/cm².

2.2.2. Marco Teórico Científico

Según Betancourt, Díaz, & Martirena (2013), en la publicación “Influencia de la adición de un 2% de carbonato de calcio en el proceso de fabricación de los ladrillos de cerámica roja: etapas de secado y cocción” tiene como objetivo el de evaluar la influencia de la adición en un 2% de carbonato de calcio en los procesos de secado y cocción, en cuyo estudio se realizaron la elaboración de especímenes con y sin adición de carbonato de calcio, se tuvieron como resultados la reducción del tiempo de secado en un 35% y la disminución de combustible en un 27% en el proceso de quemado.

Según Betancourt, Martirena, Day, & Diaz (2007), en la publicación “Influencia de la adición de carbonato de calcio en la eficiencia energética de la producción de ladrillos de cerámica roja”, tiene como objetivo mejorar el perfil energético de la



producción de la temperatura y el tiempo de quema, así mismo indica que la adición de cantidades de carbonato de calcio en cantidades de 2 a 5% de la masa de arcilla mejora la resistencia a la compresión de los ladrillos en temperaturas cercanas a los 900 °C en el proceso de quema, los incrementos en cuanto a resistencia a la compresión varían entre 40 a 50%, y la reducción de costos energéticos que oscilan entre un 30 a 50%.

2.2.3. Marco Teórico Conceptual

2.2.3.1. Ladrillo

Según Gallegos & Casabonne, Albañilería Estructural (2005), indica que las unidades de arcilla son llamadas ladrillos de arcilla o ladrillos cerámicos, así mismo se tiene la clasificación de ladrillos de arcilla sólidos, perforados y tubulares; la fabricación de bloques son huecos, y la fabricación de estos son por métodos de presión y por extrusión, el color de los ladrillos va normalmente de color amarillo al rojo.

Según Instituto Nacional de Calidad [INACAL] (2015), indica que los ladrillos son unidades de albañilería fabricadas con arcilla, conformada mediante moldeo, prensado, o extruido para luego ser sometida a elevadas temperaturas en el proceso de quema, con el tratamiento calorífico se debe desarrollar suficientes enlaces de origen térmico entre las partículas constituyentes para recabar requisitos de resistencia y durabilidad.

Según Consejería de medio ambiente y ordenamiento del territorio (2004), la diferenciación de los tipos de ladrillos los clasifica en tres tipos de ladrillos:

- Macizo, es el ladrillo totalmente macizo o con alveolos en la parte de la tabla del ladrillo, donde el volumen de los alveolos no supere el 10% del volumen total.
- Perforado, es el ladrillo con alveolos en parte de la tabla del ladrillo, donde el volumen de los alveolos supera el 10% del volumen total.
- Hueco, es el ladrillo con alveolos en el canto o la testa del ladrillo.

De igual manera designa el nombre de las caras de los ladrillos de la siguiente manera: tabla como cara mayor, canto como cara intermedia y testa como cara menor.

Así mismo designa el nombre de las aristas de la siguiente manera: sogá como la arista mayor, tizón como la arista media y grueso como la arista menor.

Según Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción [SENCICO] (2020), considera que el ladrillo es una unidad de albañilería cuyas



dimensiones y peso permiten su manipulación con una sola mano. Así mismo cataloga a los ladrillos como:

- Ladrillo sólido: ladrillo donde la cara transversal a su superficie de asiento es mayor al 70% del área bruta del mismo plano
- Ladrillo hueco: ladrillo donde el área transversal a su superficie de asiento es menor o igual al 70% del área bruta del mismo plano
- Ladrillo tubular: Ladrillo donde los albeolos son paralelos con la superficie de asiento.

Según la NTP 331.017 “Unidades de albañilería. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos [SENCICO] (2020), considera a los ladrillos según su equivalente de sección neta con respecto a la sección bruta en los siguientes tipos:

- Ladrillo sólido o macizo: aquel que tiene un equivalente superior o igual a 75% de sección neta con respecto a la sección bruta.
- Ladrillo perforado: aquel que tiene un equivalente inferior a 75% de sección neta con respecto a la sección bruta.
- Ladrillo tubular: Unidad con huecos en dirección paralela a la superficie de asiento.

2.2.3.2.Ladrillo Artesanal

Según Barranzuela Lescano (2014), el ladrillo artesanal es fabricado con procedimientos manuales, El amasado o moldeado es hecho a mano. El ladrillo producido artesanalmente se caracteriza por variaciones de unidad a unidad.

2.2.3.3.Ladrillo Semi industrial

Según Barranzuela Lescano (2014), el ladrillo semi industrial es el fabricado con procedimientos manuales, donde el proceso de moldeado se realiza con máquinas elementales que en ciertos casos se extruye, a baja presión, la pasta de arcilla.

2.2.3.4.Ladrillo Industrial

Según Barranzuela Lescano (2014), el ladrillo industrial es fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa o extruye la pasta de arcilla. El ladrillo industrial se caracteriza por su uniformidad



2.2.3.5. Componente de los ladrillos

2.2.3.5.1. Materia Prima

Según San Bartolome (1994), Las arcillas empleadas como materia prima en la fabricación de ladrillos se clasifican en calcáreas y no calcáreas. Las primeras contienen un 15% de carbonato de calcio, la cual brinda a las unidades un color amarillento, así mismo la segunda predomina el silicato de alúmina con un porcentaje de óxido de hierro, que proporciona el tono rojo. Las mejores arcillas contienen un 33% de arena y limo.

ARCILLA

I. Historia

Las formaciones de las arcillas se llevaron a cabo por acción de diferentes factores como la presión tectónica, erosión, movimientos sísmicos, etc., así mismo como la descomposición de rocas, en el transcurso de su formación las arcillas fueron adquiriendo diferentes impurezas de origen mineral, en el transcurso de su transporte hasta sus lugares de sedimentación, cabe resaltar que este proceso de sedimentación dura millones de años hasta la formación de lechos de arcilla, así mismo la arcilla se puede encontrar en casi todos los terrenos a poca profundidad de la superficie o en la misma superficie, es por ello que existen muchas variedades de arcillas, de las cuales cada una posee propiedades particulares, es por ello que no todas las arcillas son útiles para la cerámica.

II. Definición

La arcilla es plástica y tenaz cuando se humedece y se endurece permanentemente cuando se calcina o cuece, la arcilla tiene gran importancia en la industria y está compuesta por minerales de aluminio y silicatos, formados por la meteorización de feldespatos, permiten un gran almacenamiento de agua por adherencia, dando plasticidad a la arcilla y provocando la hinchazón en algunas variedades. La arcilla no es una roca primitiva, es el producto de la descomposición de ciertas rocas ígneas antiguas, la arcilla pura es el silicato de aluminio llamado caolín.

En la industria ladrillera, la arcilla es un agente plastificante, su función es la de aglomerante para que en la unión de los materiales se forme un cuerpo compacto.



III. Propiedades físico – químicas

Las propiedades más importantes son:

- Superficie específica
- Capacidad de absorción
- Hidratación e hinchamiento
- Plasticidad
- Tixotropía

IV. Propiedades físicas de las arcillas

Las propiedades físicas de las arcillas son las siguientes:

- Elasticidad
- Endurecimiento
- Color
- Absorción

V. Mineralogía de las arcillas

Con la composición principal de silicatos, las composiciones mineralógicas de las arcillas comienzan en el año 1930, el comportamiento mecánico de las arcillas se ve decisivamente influido por su estructura en general y su composición mineralógica en particular. La composición está constituida básicamente por silicatos de aluminio hidratados presentando también en ocasiones, silicatos de magnesio, hierro y otros metales, también hidratados, los átomos se disponen en láminas, de acuerdo a su estructura reticular, los minerales de arcilla se clasifican en grupos de: caolinitas, montmorillonitas e ilitas:

Caolinitas

Conformadas por una lámina de silícica y otra alumínica, que se superponen indefinidamente, la unión entre todas las retículas es lo suficientemente firme para no permitir la penetración de moléculas de agua entre ellas, es por ello que son relativamente estables en presencia de agua

Montmorillonita

Está formada por una lámina alumínica entre dos silícicas, superponiéndose infinitamente, la unión entre las retículas del mineral es débil, por ello el agua puede introducirse en la estructura con relativa facilidad a causa de las fuerzas



eléctricas generadas por su naturaleza dipolar, es por ello que el volumen de los cristales se evidencia en una expansión.

Ilitas

Están estructuradas análogamente que las montmorillonitas, sin embargo, su composición interna manifiesta una tendencia a formar grumos de materia, la expansividad es menor que las montmorillonitas.

VI. Tipos de arcillas

a. Según su origen

Arcillas primarias o residuales

Su formación se da en el lugar de sus rocas madres, son relativamente puras, blancas y libres de contaminantes, las caolinitas son en la mayoría arcillas primarias.

Arcillas secundarias o transportadas

Son aquellas que son transportadas del lugar de las rocas madres originales, ya sea por vientos, agua y glaciares, este tipo de arcillas contienen diferentes impurezas.

b. Según su plasticidad

Arcillas grasas

Son plásticas por excelencia, untuosas al tacto cuando están húmedas, su superficie es unida y brillante, al entrar en contacto con el agua exhalan el olor característico a tierra en fermentación.

Arcillas magras

Son aquellas que poseen muy poca o nula plasticidad, conocidas también como arcillas áridas.

c. Según su fusibilidad

Arcillas refractarias

Su punto de fusión se encuentra entre los 1600 a 1750 °C, son por lo general blancas, grises y poco coloreadas después de su cocción.

Arcillas fusibles o arcillas de alfarería

Son arcillas cuyo punto de fusión alcanza temperaturas por encima de los 1100 °C, son de color castaño, ocre, amarillo o marfil tras su cocción, suelen ubicarse cerca de la superficie del suelo. Suele contener ilita acompañado de una proporción de caliza, óxido de hierro y otras impurezas.



VII. Análisis químico de las arcillas

Según Afanador Garcia, Ibarra Jaime, & López Durán (2013), las arcillas para la elaboración de ladrillos deben de contener SiO_2 entre 64.1-83.1%, Al_2O_3 entre el 21.6 – 27.1% y Fe_2O_3 entre 3.0 – 6.1%.

2.2.3.6. Tipos de ladrillos según su unidad de albañilería

Según Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la Construcción [SENCICO] (2020), clasifica a los ladrillos según la resistencia a la compresión de estos clasificándolos en 5 tipos de ladrillos, en la tabla 2 de la presente tesis de investigación muestra los valores de la clasificación de los ladrillos según la norma, así mismo la norma propone las limitaciones de uso de las unidades de albañilería para fines estructurales.

Tabla 1

Limitaciones en el uso de las unidades de albañilería para fines estructurales.

ZONA SISMICA 2 Y 3			
TIPO	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	ZONA SISMICA 1
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Celdas totalmente rellenas de grout	Celdas parcialmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

* Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

Nota: Información tomada de *Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.070 Albañilería* (2020).



Según Instituto Nacional de Calidad [INACAL] (2015), los ladrillos son unidades de arcilla que mediante procesos de moldeado y posterior quema, adquieren requisitos de resistencia y durabilidad. Así mismo considera a los ladrillos de la siguiente manera:

- Tipo 21: Para usos donde se requiere alta resistencia a la compresión y resistencia a la penetración de la humedad y la acción severa del frío.
- Tipo 17: Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión y resistencia a la acción del frío y a la penetración de la humedad.
- Tipo 14: Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.
- Tipo 10: Para uso general donde se requiera moderada resistencia a la compresión.

2.2.3.7. Propiedades principales de las unidades de albañilería

Las propiedades principales de las unidades de albañilería deben entenderse en su relación con el producto terminado, que es la Albañilería. Según Gallegos & Casabonne (2005), las principales propiedades relacionadas con la resistencia estructural son:

- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la tracción, medida como resistencia a la tracción indirecta o a la tracción por flexión.
- Variabilidad dimensional con relación a la unidad nominal, o mejor, con relación a la unidad promedio y, principalmente, la variabilidad de la altura de la unidad.
- Alabeos, medidos como concavidades o convexidades en la superficie de asiento.
- Textura de la cara de asiento.

Resistencia a la compresión

Según Gallegos & Casabonne (2005), indica que la resistencia a la compresión en la propiedad principal de las unidades de albañilería, estos valores nos pueden señalar si serían idóneos para poder utilizarlos con fines estructurales y de exposición



o serían poco durables, así mismo indica que es una propiedad difícil de medir adecuadamente, teniendo como principal variante la altura de las unidades ensayadas.

Según Afanador García, Guerrero Gómez, & Monroy Supúlveda (2012), indica que la resistencia a la compresión de ladrillos de arcilla se usa como control de calidad en la elaboración (dosificación de los materiales, temperatura y tiempo de horneado), para conocer la calidad de los materiales y su materia prima utilizados en la fabricación de ladrillos y para encontrar la resistencia a la compresión de la mampostería a partir de formulas que relacionan las propiedades de la unidad y los morteros.

Según la Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la Construcción [SENCICO] (2020), la resistencia a la compresión de unidades de albañilería para fines estructurales varían según la clasificación de los ladrillos los cuales varían desde una clase de ladrillo I con una resistencia a la compresión (f'_b) mínima en MPa de 4.9 y una resistencia máxima del ladrillo clase V, con resistencia mínima de 17.6 MPa. Así mismo indica que las pruebas de resistencia se encuentran indicadas en las Normas NTP 399.613.

Tabla 2

Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a compresión f'_b mínimo en MPa (kgf/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 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

Nota: Información tomada de Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.070 Albañilería (2020).

Según Instituto Nacional de Calidad [INACAL] (2015), la resistencia a la compresión es relación de la carga de la rotura a compresión de un ladrillo y su sección bruta.

Resistencia a la compresión simple de pilas

Según SENCICO (2020), la norma establece que para la verificación de f'_m en todas las zonas sísmicas se debe realizar pruebas en 3 pilas, así mismo para poder corregir el valor de f'_m se debe multiplicar por un coeficiente el cual depende de la esbeltez, que tienen valores comprendidos entre 2 a 5.

Tabla 3

Factor de corrección f'_m por esbeltez-SENCICO 2020.

FACTOR DE CORRECCIÓN f'_m POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor (*)	0.73	0.80	0.86	0.95	0.98	1.00

(*) Interpolarse linealmente para valores intermedios de esbeltez

Nota: Información tomada de Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.070 Albañilería

Resistencia a la flexión

Según Afanador García, Guerrero Gómez, & Monroy Supúlveda (2012), El ensayo de flexión es una propiedad importante como criterio de durabilidad y para entender el mecanismo de falla de la mampostería cuando se solicitan esfuerzos de compresión y flexión.

Variación Dimensional

Según Bonilla Macila (2006), Es importante analizar la variación dimensional, ya que esta característica de las unidades de albañilería define la altura de las hiladas que se refleja en el mayor o menor espesor de la junta de mortero.

Según SENCICO (2020), en la tabla 2, de la presente tesis, nos muestra las variaciones aceptables en porcentajes con respecto a la longitud de las unidades, así mismo se referencia en la norma NTP 399.613 para las pruebas de las unidades de albañilería. Y nos indica también que las unidades tendrán su aceptación no tendrá



una dispersión de más de 20% para unidades producidas industrialmente o 40% para unidades producidas artesanalmente.

Absorción

La absorción es la medida de permeabilidad de las unidades de albañilería, así mismo ellos son indicadores de posibles filtraciones a través de los ladrillos y como una atencencia a la desintegración de las unidades cuando se encuentran húmedos y sometidos a congelación y descongelación alternadamente. Así mismo se tiene en conocimiento que un ladrillo más denso tiene mayor resistencia a las sollicitaciones de carga en comparativa con un ladrillo poroso.

La causa de la variación de la absorción se debe principalmente a la diferencia de materiales utilizados y el método de moldeado de los productos.

Según el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción [SENCICO] (2020), los ensayos de absorción se realizarán de acuerdo a la norma NTP 399.613, así mismo se considerará una unidad aceptable si el porcentaje de absorción no es mayor a 22%.

Según Gallegos & Casabonne (2005), la absorción es la medida de permeabilidad, así mismo muestra los valores de absorción máxima en porcentajes (%), la cual para unidades de albañilería de arcilla considera máxima cuando se encuentra en intervalos de 15 a 30 % así mismo considera de media a muy reducida cuando pesee valores de entre 1 a 20 %.

Alabeo

Según el Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la Construcción [SENCICO] (2020), los ensayos seguirán el proceso indicado en la Norma NTP 399.613, así mismo en la tabla 2 de la presente tesis se muestra las tolerancias del alabeo en unidades de albañilería para todos los tipos de ladrillos.

Según Bonilla Macila (2006), el efecto del alabeo es semejante al de la variación dimensional, es decir produce el aumento o disminución en el espesor de las juntas de mortero, que influye en la resistencia a compresión y a fuerza cortante de la albañilería.

2.2.3.8. Carbonato de calcio

Según Campoverde Cotrina (2022), el carbonato de calcio es un compuesto químico ternario, compuesto por calcio (Ca), carbono (C) y oxígeno (O), cuya fórmula química es CaCO_3 , conocido también como piedra caliza, esta



distribuida en sedimentos geológicos y en la historia fue utilizada como material de construcción. En relación a las propiedades químicas del carbonato de calcio se tiene:

- Cal/Calcita: Esto es carbonato de calcio $[CaCO_3]$, este compuesto es generalmente insoluble en agua, así mismo su solubilidad incrementa en condiciones ácidas, posee un máximo 40% de calcio.
- Dolomita: Es carbonato de calcio y magnesio $[CaMg(CO_3)_2]$, Al igual que la cal es generalmente insoluble en agua, así mismo contiene de 2 a 13% de magnesio.
- Cal hidratada: Es hidróxido de calcio $[Ca(OH)_2]$, es una solución con $pH > 12$.

El carbonato de calcio es utilizado en el tratamiento de suelos en diversos grados.

2.2.4. Marco Legal

Para el presente trabajo de investigación se tomará en cuenta las siguientes normas:

- Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.070 Albañilería.
- Norma Técnica Peruana NTP 331.017 Unidades de Albañilería. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos.
- Norma Técnica Peruana NTP 339.613 Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
- Norma Técnica Peruana NTP 399.605 Unidades de Albañilería. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.
- Norma Técnica Peruana NTP 399.621 Unidades de Albañilería. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
- ASTM C 67 – 03a Muestreo y prueba de ladrillo y teja de arcilla estructural.
- ISO 13196: Soil quality – Screening soils for select elements by energy – dispersive X – ray fluorescence spectrometry using a handheld or portable instrument.



2.3.HIPÓTESIS

2.3.1. Hipótesis General

La adición del carbonato de calcio mejora las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería, Sicuani 2022.

2.3.2. Hipótesis Específica

HE 1: La adición de carbonato de calcio mejora las propiedades físicas de las unidades de albañilería.

HE 2: La adición carbonato de calcio mejora las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería

HE 3: El porcentaje óptimo de adición de carbonato de calcio no es mayor al 6% respecto del contenido de arcilla.



CAPÍTULO III: MÉTODO



3.1.IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

3.1.1. Variable Independiente

- Carbonato de Calcio.

3.1.2. Variables Dependientes

- Dimensionamiento
- Alabeo
- Absorción
- Porcentaje de vacíos
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la flexión
- Resistencia a la compresión en pilas
- Resistencia a la compresión diagonal en muretes



3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 4

Operacionalización de variables.

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Carbonato de calcio	Según Campoverde Cotrina (2022), el carbonato de calcio es un compuesto químico ternario, compuesto por calcio (Ca), carbono (C) y oxígeno (O), cuya fórmula química es CaCO3, conocido también como piedra caliza, está distribuida en sedimentos geológicos y en la historia fue utilizada como material de construcción.	Es la cantidad de carbonato de calcio que resulta del porcentaje de contenido de arcilla de la materia prima, la cual es medida en peso con una balanza.	% de Dosificación	Ladrillo tradicional	Razón	Tipo de Investigación: Aplicada. Nivel de Investigación: Explicativo. Diseño de Investigación: Cuasi experimental: Enfoque: Cuantitativo. Población: Son los ladrillos semi industriales de arcilla convencionales y con adiciones de carbonato de calcio de la ciudad de Sicuani. Muestra: Es el ensayo de 66 unidades de albañilería semi industriales convencionales y 66 unidades de albañilería semi industriales con adiciones de carbonato de calcio para cada tipo de dosificación. Muestreo: No Probabilístico intencional Técnica: Observación directa. Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio
				2% de Carbonato de calcio		
				4% de Carbonato de calcio		
				6% de Carbonato de calcio		
Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería	Según el RNE Norma E.070 las unidades de albañilería tienen propiedades establecida como importante ella es la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, la variación dimensional, absorción y alabeo. Así mismo clasifica a las unidades de albañilería de arcilla en 5 tipos de ladrillos.	Son las propiedades físicas y mecánicas principales de las unidades de albañilería tradicionales y con la adición de carbonato de calcio, se calcula realizando el promedio característico de los ensayos según la normativa vigente.	Propiedades físicas	Absorción (%)	Razón	
				Variación de dimensión (mm)		
				Alabeo (mm)		
			Propiedades mecánicas	Porcentaje de Vacíos (%)		
				Resistencia a la compresión de (5) unidades de albañilería f ^b (kgf/cm2)		
				Resistencia a la compresión simple de pilas (3) de albañilería (kgf/cm2)		
				Resistencia a la flexión de (5) unidades de albañilería (kgf/cm2)		
				Resistencia a la compresión diagonal en muretes (3) de albañilería (kgf/cm2)		

Nota: Elaboración propia



3.3. POBLACIÓN

Según Carrasco Díaz (2006), Es el conjunto de la totalidad de elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación.

Según Hernández Sampieri & Bautista Lucio (2014), la población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones.

En la presente tesis la población fue representada por los ladrillos fabricados de forma semi industrial de manera tradicional, así como la fabricación de ladrillos con la adición de los diferentes porcentajes de carbonato de calcio en la ciudad de Sicuani, en la fábrica “Paucar” del propietario Hector Paucar Tambo. La conformación de la población será de 120 ladrillos patrón y 120 ladrillos por cada dosificación de ladrillos con adición de carbonato de calcio.

3.4. MUESTRAS

Según Carrasco Díaz (2006), Es una parte o fragmento representativo de la población, cuyas características son las de ser objetiva y fiel reflejo de ella, de tal manera los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población.

Así mismo los requisitos para una adecuada muestra debe poseer los requisitos de:

- Poseer las mismas características de la población.
- Seleccionarse con procedimientos y técnicas basadas en reglas estadísticas y matemáticas.
- Ser directamente proporcional al tamaño de la población.
- Que el error muestral determinado esté dentro de los límites y estándares permitidos.

Según Hernández Sampieri & Bautista Lucio (2014), es un sub conjunto de la población del cual se recolectan datos los cuales son representativos, en realidad, pocas veces es posible medir a toda la población, de tal manera esta debe de ser un reflejo fiel del conjunto de la población.

La muestra fue conformada las cantidades determinadas en la tabla 5, en la cual muestra que se necesitó de 66 unidades de ladrillo bloquer 12 patrón y 66 unidades de ladrillo bloquer 12 por cada dosificación de ladrillos con adición de carbonato de calcio.



3.5.MUESTREO

Según Carrasco Díaz (2006), en el presente proyecto al no elegir las muestras al azar el muestreo es de tipo no probabilístico, así mismo las muestras seras intencionadas ya que se elegirán las muestras que se crean mas convenientes y se crea que son los más representativas.

Para poder determinar la cantidad se seleccionaron especímenes en cantidades requeridos para lograr realizar las pruebas determinadas en la Norma NTP 399.613.

En la siguiente tabla se muestra el número de unidades de albañilería que intervendrán en los distintos ensayos a realizar, asimismo se denominó con abreviatura a la muestra de diseño de unidades de albañilería convencional (UAC), y como nomenclatura para su identificación de las unidades se le consideró como “0%” y a las unidades adicionadas con carbonato de calcio (UACC) y como nomenclatura para su identificación se les consideró como “2%” para ladrillos bloquer 12 con 2% de adición de carbonato de calcio, “4%” para ladrillos bloquer 12 con 4% de carbonato de calcio y “6%” para ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio, cabe resaltar que el porcentaje de adición de carbonato de calcio es con respecto al porcentaje de arcilla que posee la materia prima.

Tabla 5
Cantidad de muestras según ensayos.

Dosificación	Resistencia a la compresión de unidades de albañilería	Resistencia a la compresión simple de pilas (3) de albañilería	Resistencia a la flexión de unidades de albañilería	Resistencia compresión diagonal en muretes de albañilería (3)	Absorción	Sub total de muestras
UAC	5	6	5	45	5	66
2% UACC	5	6	5	45	5	66
4% UACC	5	6	5	45	5	66
6% UACC	5	6	5	45	5	66
Total de muestras a ensayar						264



Nota: La tabla muestra las cantidades de especímenes a ensayar según ASTM C 67-03a y NTP 399.613.

3.6.TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Según Hernández Sampieri & Bautista Lucio (2014), la recolección de datos engloba la creación y la aplicación de estrategias específicas las cuales son destinadas a recoger los datos necesarios.

En esta tesis se utiliza como técnica de recolección de datos el análisis documental, con el fin de buscar información relacionado con el tema a tratar en la tesis, como son revistas, libros especializados del tema, artículos, tesis de investigación, también se utilizó la técnica de observación sistemática, por que ayuda a recabar información necesaria para medir los indicadores de la variable dependiente (propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería) y de la variable independiente (carbonato de calcio).

3.7.INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Según Hernández Sampieri & Bautista Lucio (2014), que las refieren como un recurso del investigador para recoger y almacenar la información relevante sobre las variables.

Para realizar las diferentes pruebas en la tesis en se empleó como instrumento de recolección de datos: fichas técnicas de laboratorio.

3.8.VALIDEZ

Según Hernández Sampieri & Bautista Lucio (2014), la validez, se obtiene mediante las opciones de expertos y al asegurarse de que las dimensiones medidas por el instrumento de recolección de datos sean representativos del universo o dominio de las dimensiones de las variables de interes, tambien indica que es el grado en que un instrumento en verdad mide la variable que se busca medir.

Según Carrasco Díaz (2006), Este atributo de los instrumentos de investigación consiste en que estos miden con objetividad, precisión,veracidad y autenticidad aquello que se debe de medir de las variables en estudio, en otras palabras indica si un instrumento es válido cuando mide lo que tenga que medir.

La presente tesis fue válida con las verificaciones y la correcta realización de recolección de datos y ensayos de laboratorios, los cuales fueron realizados según indicaciones de las normativas vigentes tales como son los de las Normas Técnicas



Peruanas (NTP), y las de ASTM. Así mismo se adjuntó un panel fotográfico detallado en la que se describió los procesos de los ensayos a realizar.

3.9.CONFIABILIDAD

Según Hernández Sampieri & Bautista Lucio (2014), es el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes, así mismo indica que la confiabilidad es un instrumento de medición se refiere al grado en el que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto, produce resultados iguales.

Según Carrasco Díaz (2006), de la confiabilidad depende la veracidad y objetividad de los datos obtenidos, ya que la ausencia de ella puede conducir a resultados ambiguos y sesgados.

La base fundamental de la confiabilidad, es ofrecer un alto grado de veracidad a los datos obtenidos. Por esta razón el desarrollo de ensayos y la elaboración de informes fue ejecutado por un laboratorio altamente implementado con certificados de calibración vigentes.

3.10. PROCEDIMIENTO

Para la preparación de la presente investigación se realizará lo siguiente:

- Se tomó referencias bibliográficas y se buscó información sobre el mejoramiento de las unidades de albañilería con adiciones de diferentes materiales.
- Se realizó investigaciones de los efectos que causa la adición de carbonato de calcio en las unidades de albañilería.
- Se realizó la caracterización del carbonato de calcio para la presente investigación.
- Se realizó una caracterización de la materia prima con la que se realiza los ladrillos en la ciudad de Sicuani.
- Se realizó la granulometría para determinar el contenido de arcilla de la materia prima.
- Se procedió a realizar la dosificación del carbonato de calcio con respecto a la cantidad de arcilla contenida en la materia prima en un 2%, 4% y 6% de la arcilla contenida, haciendo la adición de esta dosificación.
- Se realizó la producción de 120 unidades de ladrillos de manera convencional de los cuales 66 fueron sometidos a ensayos de laboratorio con 54 unidades de respaldo.



- Se realizó la producción de 120 unidades por cada dosificación de ladrillos con adición de 2%, 4% y 6% de carbonato de calcio de las cuales 66 fueron destinados a los ensayos de laboratorio por cada dosificación y 54 unidades son de respaldo por cada dosificación.
- Se realizó el secado de las unidades de albañilería preparadas en general.
- Se realizó la cocción de las unidades de albañilerías previamente secadas.
- Se procedió a realizar los ensayos de absorción, dimensionamiento, alabeo y área de vacíos a todas las unidades, así mismo se realizó la toma de datos en fichas de datos.
- Se procedió a realizar el ensayo de resistencia a compresión de 5 unidades de albañilería convencional (UAC) y a 15 unidades de albañilería con adición de carbonato de calcio (UACC), así mismo se realizó la toma de datos en fichas de recolección de datos.
- Se procedió a realizar el ensayo de resistencia a flexión de 5 unidades de albañilería convencional (UAC) y a 15 unidades de albañilería con adición de carbonato de calcio (UACC), así mismo se realizará la toma de datos en fichas de datos.
- Se preparó 3 pilas de 2 unidades de ladrillos bloquer N° 12 para cada dosificación de adición de carbonato de calcio, así como de unidades sin adición de carbonato de calcio.
- Durante la preparación de las pilas se realizó la producción de cubos de mortero usado en la elaboración de las mismas, las cuales fueron curados en las mismas condiciones que las pilas.
- Se ensayó la resistencia a compresión simple de las pilas de ladrillo tanto a los ladrillos convencionales como a los ladrillos con la adición del carbonato de calcio, así mismo se realizó la toma de datos en fichas de recolección de datos.
- Se ensayó los cubos de morteros a compresión simple, el mismo día del ensayo de las pilas.
- Se preparó 3 muretes con 2 unidades enteras por hilada de unidades convencionales, así como de unidades con adición de carbonato de calcio de cada dosificación, la forma de diseño fue cuadrada aproximada, la cual se curó por 28 días por lo menos para su ensayo.



- Durante la preparación de los muretes se realizó la producción de cubos de mortero usando el mismo mortero de la elaboración de muretes, los cuales fueron curados en las mismas condiciones que los muretes.
- Se ensayó los muretes tanto de unidades convencionales como de unidades con adición de carbonato de calcio de cada dosificación.
- Se ensayó los cubos de mortero a compresión simple, el mismo día del ensayo de los muretes.
- Se realizó la evaluación de los datos obtenidos en los ensayos realizados para determinar la mejor dosificación en los ladrillos, así mismo evaluar el efecto producido por el carbonato de calcio en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ensayados.

3.11. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Se realizó un análisis descriptivo de los datos obtenidos, así mismo se realizó la aplicación de herramientas estadísticas como la media, desviación estándar, etc.

Se realizó un análisis de varianza para determinar la diferencia significativa entre las UAC y las UACC.

Los resultados obtenidos fueron comparados con los requisitos de la Norma E.070 así como la Norma NTP 331.017.

3.12. METODOLOGÍA

3.12.1. Tipo de Investigación

Según Hernández Sampieri & Bautista Lucio (2014), es aplicada pues se desalinea del conocimiento teórico, para adentrarse en la búsqueda de fines netamente prácticos bien establecidos, o sea, se estudia para poder desarrollar, cambiar o adaptar determinados ámbitos; estableciéndolos en prototipos de conocimiento y tecnología.

Según Carrasco Díaz (2006), es aplicada ya que tiene propósitos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad.

En la presente tesis se manipuló los datos probatorios estructurados de los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos convencionales, así como los ladrillos con adición de carbonato de calcio en diferentes proporciones.



3.12.2. Nivel de Investigación

Según Hernández Sampieri & Bautista Lucio (2014), es explicativo ya que en este tipo de estudios tiene la finalidad de dar respuesta por las causas de eventos y fenómenos físicos. Principalmente se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se presenta, o por qué motivo se relacionan dos o más variables, dicho de una manera más resumida procuran establecer la causa de sucesos o del fenómeno que se estudia.

Según Carrasco Díaz (2006), es explicativo ya que responde a la interrogante ¿por qué?, es decir, con este estudio podemos conocer por qué un hecho de la realidad tiene tales y cuales características, cualidades, propiedades, etc.

En esta tesis se pretendió demostrar los efectos que tiene la adición de carbonato de calcio en las unidades de albañilería de arcilla fabricados semi industrialmente, para ello se realizó pruebas de absorción, dimensionamiento, alabeo, área de vacíos, resistencia la compresión, resistencia a flexión de las unidades de albañilería, la resistencia a la compresión simple de pilas de albañilería y compresión diagonal de muretes.

3.12.3. Enfoque de Investigación

Según Hernández Sampieri & Bautista Lucio (2014), es un enfoque cuantitativo ya que utiliza la recolección de los datos para probar la hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

Para esta tesis se tuvo como punto de partida la idea de adicionar carbonato de calcio a las unidades de albañilería de arcilla fabricados semi industrialmente, se delimita y se generan objetivos, preguntas de investigación, se generan hipótesis y variables de las preguntas y se procede a probarlas, se analizaron resultados obtenidos utilizando métodos estadísticos y se planteó conclusiones.

3.12.4. Diseño de Investigación

El diseño de esta tesis fue de carácter experimental de tipo cuasi experimental.

Según Hernández Sampieri & Bautista Lucio (2014), en la investigación experimental es aquella donde una o más variables independientes, (causas), sufren una manipulación intencional a efecto de evaluar sus consecuencias sobre una o más

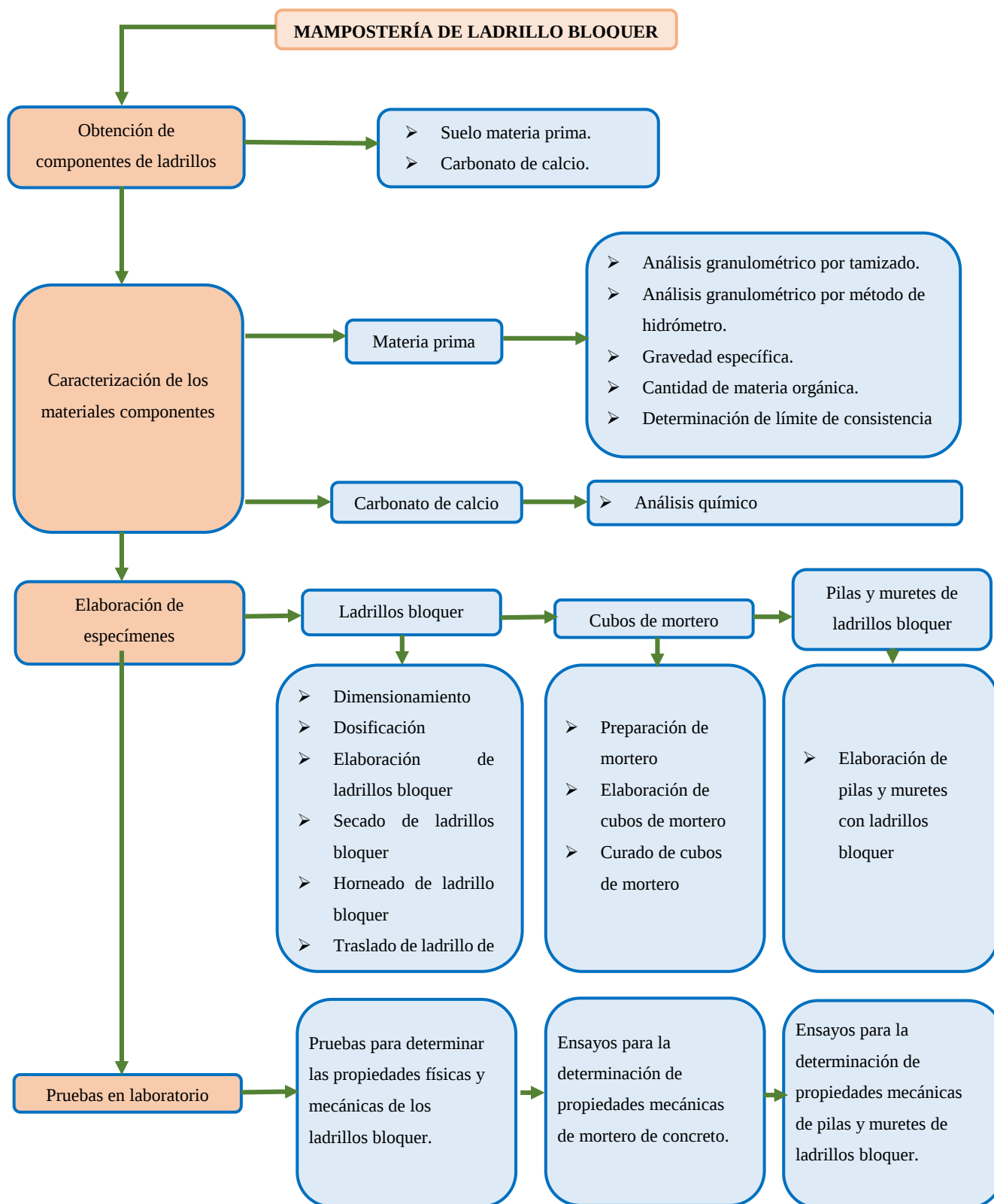


variables dependientes (efectos), mientras que en el diseño cuasi experimental se usaron ensayos y pruebas que se fueron afinando de manera práctica, repetitiva y comparativa hasta encontrar o estimar los valores buscados, pero además los grupos de estudio no fueron tomados en forma aleatoria, sino que se obtuvieron según el cumplimiento de determinados parámetros.

En la presente tesis se tuvo que variar la dosificación de carbonato de calcio, para así verificar los cambios que generaron estas en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de arcilla fabricados semi industrialmente en la ciudad de Sicuani, por lo tanto, esta investigación es cuasi experimental.

Figura 4

Organigrama de mampostería de ladrillo bloquer





3.13. PROPIEDADES DE LA MATERIA PRIMA

3.13.1. Análisis Físico de la materia prima

El ensayo físico de la materia prima se realizó en instalaciones del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNSAAC, así mismo se realizó un ensayo en el laboratorio “ASET Ingeniería”, de la ciudad de Cusco. Los ensayos que se realizaron fueron los siguientes:

3.13.1.1. Análisis Granulométrico

I. Análisis granulométrico de suelos por tamizado

Referencia normativa

- ASTM D 422: Standar Test Method for Particle – size Analysis of Solis.
- MTC E 107: Análisis granulométrico de suelos por tamizado.

Equipos y materiales

- ✓ Balanza de precisión con sensibilidad de 0.01 g.
- ✓ Horno eléctrico capaz de mantener temperaturas constantes de 110 ± 5 °C.
- ✓ Tamices de malla cuadrada (N° 4, N° 8, N° 10, N° 16, N° 30, N° 40, N° 50, N° 100, N° 200 y cazuela).
- ✓ Envases para el manejo y secado de muestras.
- ✓ Cepillo y brocha.

Muestra

- ✓ Según el ensayo MTC E 107, el tamaño que pasa el tamiz de #4, será aproximadamente 65 gramos para suelos arcillosos y limosos.

Procedimiento

- ✓ Se realizó el cuarteo manual de la muestra para la obtención de muestra necesaria para la ejecución del ensayo, según el MTC E 107, se necesitará 65 g para suelos arcillosos y limosos.
- ✓ Se determinó el pesado de las muestras, así como la obtención del contenido de humedad para la corrección de peso respectiva.
- ✓ Se realizó el lavado de la muestra con la malla N° 200, hasta que la coloración del agua sea transparente, posteriormente se

- transfirió el material retenido por la malla N° 200 a un recipiente para su posterior secado en el horno a temperatura de 110 ± 5 °C.
- ✓ Posteriormente al secado, realizó el tamizado en el juego de tamices.
 - ✓ Se realizó el pesado de material retenido en los juegos de tamices en la balanza de precisión.
 - ✓ Los resultados se muestran en el ítem 4.1.1.

Figura 5

Ensayo de granulometría por tamizado posterior al lavado por malla N° 200 y secado.



- II. Método de ensayo estándar para la gravedad específica de sólidos de suelos mediante Picnómetro de agua

Referencia normativa

- ✓ ASTM D 422: Standar Test Method for Particle – size Analysis of Solis.
- ✓ MTC E 113: Método de ensayo estándar para la gravedad específica de sólidos de suelo mediante picnómetro de agua.

Equipos y Materiales

- ✓ Balanza de precisión con sensibilidad de 0.01 g.
- ✓ Horno eléctrico capaz de mantener temperaturas constantes de 110 ± 5 °C.
- ✓ Bomba de vacíos.
- ✓ Picnómetro.

Muestra

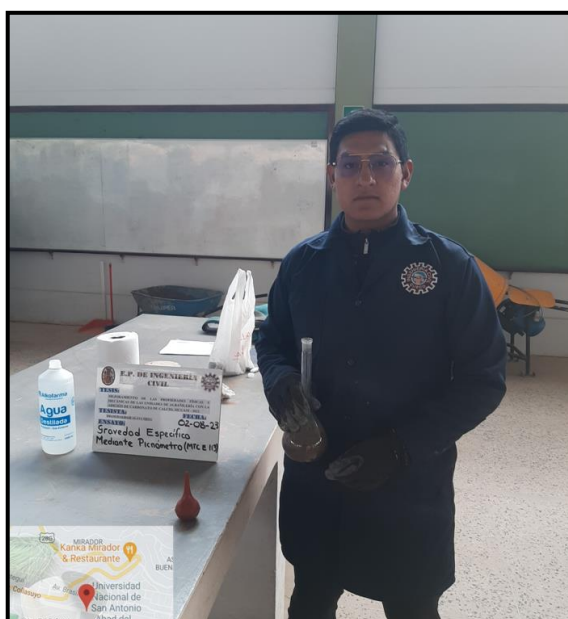
- ✓ Muestra seca de 50 gramos por ensayo.

Procedimiento

- ✓ Se realizó el ensayo con el método B, el cual consta de usar una muestra seca, por lo cual se realizó el secado al horno la muestra por 24 horas a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Se realizó el pesado de las muestras secas a ensayar, 50 g aproximadamente por ensayo.
- ✓ Se hizo el pesado de la fiola de 500 ml vacío.
- ✓ A continuación, se procedió al pesado de la fiola con 500 ml de agua destilada.
- ✓ Se vertió la muestra a ensayar en la fiola con un contenido de agua entre $\frac{1}{3}$ y $\frac{1}{2}$ de la capacidad de la fiola, para proseguir con la extracción de aire contenido usando la bomba de vacíos.
- ✓ Se realizó el pesado de la fiola con el material y el agua hasta la marca de 500 ml.
- ✓ Se procedió a lecturar la temperatura con el termómetro de inmersión en la fiola con el material y agua en solución.
- ✓ Los resultados obtenidos se muestran en el ítem 4.1.2.

Figura 6

Ensayo de gravedad específica de sólidos mediante picnómetro de agua.





III. Análisis granulométrico por medio de Hidrómetro

Referencias normativas

- ✓ ASTM D 422: Standar Test Method for Particle – size Analysis of Solis.
- ✓ MTC E 109: Análisis granulométrico por medio de hidrómetro.

Equipos y materiales

- ✓ Balanza de precisión con sensibilidad de 0.01 g.
- ✓ Horno eléctrico capaz de mantener temperaturas constantes de 110 ± 5 °C.
- ✓ Tamiz N° 200.
- ✓ Aparato agitador con su vaso.
- ✓ Hidrómetro.
- ✓ Vaso sedimentador.
- ✓ Termómetro de inmersión.
- ✓ Hidrómetro.
- ✓ Cronómetro.
- ✓ Baño maría.
- ✓ Probeta graduada.
- ✓ Envases para manejo de la muestra.

Reactivos

- ✓ Agente dispersante, solución de hexametáfosfato de sodio.
- ✓ Agua destilada

Muestra

- ✓ 60 gramos de suelo pasante por la malla N° 200 en estado natural.

Procedimiento

- ✓ Se realizó el pesado de la muestra a ensayar, 60 g de suelo pasante la malla N° 200 en estado natural, así mismo se procedió a extraer el contenido de humedad de la muestra obteniendo un porcentaje de humedad de 3.934 %, por lo cual se ajustó la muestra a 57.73 g.



Tabla 6

Contenido de humedad de muestra para ensayo de granulometría por hidrómetro

MUESTR A	CAP (g)	SUELO (g)	SUELO SECO (g)	S. HUM-S. SECO (g)	% HUMEDAD	% PROM. HUM
M1	40.32	22.38	21.55	0.83	3.852%	
M2	39.49	27.16	26.12	1.04	3.982%	3.934%
M3	41.05	24.37	23.44	0.93	3.968%	

- ✓ Se procedió a pesar 5 g de Hexametáfosfato de sodio, y se diluyó en 125 ml de agua destilada, el ensayo se realizó en el laboratorio ASET Ingeniería. Posteriormente se introdujo la muestra y se dejó la muestra por 16 horas.
- ✓ Transcurrido el tiempo de reposo se procedió a trasladar el material con la solución a el vaso del agitador el cual mezcló la muestra por un tiempo de 1 minuto.
- ✓ Se transfirió a un matraz la solución y completó con agua destilada hasta 1000 ml, el agua destilada estuvo a temperatura de 20 °C, se agitó manualmente por 1 min el matraz con un tapón para evitar perdida de material.
- ✓ Se procedió a tomar lectura con el bulbo de hidrómetro a los 1 min, 2 min, 5 min, 15 min, 30 min, 60 min, 120 min, 250 min, 1440 min, así mismo se leyó la temperatura en los tiempos antes mencionados.
- ✓ Los resultados obtenidos se muestran en el ítem 4.1.3.



Figura 7

Ensayo de granulometría por medio de hidrómetro.





3.13.1.2. Límites de consistencia

I. Determinación del límite líquido de los suelos

Referencia normativa

- ASTM D 422: Standar Test Method for Particle – size Analysis of Solis.
- MTC E 110: Determinación del límite líquido de los suelos.

Equipos y materiales

- ✓ Recipiente de porcelana.
- ✓ Aparato de Límite liquido (aparato de Casagrande).
- ✓ Acanalador.
- ✓ Balanza de precisión con sensibilidad de 0.01 g.
- ✓ Horno eléctrico capaz de mantener temperaturas constantes de 110 ± 5 °C.
- ✓ Espátula.
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Envases para el manejo y secado de muestras

Muestra

- ✓ Muestra representativa de 150 g de material pasante por tamiz N° 40.

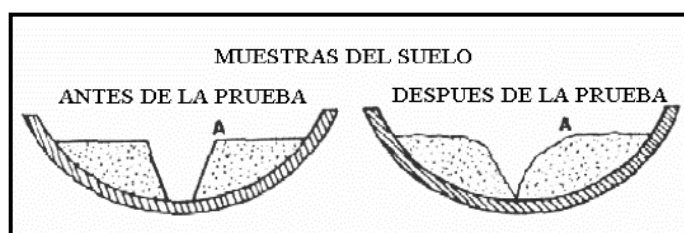
Procedimiento

- ✓ Se realizó el mezclado de la muestra con dosificaciones de agua en el recipiente de porcelana, mezclado de forma uniforme logrando obtener una pasta.
- ✓ Se colocó la pasta sobre la copa del aparato de Casagrande, se tomó en cuenta que la profundidad de la pasta tuviera una profundidad de 10 mm en la parte más profunda, se moldeó de forma horizontal, así mismo se tuvo cuidado de no formar burbujas de aire en la pasta.
- ✓ Se realizó el ranurado con ayuda del acanalador, dividiendo de forma longitudinal la pasta por la parte central, se tuvo en cuenta que la dirección del ranurado es del punto más alto hacia el punto más bajo.

- ✓ Se realizó el ensayo para lo cual se anotó el número de golpes en el cual la ranura en la pasta se une en una distancia aproximada de 13 mm.

Figura 8:

Ranura antes y después de realizar el ensayo



Nota. Esta figura muestra el ensayo de límite líquido, tomado de “Manual de Ensayo de Materiales” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016).

- ✓ Se tomó una muestra de la pasta que fue ensayada la cual se procedió a colocarla en una capsula con peso conocido, posteriormente se realizó el pesado de la pasta en la capsula registrando el resultado para obtener el contenido de humedad a la cual se realizó el ensayo.
- ✓ Se colocó la capsula con la muestra en el horno eléctrico la cual se mantuvo a una temperatura de 110 °C por un periodo de 24 horas.
- ✓ Se repitió los pasos anteriormente detallados, para lo cual se consideró obtener cuatro resultados de entre 15 a 35 golpes distribuidos por ensayo.
- ✓ Los resultados se muestran en el ítem 4.1.4.

Figura 9
Determinación del límite líquido



II. Determinación del límite plástico de los suelos e índice de plasticidad

Referencia normativa

- ASTM D 422: Standar Test Method for Particle – size Analysis of Solis.
- MTC E 111: Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P).

Equipos y Materiales

- ✓ Envase de porcelana.
- ✓ Balanza de precisión con sensibilidad de 0.01 g.
- ✓ Horno eléctrico capaz de mantener temperaturas constantes de 110 ± 5 °C.
- ✓ Tamiz de malla N° 40.
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Vidrio grueso.
- ✓ Capsulas para determinación de contenido de humedad.

Muestra

- ✓ Se requiere de 20 g de suelo pasante por el tamiz de malla N° 40.

Procedimiento

- ✓ Se realizó el amasado de la muestra obtenida del tamizado con el agua destilada, obteniendo una masa de humedad homogénea.



- ✓ se realizó el amasado de la masa, presionando con los dedos sobre el vidrio grueso, ello debe se obtuvo muestras que resultaron de la presión de la masa sobre el vidrio hasta que se obtuvo cilindros de 3 mm de diámetro aproximadamente con longitudes aproximadas de 6 mm siendo la muestra plástica.
- ✓ Se recolectó los cilindros en una capsula de peso conocido, luego se realizó el pesado y recolección de material húmedo a la cual se le realizó el ensayo de contenido de humedad.
- ✓ Se colocó la capsula con la muestra húmeda en el horno eléctrico la cual se mantuvo a una temperatura de 110 °C por un periodo de 24 horas.
- ✓ Los resultados se muestran en el ítem 4.1.4.

III. Materia orgánica en suelos (perdida por ignición)

Referencias normativas

- ✓ AASTHO T 267: Standard Method of Test for Determination of Organic Content in Soil by Loss on Ignition
- ✓ MTC E 118: Materia orgánica en suelos (perdida por ignición)

Equipos y materiales

- ✓ Horno que mantenga temperatura de 110 ± 5 °C.
- ✓ Balanza, de 1200 g de capacidad con sensibilidad de 0,01 g.
- ✓ Mufla, que mantenga una temperatura continua de 445 ± 10 °C.
- ✓ Crisoles de porcelana de 30 a 50 ml.
- ✓ Desecador

Muestra

- ✓ Materia representativa entre 100 g, pasante el tamiz de 2.00 mm (N° 10)

Procedimiento

- ✓ Se realizó el secado de la muestra en el horno a 110 ± 5 °C, por un lapso de 24 horas.
- ✓ Se pesó los crisoles en la balanza de precisión.
- ✓ Se procedió a realizar el pesaje de entre 10 a 40 g por muestra a analizar.
- ✓ Se colocó el crisol con la muestra en la mufla por 6 horas a una temperatura de 445 ± 10 °C.
- ✓ Transcurrido el tiempo en la mufla, se procedió a colocar el crisol en el desecador para el enfriado del mismo.

- ✓ Se realizó el pesado de la muestra con el crisol, posterior a la ignición.
- ✓ Los resultados se muestran en el ítem 4.1.5.

Cálculo

$$\% \text{ de materia orgánica} = \frac{A - B}{B - C} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

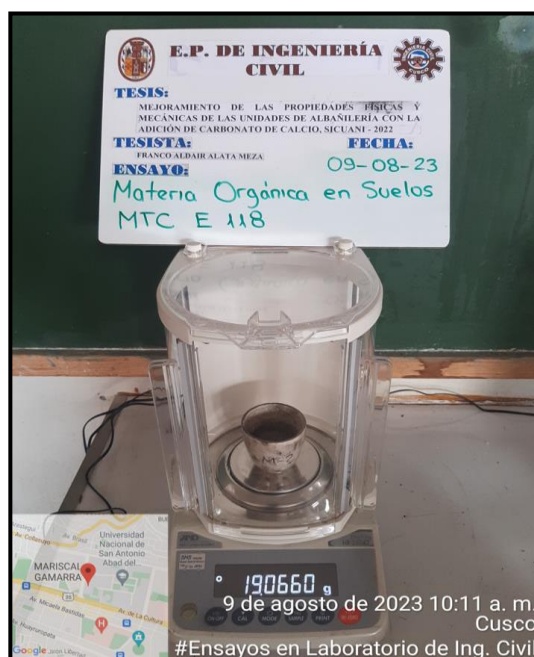
A= Peso del crisol o plato de evaporación y del suelo seco al horno antes de la ignición.

B= Peso de crisol o plato de evaporación y del suelo seco después de la ignición.

C= Peso del crisol o plato de evaporación, con aproximación a 0.01 gramos.

Figura 10

Determinación de Materia Orgánica por método de ignición



3.13.2. Análisis químico de la materia prima

Para la prueba de análisis químico de la materia prima se usará un técnico semi cuantitativa de fluorescencia de rayos X (FRX), en el cual se emplea un equipo portátil de la marca OLYMPUS VANTA M SERIES, provisto de un generador de rayos X de ánodo de plata, el equipo es perteneciente a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, de la Facultad de Química.

Referencia normativa

- ISO 13196: Soil quality – Screening soils for select elements by energy – dispersive X – ray fluorescence spectrometry using a handheld or portable instrument.

Equipos y Materiales

- Cámara XRF portátil.
- Horno eléctrico capaz de mantener temperaturas constantes de 110 ± 5 °C.
- Envase de vidrio denso.
- Tamiz de malla cuadrada de 2mm (N° 10).
- Envases para manipulación de muestra.

Procedimiento

- Se procedió a secar la muestra en el horno eléctrico por 24 horas.
- Posteriormente se tamizó por el tamiz N° 10, la muestra ensayada es pasante la malla N° 10.
- Se procedió a colocar la muestra en un envase de vidrio denso, teniendo en cuenta un espesor mínimo de 5 mm de la muestra a lecturar.
- Se procedió a realizar la lectura con la Cámara XRF portátil.
- Los resultados se muestran en el ítem 4.1.6.

Figura 11

Ensayo de análisis químico de materia prima.





3.13.3. Análisis Químico del Carbonato de Calcio

Para realizar el análisis químico del carbonato de calcio se siguió el mismo proceso para el análisis químico de la materia prima, así mismo los resultados se muestran en el ítem 4.1.7.

3.14. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

3.14.1. Extracción de materia prima

La extracción de la materia prima se realiza con maquinaria con un cargador frontal y volquetes de 15 m³, la materia prima se compra de los propietarios de los terrenos de la zona, el costo es por volquetada de 15 m³ teniendo un valor referencial de S/. 300.00 soles.

La extracción de la materia prima se realiza de la misma zona, teniendo como materia arcilla de tipo orgánica.

3.14.2. Preparación de la materia prima

El proceso de preparación consiste en el transporte de la materia hacia el chute el cual se realiza con una retroexcavadora que es parte de la maquinaria de la fábrica y el humedecimiento de la materia prima, la cual se realiza con agua proveniente de los canales de riego, ello se realiza con aproximadamente un día antes del procesado de la materia.

Para el proceso de elaboración de los ladrillos bloquer N° 12 tradicionales de calcio se sigue el procedimiento mencionado en el párrafo anterior, para el proceso de producción de las unidades con adición de carbonato de calcio se procedió a realizar el cálculo de la cantidad de carbonato de calcio que se añadirá a la materia prima, para lo cual debe realizar en primer lugar el análisis físico de la materia prima, y por el método de granulometría por método de tamizado y posteriormente el ensayo de granulometría por el método de hidrómetro, determinando así el porcentaje de arcilla que posee la materia prima, de ello realizar el cálculo de cantidad de carbonato de calcio que se le debe añadir a la materia prima con un 2%, 4% y 6% de la cantidad de arcilla que posee la materia prima.

El mezclado de la materia prima y el carbonato de calcio se realizará de manera manual debido a la cantidad de unidades a elaborar.

Figura 12

Mezclado manual de la materia prima con el Carbonato de Calcio.



Para la producción de 120 unidades por cada dosificación entre ladrillo tradicional y unidades con 2%, 4% y 6% de adición de carbonato de calcio, con un peso por unidad de ladrillo de 5 kgf, se pesó 600 kgf por dosificación, así mismo se debe llevar una muestra a laboratorio para la obtención del contenido de humedad de cada dosificación, como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 7

Cálculo de humedad de materia para elaboración de ladrillos

Dosificación	Peso Húmedo (g)	Peso Seco (g)	% Humedad
2%	555.22	471.85	17.7%
4%	470.86	369.46	27.4%
6%	518.96	391.75	32.5%
CaCO ₃	243.78	238.58	2.2%

Así se obtuvo la siguiente corrección de peso de materia prima por humedad:

Tabla 8

Corrección del peso de materia para elaboración de ladrillos por humedad

Dosificación	% Humedad	Peso Seco (kgf)	Peso Húmedo (kgf)	Peso a Corregir (kgf)
2%	17.7%	600	706	106
4%	27.4%	600	765	165
6%	32.5%	600	795	195

Figura 13

Pesaje de materia prima para elaboración de ladrillo bloquer



Del mismo modo realizó el pesaje de carbonato de calcio necesario para cada una de las dosificaciones, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 9

Cálculo de Carbonato de Calcio para la elaboración de ladrillos bloquer

Peso Bruto De Dosificación (Kgf)	% De Arcilla	Peso De La Arcilla (Kgf)	Peso De Carbonato De Calcio (Kgf)		
			2%	4%	6%
600	35%	210	4.200	8.400	12.600

Tabla 10

Corrección por humedad de Carbonato de Calcio para la elaboración de ladrillo bloquer

Dosificación	% Humedad	Peso Seco (g)	Peso Húmedo (g)	Peso a Corregir (g)
2%	2.2%	4200	4292	92
4%	2.2%	8400	8583	183
6%	2.2%	12600	12875	275

Posterior a ello se realizó el mezclado manual de la materia prima con el carbonato de calcio.

3.14.3. Procesado

Este proceso consiste en pasar la materia prima preparada por una maquina llamada procesadora también conocida como “chisitera”, la cual tiene la finalidad de minimizar el diámetro de la materia prima y homogeneizar la humedad de la materia y

transformar a la materia prima en cilindros pequeños de diámetro de 3/8”, para el procesamiento de la materia prima, la materia preparada se transporta a la procesadora por medio de una faja, la procesadora tiene una capacidad de 5 ton/hora la cual funciona con un motor trifásico de 30 HP, así mismo una vez procesado se transporta por medio de una faja transportadora a una caja de concreto en donde se almacena la materia procesada.

Figura 14

Procesado de la materia por procesadora de 5 ton/h



3.14.4. Extruido o moldeado

El proceso de extruido o moldeado consiste en darle forma a la materia ya procesada, la cual ingresa a una extrusora y ella por medio de la presión y con el molde que se le coloque a la extrusora moldea la materia procesada en una forma única continua.

En la ladrillera Paucar, cuenta con una extrusora artesanal de producción de 3 ton/hora, la cual tiene un mecanismo de funcionamiento por medio de presión y retención de la materia por medio de frenos que posee el molde.

Figura 15

Proceso de extracción del ladrillo bloquer N° 12 crudo, máquina artesanal.



3.14.5. Corte de unidades

Una vez extruido, la masa moldeada continúa inmediatamente a la cortadora, la cual corta la masa continua en la medida que se vea por conveniente.

La ladrillera Paucar, cuenta con una cortadora tipo guillotina la cual realiza cortes de 3 unidades por fase.

Figura 16

Proceso de corte de ladrillo crudo en cortadora automática.



3.14.6. Secado

Una vez realizado el corte, proceder a transportar las unidades frescas por medio de carretillas modificadas para dicha labor, se trasladan a tendales donde se ubicarán el primer día, para el segundo día se giran las unidades para que el secado sea más homogéneo, en el tercer día se realiza el rumado de las unidades las cuales se colocan hasta en 6 niveles de altura, en las zonas perimetrales del tendal, dependiendo del clima, si es temporada de sequía, el material secará en 7 días aproximadamente, en temporada de lluvias tomara entre 12 a 14 días aproximadamente.

Figura 17

Traslado de ladrillos crudos en carretillas modificadas.



Figura 18

Rumado de unidades recién producidas para su posterior secado.



3.14.7. Horneado

Una vez secas las unidades, se procede a realizar el carguío de las unidades secas en moto cargas para su transporte al horno, el personal a cargo de la colocación de las unidades secas debe de realizarla un personal calificado, dando el espaciamiento adecuado para el flujo de calor de la zona inferior a la superior, una vez lleno el horno se procede a tapar la parte superior con dos capas de ladrillo coccionado para evitar la fuga de calor. El material que se usa para el proceso de quemado son; rama de eucalipto, troncos y aserrín, el proceso de quemado dura aproximadamente 12 horas, de las cuales el proceso de precalentado es una de las fases más delicadas, para eliminar de manera pausada el contenido de agua intersticial de las unidades, si se realiza un calentado brusco, se evidencia en las caras de las unidades las cuales presentan una ruptura en las zonas más húmedas, posterior al precalentado se continua con el proceso de fogueo, donde se alcanza las temperaturas más altas, llegando en los arcos a una temperatura de 1100 a 1200 °C aproximadamente, por un tiempo de 4 horas aproximadamente, una manera en la que el quemador certifica que la quema está completa es verificando la parte superior del horno, en la cual se observa a las unidades con un color rojo vivo, posterior a ello, el quemador sella la puerta de la caldera del horno con adobes y barro para evitar la salida de la candela. Posterior comienza el proceso de enfriado, el cual también debe de ser de manera lenta, aquí el personal deja el horno tapado por 12 horas





ladrillos de segunda, del mismo modo los ladrillos sobre coccionados son clasificados de esta forma.

Figura 20

Traslado de ladrillos de fábrica Paucar a laboratorio UNSAAC.



3.15. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO

3.15.1. Granulometría del agregado para mortero

El análisis granulométrico se realiza según los procedimientos del ítem 3.13.1.1. Análisis Granulométrico, del análisis físico de la materia prima.

Para la corrección de la granulometría del agregado para la utilización de mortero se procedió de la siguiente manera:

- ✓ Una vez obtenida las granulometrías de las canteras encontradas se trabajó con la de granulometría de la muestra M1 y M2.
- ✓ Se realizó el tamizado de agregado por tamices.
- ✓ Se procedió a realizar el diseño de la curva de granulometría según recomendación de la Norma E.070 “Albañilería” en el índice 3.2.2. Componentes.
- ✓ Los resultados se muestran en el ítem 4.2.1.

Tabla 11

Granulometría del agregado para mortero.

GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
Nº 4 (4.75 mm)	100
Nº 8 (2.36 mm)	95 a 100
Nº 16 (1.18 mm)	70 a 100
Nº 30 (0.60 mm)	40 a 75
Nº 50 (0.30 mm)	10 a 35
Nº 100 (0.15 mm)	2 a 15
Nº 200 (0.075 mm)	Menos de 2%

Nota: Cuadro de rango de granulometría del mortero. Tomado de *NTP E.070 Albañilería* (2020).

Figura 21

Granulometría de arena para mortero





3.15.2. Resistencia a la compresión de cubos de mortero de 50 mm de lado

Referencia normativa

- ✓ Norma Técnica Peruana NTP 334.051 – 2022

Equipos y materiales

- ✓ Balanza de precisión con sensibilidad de 0.01 g.
- ✓ Molde de cubos de 50 mm de lado.
- ✓ Varilla para compactación
- ✓ Badilejo
- ✓ Mezcladora de concreto.
- ✓ Envases para manipulación de material.
- ✓ Máquina de compresión simple.

Material

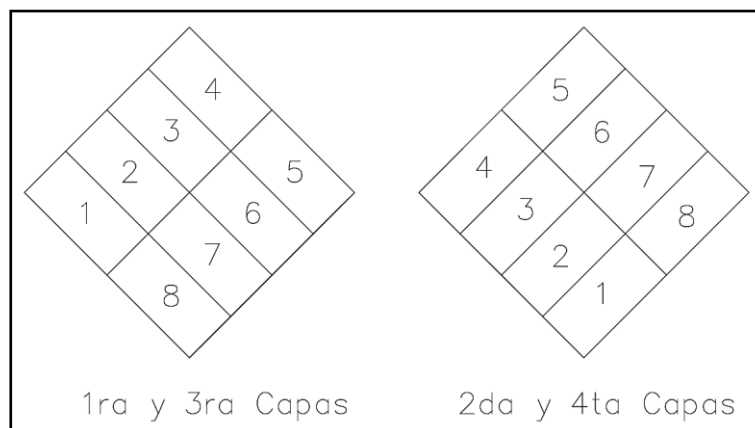
- ✓ Arena gradada corregida.
- ✓ Cemento Portland.

Procedimiento de Elaboración

- ✓ Para realizar la dosificación de cemento arena se tomó en consideración la recomendación del Reglamento de Edificaciones E.070, de la tabla 6 del reglamento antes mencionado, de ello se tomó en consideración una dosificación de 1 parte de cemento por 3 partes de arena, volumétricamente, así mismo, así mismo la norma NTP 334.051 recomienda una dosificación de 1 parte de cemento por 2.75 partes de arena grada seca, esta dosificación en peso.
- ✓ Realizar el mezclado de los componentes del mortero en la mezcladora de concreto
- ✓ Pesar la cantidad de agregado gradado a utilizar en la elaboración de muretes y pilas, para dosificar la cantidad de cemento y la cantidad de agua necesaria para la elaboración de mortero.
- ✓ Se procedió a realizar la elaboración de mortero con una mezcladora mecánica, trompo, del cual se sacó las muestras.
- ✓ Se procedió a realizar el lubricado de los moldes de acero para la elaboración de los cubos de concreto de 50 mm de lado, cada molde viene con tres espacios para la elaboración de 3 cubos simultáneamente.
- ✓ Se colocó sobre una base horizontal y se procedió a realizar el llenado de 25 mm de altura de mortero, que viene siendo la mitad de la profundidad del molde.
- ✓ Se procede a realizar el apisonado del mortero en 32 golpes por capa.

Figura 22

Distribución de compactación para la elaboración de cubos de concreto



Nota. La figura muestra la forma en la que se realiza la compactación de los cubos de concreto por cada capa. Adaptado de *Norma Técnica Peruana NTP 334.051 “CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado* (p. 17), de INACAL (2022).

- ✓ El desmoldado de los cubos de concreto se realizó 24 horas después de la elaboración de los cubos de concreto, posterior a ello se realizó el curado en las mismas condiciones de los muretes y de las pilas.
- ✓ Los resultados se muestran en el ítem 4.2.2.

Figura 23

Elaboración de cubos de mortero



Procedimiento para la rotura de los cubos de mortero

- ✓ Se realizó el refrentado de los cubos de concreto con una capa de yeso dental, un día antes de la rotura de los cubos de concreto.
- ✓ Se procedió a realizar la rotura de los cubos de concreto el mismo día de rotura de las pilas y muretes de albañilería a una velocidad de rotura de rango 900 N/s a 1800 N/s.

Cálculo

$$f_m = P/A \quad (2)$$

Donde:

F_m = es la resistencia a la compresión en MPa.

P = es la carga máxima total en N

A = es el área de la superficie en mm²

Figura 24

Ensayo de resistencia a la compresión de cubos de mortero.



3.16. PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

3.16.1. Medida de Dimensiones

Para el ensayo medida de tamaño se siguió lo establecido en la Norma Técnica Peruana 399.613 denominada “Unidades de Albañilería: Métodos de muestreo y ensayo

de ladrillos de arcilla usados en albañilería”, En su ensayo denominado “Medida del tamaño”, teniendo el siguiente procedimiento:

Equipo y Materiales

- ✓ Calibrados de 12 pulgadas.

Especímenes

- ✓ 10 unidades enteras y secas de ladrillos bloquer patrón y 10 unidades enteras y secas por cada dosificación de ladrillo bloquer con adición de carbonato de calcio.

Procedimiento

- ✓ Se realizó la medición el ancho a través de las dos caras tabla y las dos caras testa del ladrillo, desde el punto medio, de ello se registró las 4 medidas con una aproximación individual de 1 mm y el promedio con una aproximación de 0.5 mm.
- ✓ Se midió el largo a través de las dos caras tabla y las dos caras canto del ladrillo, desde el punto medio, de ello se registró las 4 medidas con una aproximación individual de 1 mm y el promedio con una aproximación de 0.5 mm.
- ✓ Se midió la altura a través de las dos caras testa y las dos caras canto del ladrillo, desde el punto medio, de ello se registró las 4 medidas con una aproximación individual de 1 mm y el promedio con una aproximación de 0.5 mm.
- ✓ Los resultados se muestran en el ítem 4.3.1.

Figura 25

Dimensiones de ladrillo

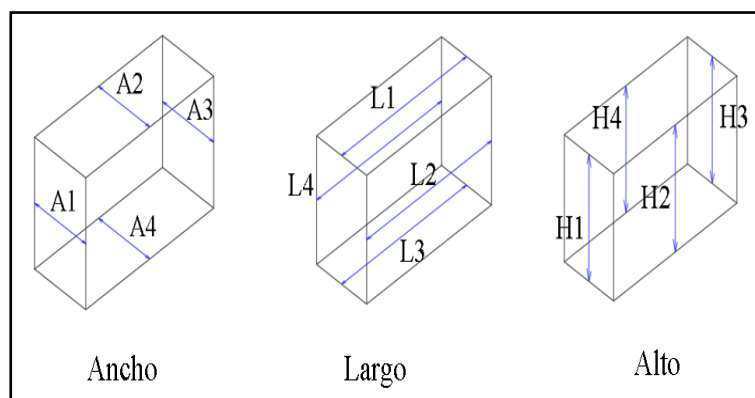


Figura 26

Lectura de medida de ladrillo bloquer.



3.16.2. Medida del Alabeo

Para el desarrollo del ensayo de la medida del alabeo se siguió el procedimiento descrito en la NTP 399.613, a continuación, se detalla la realización del ensayo.

Equipo y Materiales

- ✓ Escuadra.
- ✓ Regla metálica milimetrada.

Especímenes

- ✓ 10 Unidades de ladrillos bloquer patrón usadas en el ensayo de medida de tamaño, así como 10 unidades por cada dosificación de ladrillos bloquer con adición de carbonato de calcio.

Procedimiento

- ✓ Según la NTP 399.613, en superficies cóncavas se procedió a colocar la escuadra en las longitudes diagonales, de ellas se registró la mayor distancia entre la superficie del espécimen y la escuadra con una aproximación de 1 mm, así mismo se registró como una distorsión de tipo cóncava de la superficie.
- ✓ Según la NTP 399.613, en superficies convexas, se colocó el espécimen con superficie convexa sobre una superficie plana, las esquinas se pusieron aproximadamente equidistantes a la superficie plana, con la regla metálica se tomó lectura de las 4 esquinas, así mismo se registró el promedio de las 4 medidas como una distorsión de tipo convexa.



- ✓ Los resultados se muestran en el ítem 4.3.2.

3.16.3. Absorción

Para el desarrollo del ensayo de la medida del alabeo se siguió el procedimiento descrito en la NTP 399.613, a continuación, se detalla la realización del ensayo.

Equipos y Materiales

- ✓ Recipiente de gran volumen.
- ✓ Balanza de precisión con sensibilidad de 0.01 g.
- ✓ Horno eléctrico capaz de mantener temperaturas constantes de 110 ± 5 °C.

Muestra

- ✓ 05 medias unidades de ladrillos bloquer patrón y 05 medias unidades por cada dosificación de ladrillos bloquer con adición de carbonato de calcio.

Procedimiento en frío de 5 y 24 horas

- ✓ Se secó los especímenes por 24 horas a temperatura de 110 °C a 115 °C.
- ✓ Se realizó el pesado posterior al secado, teniendo así el peso seco de cada espécimen.
- ✓ Se saturó el espécimen en agua a una temperatura entre 15.5 °C a 30 °C, por el tiempo de 5 y 24 horas.
- ✓ Para realizar la lectura del peso dentro del tiempo indicados (5 y 24 horas), se secó el agua superficial con un paño y se pesó dentro de 5 minutos.
- ✓ Los resultados se muestran en el ítem 4.3.3.

Figura 27

Pesado posterior a inmersión de ladrillo bloquer después de 24 horas



Cálculo

$$Absorción \% = 100 * \frac{Wb - Wd}{Wd} \quad (3)$$

Donde:

Wd = Peso del espécimen seco

Wb = Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua caliente

3.16.4. Medida de Área de vacíos

El procedimiento para el ensayo de laboratorio siguió lo indicado en la NTP N° 399.613, detallando a continuación los procedimientos realizados en el desarrollo del ensayo:

Equipo y Materiales

- ✓ Envases para manipulación de arena.
- ✓ Arena fina, graduada de malla número 60.
- ✓ Regla metálica
- ✓ Espátula.
- ✓ Cartón cartulina.
- ✓ Escobilla.



- ✓ Embudo.
- ✓ Cuchara metálica.

Muestra

- ✓ 10 Unidades de ladrillos bloquer patrón usadas en el ensayo de medida de tamaño, así como 10 unidades por cada dosificación de ladrillos bloquer con adición de carbonato de calcio.

Procedimiento del ensayo en Espécimen

- ✓ Se realizó la medición de las dimensiones de las unidades, así como la medida del peso de cada espécimen.
- ✓ Se procedió a extender la hoja y sobre ella se colocó la unidad a ensayar.
- ✓ Se rellenó las perforaciones con arena limpia usando el embudo para el llenado de los alveolos, dejando que caiga la arena libremente en los alveolos de la unidad, se nivela la arena remanente con una espátula para posteriormente limpiar los remanentes con una escobilla
- ✓ Se levantó el espécimen haciendo que toda la arena caiga a el papel.
- ✓ Se transfirió la arena a un envase para realizar el pesaje del mismo en la balanza de precisión.
- ✓ Así mismo se realizó el pesaje de arena la cual se coloca en una probeta de 500 ml estandarizado, con una aproximación de 0.01 g.
- ✓ Los resultados se muestran en el ítem 4.3.4.

Figura 28

Determinación de área de vacíos de ladrillos bloquer



Procedimiento de la densidad de arena

- ✓ Se procedió a realizar el pesaje de la probeta milimetrada vacía.
- ✓ Se procedió a verter la arena hasta la lectura de 500 ml.
- ✓ Se realizó el pesado de la probeta con arena hasta 500 ml en la balanza de precisión.

Cálculo

$$Vs = \frac{500 \text{ ml}}{Sc} * Su \quad (4)$$

Donde:

- Vs : Volumen de área contenida en el espécimen de ensayo.
- Sc : Peso, en g de 500 ml de arena contenida en el cilindro graduado.
- Su : Peso, en g de la arena contenida en el espécimen de ensayo.

$$\% \text{ Área de vacíos} = \frac{Vs}{Vu} * 100 \quad (5)$$

Donde:

- Vs : Volumen de área determinado anteriormente.
- Vu : Longitud x ancho x profundidad, en cm³.



3.17. PROPIEDADES MECÁNICAS

3.17.1. Resistencia a la Compresión

El procedimiento para el ensayo de laboratorio siguió lo indicado en la NTP 3399.613, detallando a continuación los procedimientos realizados en el desarrollo del ensayo:

Materiales y Equipos

- ✓ Equipo de compresión simple.
- ✓ Yeso dental de resistencia 32 MPa.
- ✓ Agua.
- ✓ Espátula.
- ✓ Vidrio.
- ✓ Nivel de mano.
- ✓ Volandas.
- ✓ Envases.
- ✓ Plástico film.

Muestras

- ✓ 05 Unidades de ladrillos bloquer patrón usadas en el ensayo de medida de tamaño, así como 05 unidades por cada dosificación de ladrillos bloquer con adición de carbonato de calcio.

Procedimiento

- ✓ Se procedió a colocar las unidades sobre la placa de vidrio, y así mismo se colocó sobre las volandas para lograr el espesor del refrentado, para lograr para controlar la verticalidad al eje de aplicación de carga con ayuda de un nivel de mano.
- ✓ Se preparó en un recipiente yeso dental con la dosificación de 30 ml de agua por cada 100 g de yeso dental, realizando la mezcla con una espátula de forma enérgica por un lapso de 1 minuto aproximadamente, se vertió la mezcla sobre la placa de vidrio.
- ✓ Se asentó el ladrillo sobre la mezcla de yeso dental apoyado al mismo tiempo sobre las volandas.
- ✓ Pasado 20 minutos se procedió a desmoldar la placa de vidrio y se procedió a realizar el proceso de refrentado en la cara faltante.

- ✓ Se procedió a almacenar las unidades por un tiempo de secado de por lo menos 24 horas.
- ✓ Se procedió a realizar el embalado con papel film para evitar la rotura explosiva.
- ✓ Posterior a ello se colocó en la máquina de compresión del laboratorio, centrando la unidad en las planchas sobre los cabezales tanto superior como inferior.
- ✓ La velocidad del ensayo fue constante en la cual se realizó el ensayo en no menos de 1 minuto ni más de 2 minutos.
- ✓ Proceder a lecturar la medida de carga máxima mostrada por el equipo de compresión.
- ✓ Los resultados se muestran en el ítem 4.3.5.

Figura 29

Refrentado de ladrillos tipo bloquer con yeso dental de 32 MPa.



Figura 30

Ensayo de compresión simple en Máquina Universal.



Cálculo

$$C = \frac{W}{A} \quad (6)$$

Donde:

- C : Resistencia a la compresión del espécimen, kgf/cm².
W : Máxima carga en kgf, indicada por la máquina de ensayo.
A : Área bruta de las superficies de contacto superior e inferior, cm².

3.17.2. Ensayo de flexión de ladrillos

Para realizar el procedimiento del ensayo de flexión de ladrillos se tomó como referencia la NTP N° 399.613, de lo cual se procedió a realizarlo de la manera detallada a continuación:

Equipos y Materiales

- ✓ Máquina universal.
- ✓ Yeso dental de resistencia 32 MPa.
- ✓ Agua.
- ✓ Espátula.
- ✓ Vidrio.
- ✓ Nivel de mano.



- ✓ Balanza.
- ✓ Plástico film.

Muestras

- ✓ 05 Unidades de ladrillos bloquer patrón usadas en el ensayo de medida de tamaño, así como 05 unidades por cada dosificación de ladrillos bloquer con adición de carbonato de calcio.

Procedimiento

- ✓ Se procedió a realizar la medición a 13 mm de cada extremo en la parte inferior de los apoyos, y en la parte superior se midió al centro.
- ✓ Se realizó el refrentado en las áreas de apoyo y de carga, siendo el ancho de la placa de carga en la superficie superior del ladrillo de 40 mm de ancho.
- ✓ Se realizó el embalado de la unidad con plástico film.
- ✓ Se colocó la unidad centrada al eje del cabezal de carga de la maquina universal, así mismo la separación de los apoyos se colocó a 26 mm, así mismo se colocó la placa de carga de 40 mm de ancho con 6 mm de espesor.
- ✓ Se procedió a realizar el ensayo controlado con una velocidad de carga no mayor a 8900 N y una carga de deformación no mayor a 1.3 mm/min.
- ✓ Los resultados se muestran en el ítem 4.3.6.

Cálculo

- ✓ Se determinó el módulo de rotura del espécimen de forma individual con la siguiente fórmula.

$$S = \frac{3W(\frac{l}{2} - x)}{bd^2} \quad (7)$$

Donde:

- | | | |
|---|---|---|
| S | = | Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla, Pa |
| W | = | Máxima carga aplicada con la máquina de ensayo, N |
| l | = | Distancia entre apoyos, mm |
| b | = | Ancho neto (entre caras, restando los huecos) del espécimen en el plano de falla, mm. |
| d | = | Espesor del espécimen en el plano de falla, mm. |

x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla medida en la dirección entre apoyos, a lo largo de la línea central de la superficie sujeta a tracción, mm.

Figura 31

Ensayo de flexión de ladrillo bloquer en máquina universal



3.17.3. Compresión axial de pilas

El procedimiento para el ensayo de laboratorio siguió lo indicado en la NTP 399.605 denominado “Unidades de albañilería. Método de ensayo para la determinación de la resistencia de prismas de albañilería”, detallando a continuación los procedimientos realizados en el desarrollo del ensayo:

Equipos y Materiales

- ✓ Máquina de compresión axial.
- ✓ Yeso dental de resistencia 32 MPa.
- ✓ Agua.
- ✓ Espátula.
- ✓ Vidrio.
- ✓ Nivel de mano.
- ✓ Plástico film.

Especímenes

- ✓ 03 pilas (de 02 unidades apiladas enteras) de ladrillos patrón y 03 pilas por cada dosificación de ladrillos con adición de carbonato de calcio.

Procedimiento de elaboración de pilas

- ✓ Se construyó las pilas con unidades enteras, dentro de una bolsa plástica, guardando una relación alto-espesor de 3.5 y se cerró la bolsa posterior a la elaboración de las pilas.
- ✓ Los morteros para la unión de las unidades de albañilería se obtuvieron por el método indicado en la NTP 334.051 denominada “Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado”.

Figura 32

Elaboración de pilas de ladrillo bloquer de 2 unidades de altura



Procedimiento del ensayo de pilas

- ✓ Se realizó la medición de la altura de los prismas.
- ✓ Se procedió a refrentar las pilas, para lo cual se siguió el mismo método de refrentado señalado en la resistencia a compresión de unidades de albañilería.
- ✓ Se cubrió con plástico film para evitar la rotura explosiva de los ladrillos
- ✓ Se centró la placa en la máquina universal para la ejecución del ensayo.

- ✓ Se procedió a realizar la ejecución del ensayo con una precarga de la cuarta parte de la carga esperada y el resto con una duración del ensayo de entre 2 a 4 minutos.
- ✓ Los resultados se muestran en el ítem 4.4.1.

Figura 33

Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería



Cálculo

- ✓ Se calculó de forma individual la relación hp/tp entre la altura (hp) y la menor dimensión lateral (tp) del prisma, posterior a ello se determinó el factor de corrección interpolando de forma lineal de los valores de la siguiente tabla.

Tabla 12

Factores de corrección altura/espesor para resistencia a compresión de prismas de albañilería.

hp/ht	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
Factor de corrección	0.75	0.86	1.0	1.04	1.07	1.15	1.22

Nota: Información tomada de Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.070 Albañilería (2020).

- ✓ Se multiplicó la resistencia del prisma por el factor de corrección del prisma.
- ✓ Se determinó la resistencia a la compresión de albañilería, f_{mt} , para cada conjunto de prismas promediando los valores obtenidos.



$$f_m = \frac{W}{A} * f_c \quad (8)$$

Donde:

- f_m : Resistencia a compresión de prisma, kgf/cm².
 W : Carga máxima registrada por la máquina de ensayo, kgf.
 A : Área promedio bruto del prisma, cm².
 f_c : Factor de corrección interpolado linealmente (hp/ht).

3.17.4. Compresión diagonal en muretes

El procedimiento para el ensayo de laboratorio siguió lo indicado en la NTP N° 399.621 denominado “Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería”, detallando a continuación el procedimiento del ensayo:

Equipo y Materiales

- ✓ Máquina de compresión diagonal de muretes.
- ✓ Celda de carga.
- ✓ Yeso dental de resistencia 32 MPa.
- ✓ Agua.
- ✓ Espátula.
- ✓ Vidrio.
- ✓ Nivel de mano.
- ✓ Plástico film.

Especímenes

- ✓ 03 unidades de muretes de ladrillos patrón y 03 unidades de muretes por cada dosificación de ladrillos con adición de carbonato de calcio.

Procedimiento de elaboración de muretes

- ✓ Se procedió a realizar la configuración de los muretes en el programa AutoCAD, para realizar los cortes de las unidades con amoladora.
- ✓ Se procedió a realizar el humedecimiento de las unidades de ladrillos un día antes del asentamiento de los ladrillos.
- ✓ Se procedió a realizar la mezcla del mortero según indica la norma E.070, así mismo se procedió a realizar ensayos de la calidad de mortero según lo

establecido en la NTP 334.051, y se curó en las mismas condiciones que se curaron los muretes.

- ✓ Se procedió a realizar el asentamiento de los ladrillos con la misma mano de obra en todos los muretes.
- ✓ Se procedió a realizar el curado de los muretes.
- ✓ Se realizó la medición de las dimensiones de los muretes, así como el peso del murete.
- ✓ Se realizó el refrentado de las unidades que están en contacto con las placas de la máquina de compresión de muretes.
- ✓ Se realizó el embalaje con plástico film para evitar comprometer a los diales de deformación en los muretes.
- ✓ Se colocó tacos de contacto para los diales de deformación.

Figura 34

Elaboración de muretes de ladrillos bloquer



Procedimiento de ensayo de muretes

- ✓ Se realizó el traslado de los muretes de forma individual para evitar su falla.
- ✓ Se procedió a ensamblar la celda de carga en la máquina de compresión diagonal de muretes.
- ✓ Se colocó las placas de apoyo en las esquinas de los muretes.



- ✓ Se procedió a colocar los diales de deformación vertical y horizontal, así mismo se conectaron a la máquina de almacenamiento de datos.
- ✓ Los resultados se muestran en el ítem 4.4.2.
- ✓ Se realizó el ensayo de compresión axial de los muretes de forma manual, realizando una carga constante teniendo como resultado la falla del murete dentro del intervalo de 1 a 2 min por ensayo.

Cálculo

$$vm = \frac{0.707 * P}{Ab} \quad (9)$$

Donde:

vm = esfuerzo cortante sobre el área bruta, en kgf/cm²
P = Carga aplicada en kgf
Ab = Área bruta total del murete, en cm²

$$Ab = \frac{l + h}{2} * t \quad (10)$$

Donde:

l = largo del murete, en cm
h = altura del murete, en cm
t = espesor total del murete, en cm



Figura 35

Ensayo de compresión diagonal de muretes.





CAPÍTULO IV: SISTEMATIZACIÓN DE DATOS Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS



4.1.RESULTADOS DE ENSAYOS DE LA MATERIA PRIMA

4.1.1. Análisis Granulométrico

A continuación, se observa los resultados de ensayos de granulometría de la materia prima

Tabla 13

Ensayo de granulometría por el método de tamizado muestra 1 de materia prima

TAMICES		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)			
# 4	4.76	0.00%	0.00%	100.00%
# 8	2.360	1.13%	1.13%	98.87%
# 10	2.000	0.28%	1.41%	98.59%
# 16	1.100	1.92%	3.33%	96.67%
# 30	0.590	2.78%	6.11%	93.89%
# 40	0.425	1.74%	7.85%	92.15%
# 50	0.297	1.66%	9.52%	90.48%
# 100	0.149	2.14%	11.65%	88.35%
#200	0.075	5.12%	16.77%	83.23%
CAZUELA		0.06%	16.84%	83.16%

Los resultados del ensayo de granulometría por el método de tamizado de la muestra 1 mostró que:

- Posee 0% de gravas, retenidos por la malla N° 4.
- Posee 16.77% de arena, retenidos por la malla N° 200.
- Posee 83.23% de finos, pasantes por la malla N° 200.



Tabla 14

Ensayo de granulometría por el método de tamizado muestra 2 de materia prima

TAMICES		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)			
# 4	4.76	0.00%	0.00%	100.00%
# 8	2.360	2.32%	2.32%	97.68%
# 10	2.000	0.63%	2.95%	97.05%
# 16	1.100	1.97%	4.92%	95.08%
# 30	0.590	2.38%	7.31%	92.69%
# 40	0.425	1.50%	8.81%	91.19%
# 50	0.297	1.50%	10.30%	89.70%
# 100	0.149	1.74%	12.04%	87.96%
#200	0.075	4.26%	16.30%	83.70%
CAZUELA		0.00%	16.30%	83.70%

Los resultados del ensayo de granulometría por el método de tamizado de la muestra 2 mostró que:

- Posee 0% de gravas, retenidos por la malla N° 4.
- Posee 16.30% de arena, retenidos por la malla N° 200.
- Posee 83.70% de finos, pasantes por la malla N° 200.



Tabla 15

Ensayo de granulometría por el método de tamizado muestra 3 de materia prima

TAMICES		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)			
# 4	4.76	0.00%	0.00%	100.00%
# 8	2.360	1.56%	1.56%	98.44%
# 10	2.000	0.57%	2.13%	97.87%
# 16	1.100	1.74%	3.87%	96.13%
# 30	0.590	2.41%	6.28%	93.72%
# 40	0.425	1.51%	7.80%	92.20%
# 50	0.297	1.61%	9.41%	90.59%
# 100	0.149	2.04%	11.44%	88.56%
#200	0.075	4.70%	16.14%	83.86%
CAZUELA		0.00%	16.14%	83.86%

Los resultados del ensayo de granulometría por el método de tamizado de la muestra 3 mostró que:

- Posee 0% de gravas, retenidos por la malla N° 4.
- Posee 16.14% de arena, retenidos por la malla N° 200.
- Posee 83.86% de finos, pasantes por la malla N° 200.

Así mismo realizando el promedio de las tres muestras ensayadas se obtiene lo siguiente:

Tabla 16

Resumen de Fracción de gravas, arena y finos.

Fracción de Arena y Finos	Muestras			
	M01	M02	M03	PROMEDIO
% de Gravas (Retiene Malla N° 4)	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
% de Arena (Pasa N°4 y Retiene Malla N° 200)	16.77 %	16.30 %	16.14 %	16.41 %
% de Finos (Pasa Malla N° 200)	83.23 %	83.70 %	83.86 %	83.59 %
TOTAL	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %



El resultado del ensayo de granulometría por el método de tamizado de la materia para la elaboración de ladrillos se caracteriza por obtener:

- Posee 0% de gravas, retenidos por la malla N° 4.
- Posee 16.41% de arena, retenidos por la malla N° 200.
- Posee 83.59% de finos, pasantes por la malla N° 200.

4.1.2. Método de ensayo estándar para la gravedad específica de sólidos de suelos mediante Picnómetro de agua

Tabla 17

Ensayo de gravedad específica de sólidos de suelo mediante picnómetro de agua.

DATOS	MUESTRAS		
	M1	M2	M3
Volumen del Picnómetro (ml)	500	500	500
Peso del Contenedor (g)	178.46	178.46	178.46
Peso del Picnómetro + Agua (g)	677.08	677.29	677.07
Peso de la Muestra Seca (g)	50.01	50.01	50.06
Peso del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	708.28	708.44	708.59
Temperatura del Agua (°C)	16.5	18.7	17.9
Gravedad Específica a Temperatura de Ensayo (g/cm ³)	2.659	2.652	2.700
Factor de corrección por Temperatura	1.00066	1.00026	1.00041
Peso Específico (g/cm ³)	2.660	2.652	2.701
Promedio Peso Específico (g/cm³)	2.671		

El resultado de análisis de tres muestras para la determinación de la gravedad específica de sólidos de suelos mediante el método picnómetro de agua mostró que:

- La materia prima para la elaboración de ladrillos posee una gravedad específica de 2.671 g/cm³.



4.1.3. Análisis granulométrico por medio de Hidrómetro

Tabla 18

Ensayo de granulometría por método del hidrómetro.

Día	Hora	Tiempo	D (mm)	% que pasa
23/08/23	8:00	0	0.0750	83.59
23/08/23	8:01	1	0.0371	69.16
23/08/23	8:03	2	0.0270	65.55
23/08/23	8:05	5	0.0175	61.95
23/08/23	8:15	15	0.0106	54.96
23/08/23	8:30	30	0.0078	50.16
23/08/23	9:00	60	0.0055	48.25
23/08/23	10:00	120	0.004	44.83
23/08/23	11:10	250	0.0029	39.06
24/08/23	08:00	1440	0.0012	30.41
24/08/23	16:00	3360	0.0008	24.46

El resultado del ensayo de granulometría por el método de hidrómetro mostro que:

- La materia prima para la elaboración de ladrillos posee entre 39.06% y 30.41% de arcilla.

Tabla 19

Cantidad de arcilla de materia prima.

D (mm)	% que pasa
0.0029	39.06
0.0012	30.41
0.0020	34.50

De la interpolación lineal del rango de contenido de arcilla se obtuvo que:

- La cantidad de arcilla obtenida en el ensayo de granulometría por el método de hidrómetro fue de 34.50%, para efectos de cálculo se considerará un contenido de 35% de cantidad de arcilla en la materia prima para elaboración de ladrillos.



4.1.4. Límites de consistencia

Tabla 20

Ensayo de límite líquido de muestra 1 de la materia prima.

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Número de Golpes	18	22	26	33
Peso de Capsula (gr)	21.46	24.08	25.35	21.39
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	41.03	43.86	39.18	37.45
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	34.67	37.54	34.90	33.13
Peso del Agua (gr)	6.36	6.32	4.28	4.32
Peso de la Muestra Seca (gr)	13.21	13.46	9.55	11.74
Contenido de Humedad	48.15%	46.95%	44.82%	36.80%

Figura 36

Límite líquido de ensayo 1.

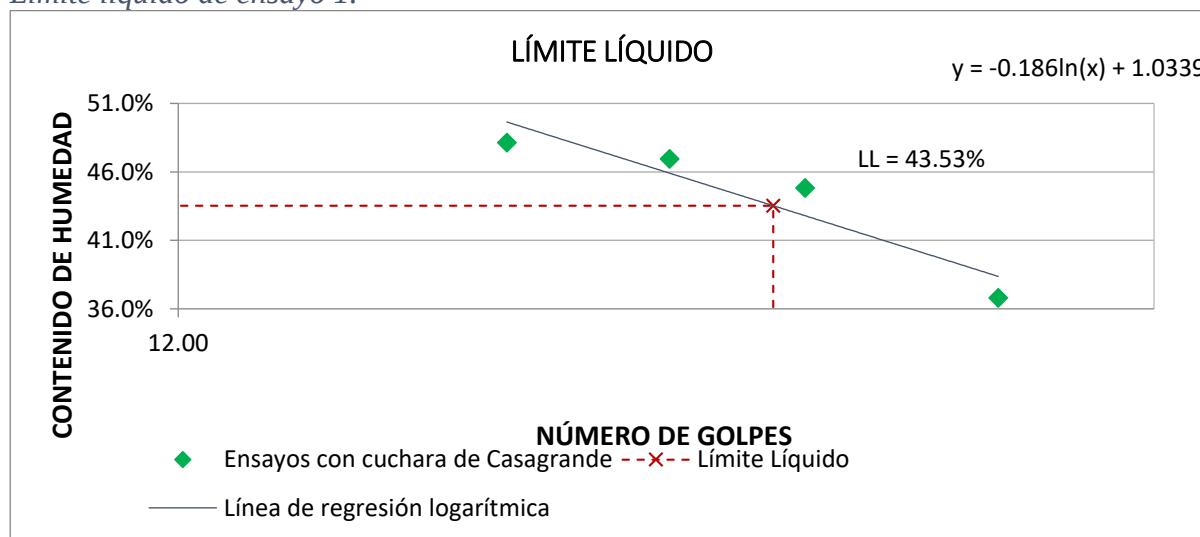


Tabla 21

Ensayo de límite plástico de la muestra 1 de la materia prima.

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso de Capsula (gr)	22.87	23.69
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	26.33	27.37
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	25.66	26.64
Peso del Agua (gr)	0.67	0.73
Peso de la Muestra Seca (gr)	2.79	2.95
Contenido de Humedad	24.01%	24.75%
PROMEDIO	24.38 %	



Figura 37

Límite plástico ensayo 1.

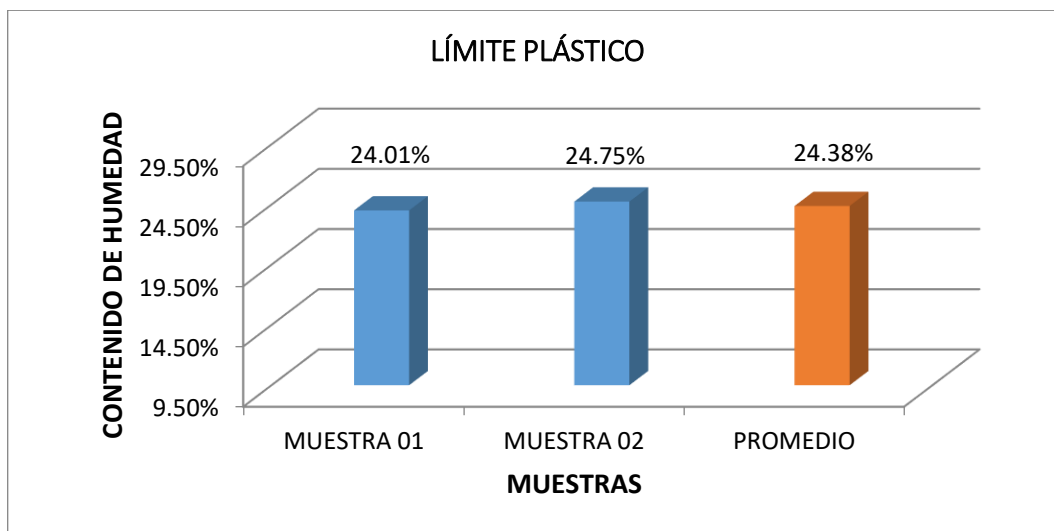


Tabla 22

Resumen de límites de consistencia de muestra 1 de materia prima.

LÍMITE LÍQUIDO =	43.53%
LÍMITE PLÁSTICO =	24.38%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD =	19.15%

Del ensayo de la muestra 1 de la materia prima para la elaboración de ladrillos se pudo obtener:

- El límite líquido de la muestra 1 de la materia prima es de 43.53%.
- El límite plástico de la muestra 1 de la materia prima es de 24.38%.
- El índice de plasticidad de la muestra 1 de la materia prima es de 19.15%.

Tabla 23

Ensayo de límite líquido de muestra 2 de la materia prima.

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Número de Golpes	17	21	26	34
Peso de Capsula (gr)	22.15	24.45	24.84	25.07
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	36.17	36.80	37.91	33.52
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	31.51	32.77	33.67	30.83
Peso del Agua (gr)	4.66	4.03	4.24	2.69
Peso de la Muestra Seca (gr)	9.36	8.32	8.83	5.76
Contenido de Humedad	49.79%	48.44%	48.02%	46.70%



Figura

Límite líquido de ensayo 2.

38

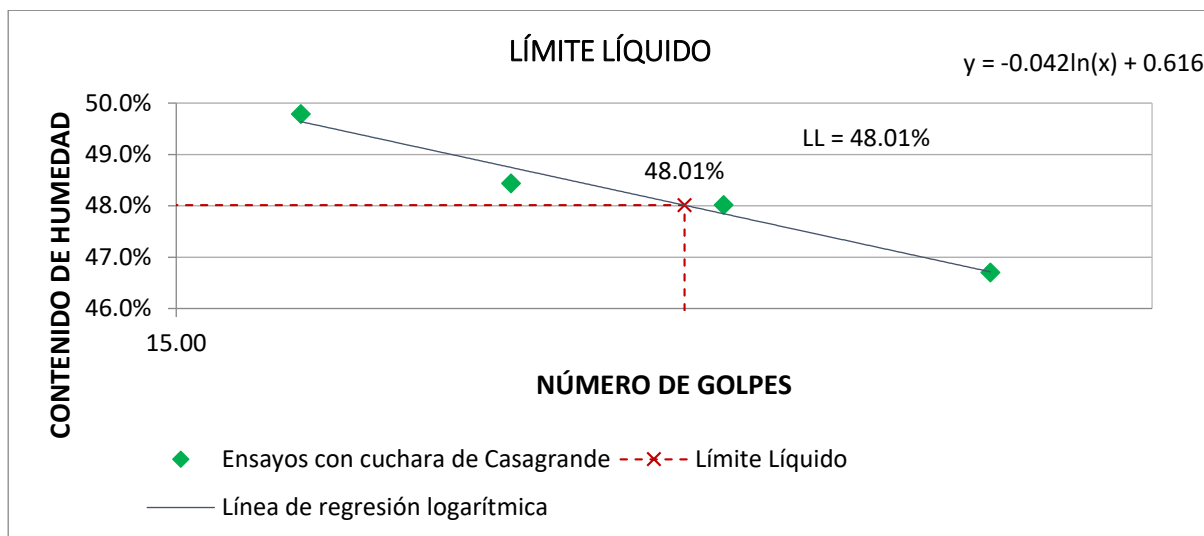


Tabla 24

Ensayo de límite plástico de la muestra 2 de la materia prima.

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso de Capsula (gr)	25.07	21.92
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	30.37	27.31
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	29.30	26.22
Peso del Agua (gr)	1.07	1.09
Peso de la Muestra Seca (gr)	4.23	4.30
Contenido de Humedad	25.30%	25.35%
PROMEDIO	25.32 %	

Figura

Límite plástico del ensayo 2.

39

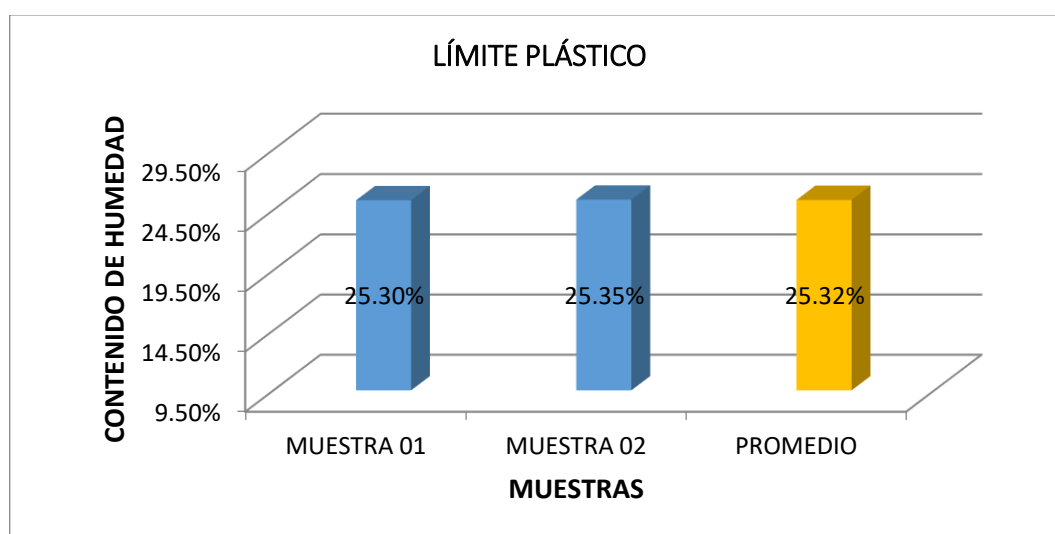




Tabla 25

Resumen de límites de consistencia de muestra 2 de materia prima.

LÍMITE LÍQUIDO =	48.01%
LÍMITE PLÁSTICO =	25.32%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD =	22.69%

Del ensayo de la muestra 2 de la materia prima para la elaboración de ladrillos se pudo obtener:

- El límite líquido de la muestra 2 de la materia prima es de 48.01%.
- El límite plástico de la muestra 2 de la materia prima es de 25.32%.
- El índice de plasticidad de la muestra 2 de la materia prima es de 22.69%.

Tabla 26

Ensayo de límite líquido de muestra 3 de la materia prima.

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Número de Golpes	16	21	27	34
Peso de Capsula (gr)	20.42	21.71	20.99	1.23
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	35.37	37.20	34.61	34.47
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	30.27	32.15	30.18	30.54
Peso del Agua (gr)	5.10	5.05	4.43	3.93
Peso de la Muestra Seca (gr)	9.85	10.44	9.19	9.31
Contenido de Humedad	51.78%	48.37%	48.20%	42.21%

Figura 40

Límite líquido de ensayo 3.

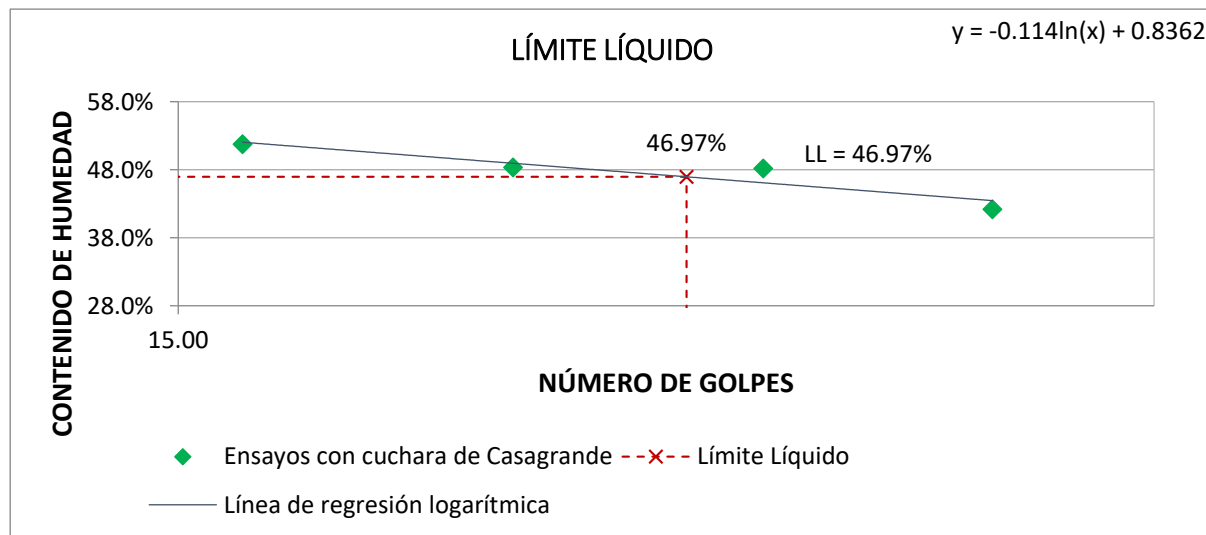




Tabla 27

Ensayo de límite plástico de la muestra 3 de la materia prima.

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso de Capsula (gr)	20.89	25.94
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	23.89	29.09
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	23.31	28.48
Peso del Agua (gr)	0.58	0.61
Peso de la Muestra Seca (gr)	2.42	2.54
Contenido de Humedad	23.97%	24.02%
PROMEDIO	23.99 %	

Figura

Límite plástico del ensayo 3

41

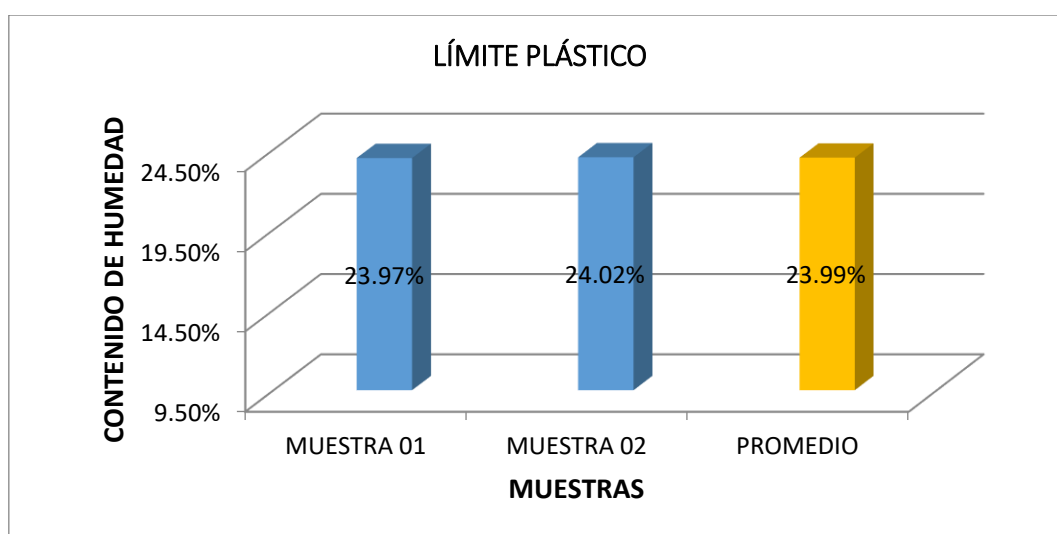


Tabla 28

Resumen de límites de consistencia de muestra 3 de materia prima.

LÍMITE LÍQUIDO = 46.97%
LÍMITE PLÁSTICO = 23.99%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 22.98%

Del ensayo de la muestra 1 de la materia prima para la elaboración de ladrillos se pudo obtener:

- El límite líquido de la muestra 1 de la materia prima es de 46.97%.
- El límite plástico de la muestra 1 de la materia prima es de 23.99%.
- El índice de plasticidad de la muestra 1 de la materia prima es de 22.98%.



Tabla 29

Resumen de Límites de consistencia de materia prima.

LÍMITES DE CONSISTENCIA	EM - 01	EM - 02	EM - 03	PROMEDIO
LÍMITE LÍQUIDO	43.53 %	48.01 %	46.97%	46.17 %
LÍMITE PLÁSTICO	24.38 %	25.32 %	23.99%	24.56 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	19.15 %	22.69 %	22.98%	21.61 %

Del ensayo de los límites de consistencia de la materia prima para la elaboración de ladrillos se pudo obtener los siguientes resultados

- El límite líquido de la materia prima es de 46.17%.
- El límite plástico de la materia prima es de 24.56%.
- El índice de plasticidad de la materia prima es de 21.61%.
- Según la NTP 339.134 “SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS), la materia prima para la elaboración de ladrillos son Arcillas de baja plasticidad con arena, CLL.
- Según la clasificación AASTHO de suelos, la materia prima para elaboración de ladrillos es un suelo arcilloso A-7-5.

4.1.5. Cantidad de Materia Orgánica de la materia prima

Tabla 30

Cantidad de materia orgánica en materia prima.

MATERIAL	PESO DE CRISOL (g)	PESO DE MATERIA SECA (g)	PESO CRISOL + PESO MATERIA SECA (g)	PESO CRISOL + PESO MATERIA DESPUES DE MUFLA (g)	%
M01	37.3112	17.4503	54.7615	54.4946	1.55%
M02	65.0234	19.066	84.0894	83.7679	1.72%
M03	36.6909	25.0289	62.1198	61.1514	2.32%
PROMEDIO					1.86%

Del ensayo de contenido de porcentaje de materia orgánica de la materia prima para la elaboración de ladrillos se tuvo como resultado que la materia prima presenta 1.86% de materia orgánica.



4.1.6. Análisis químico de la materia prima

Tabla 31

Análisis químico de la materia prima – Sicuani.

ELEMENTO	PORCENTAJE
Si % (Silicio)	28.06
Al % (Aluminio)	14.11
Ca % (Calcio)	0.88
K % (Potasio)	2.71
Fe % (Hierro)	4.03
Mg % (Magnesio)	1.18
CHON y otros %	48.02
P, S, Ti, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Y, Zr(%)	0.99
TOTAL	100.00

Del análisis químico de la materia prima para la elaboración de ladrillos en Sicuani, se pudo obtener que:

- La materia prima posee 28.06% de Silicio
- La materia prima posee 14.11% de Aluminio.
- La materia prima posee un 4.03 % de Hierro.

4.1.7. Análisis Químico del carbonato de calcio

Tabla 32

Análisis químico de la cal de obra.

ELEMENTO	PORCENTAJE
Si % (Silicio)	11.90
Al % (Aluminio)	7.80
Ca % (Calcio)	22.91
K % (Potasio)	1.90
Fe % (Hierro)	0.39
Mg % (Magnesio)	4.98
CHON y otros %	48.02
TOTAL	100.00

Del análisis químico de la materia prima para la elaboración de ladrillos en Sicuani, se pudo obtener que:

- La materia prima posee 11.90% de Silicio
- a materia prima posee 7.80% de Aluminio.
- La materia prima posee un 22.91 % de Calcio.



4.2.MORTERO

4.2.1. Granulometría del agregado para mortero

A continuación, se presenta los resultados de granulometría de 4 muestras que se analizaron:

Tabla 33

Porcentaje de humedad de agregado para mortero

MUESTRA		% HUMEDAD	% PROM. HUM
M1	M1-1	7.40%	7.49%
	M1-2	7.58%	
M2	M2-1	7.26%	7.29%
	M2-2	7.32%	
M3	M3-1	6.30%	6.36%
	M3-2	6.43%	
M4	M4-1	6.04%	6.10%
	M4-2	6.17%	

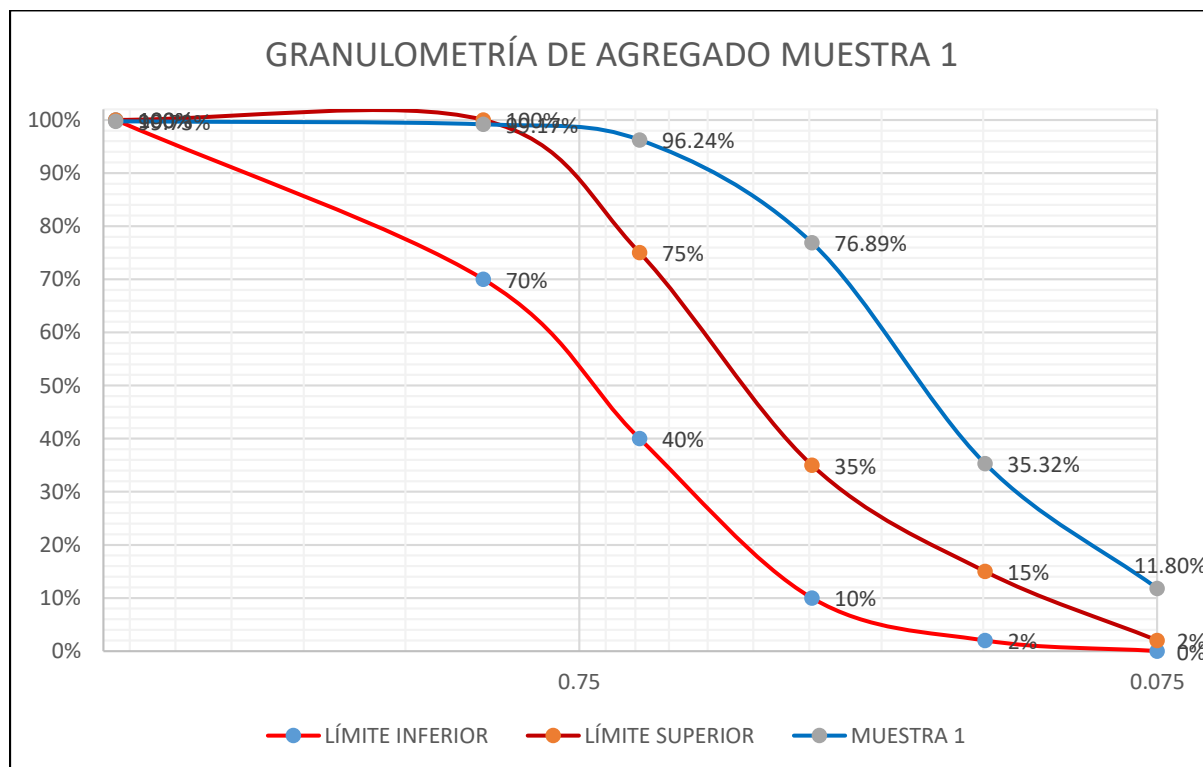
Tabla 34

Granulometría de agregado para mortero, muestra 1

TAMICES		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)			
3/8	9.50	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.76	0.27%	0.27%	99.73%
# 8	2.360	0.14%	0.41%	99.59%
# 16	1.100	0.42%	0.83%	99.17%
# 30	0.590	2.93%	3.76%	96.24%
# 50	0.297	19.34%	23.11%	76.89%
# 100	0.149	41.58%	64.68%	35.32%
#200	0.075	23.52%	88.20%	11.80%
CAZUELA		1.54%	89.75%	10.25%
LAVADO		10.25%	100.00%	0.00%
TOTAL		100.00%		

Figura 42

Granulometría de agregado para mortero, muestra 1.



Del ensayo de granulometría del agregado para mortero de la muestra 1 se pudo observar que:

- La granulometría para el mortero de la muestra 1 se encuentra fuera de la curva de granulometría proporcionada por la Norma E 0.70.

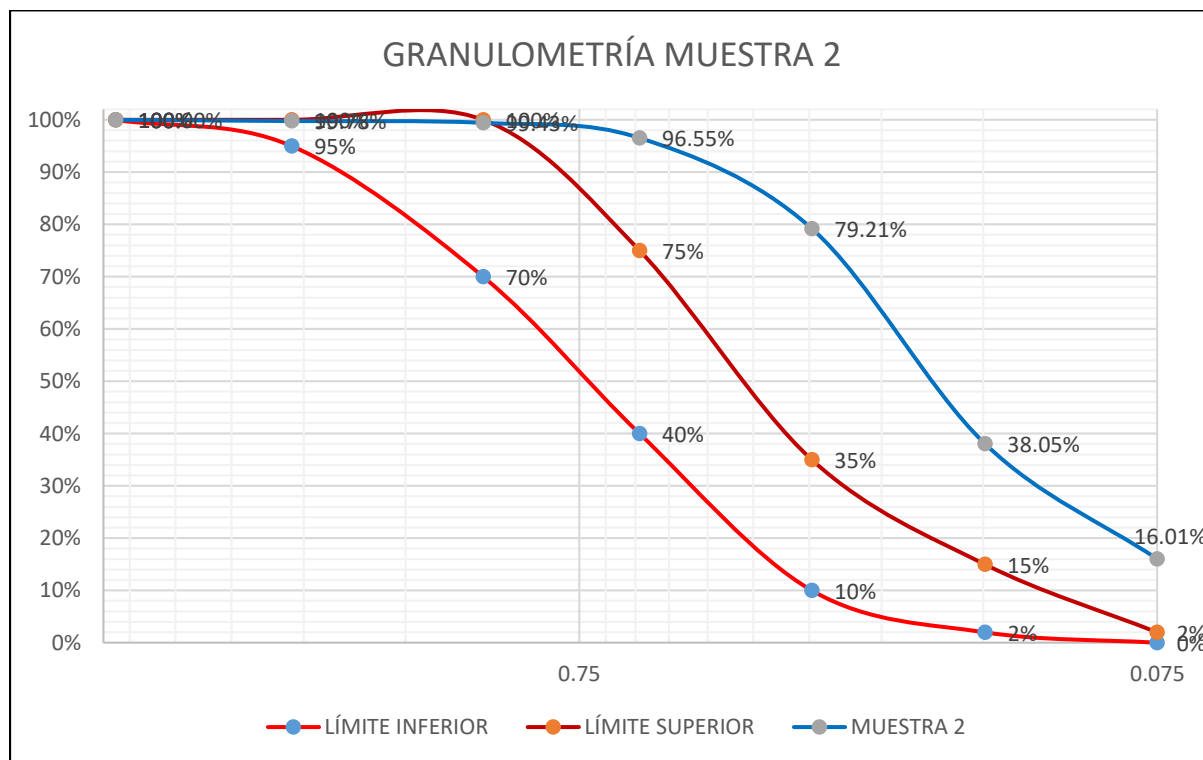
Tabla 35

Granulometría de agregado para mortero, muestra 2.

TAMICES		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)			
3/4	19.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8	9.50	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.76	0.00%	0.00%	100.00%
# 8	2.360	0.22%	0.22%	99.78%
# 16	1.100	0.34%	0.57%	99.43%
# 30	0.590	2.89%	3.45%	96.55%
# 50	0.297	17.34%	20.79%	79.21%
# 100	0.149	41.16%	61.95%	38.05%
#200	0.075	22.05%	83.99%	16.01%
CAZUELA		1.63%	85.62%	14.38%
LAVADO		14.38%	100.00%	0.00%
TOTAL		100.00%		

Figura 43

Granulometría de agregado para mortero, muestra 2.



Del ensayo de granulometría del agregado para mortero de la muestra 2 se pudo observar que:

- La granulometría para el mortero de la muestra 2 se encuentra fuera de la curva de granulometría proporcionada por la Norma E 0.70.

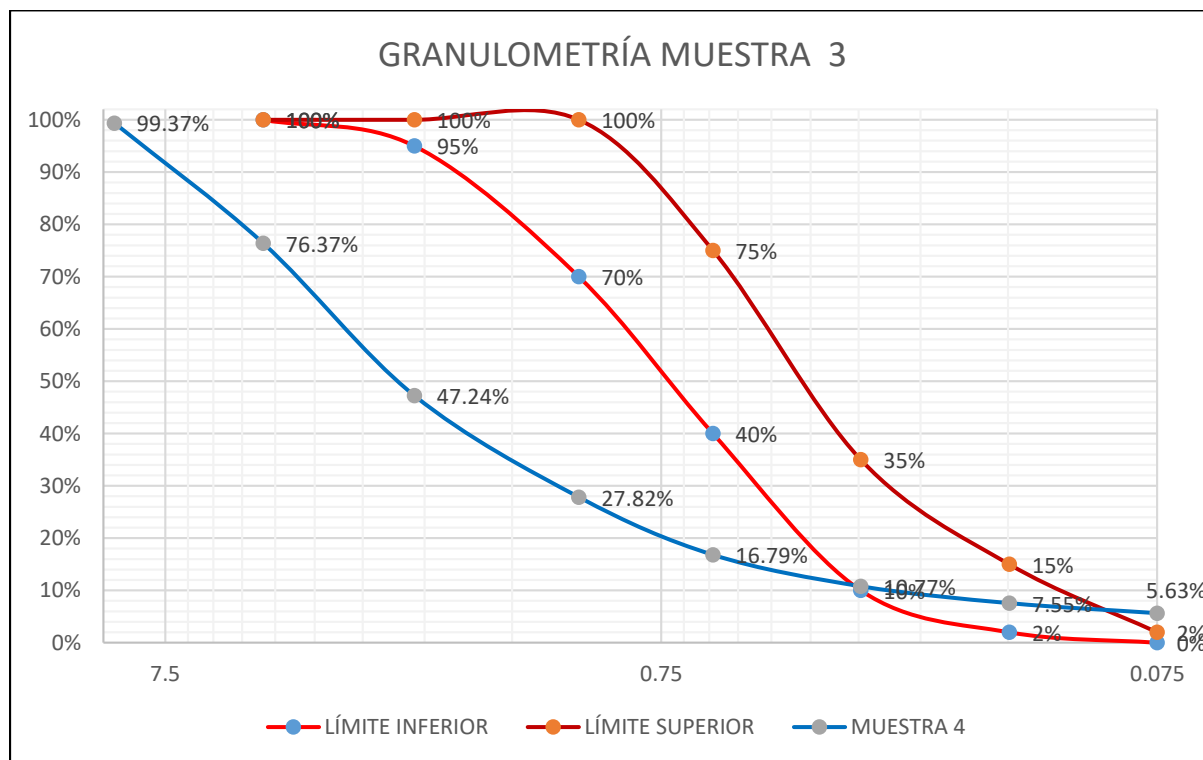
Tabla 36

Granulometría de agregado para mortero, muestra 3.

TAMICES		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)			
3/4	19.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8	9.50	0.63%	0.63%	99.37%
# 4	4.76	23.00%	23.63%	76.37%
# 8	2.360	29.13%	52.76%	47.24%
# 16	1.100	19.41%	72.18%	27.82%
# 30	0.590	11.04%	83.21%	16.79%
# 50	0.297	6.01%	89.23%	10.77%
# 100	0.149	3.23%	92.45%	7.55%
#200	0.075	1.92%	94.37%	5.63%
CAZUELA		0.30%	94.67%	5.33%
LAVADO		5.33%	100.00%	0.00%
TOTAL		100.00%		

Figura 44

Granulometría de agregado para mortero, muestra 3.



Del ensayo de granulometría del agregado para mortero de la muestra 3 se pudo observar que:

- La granulometría para el mortero de la muestra 3 se encuentra fuera de la curva de granulometría proporcionada por la Norma E 0.70.

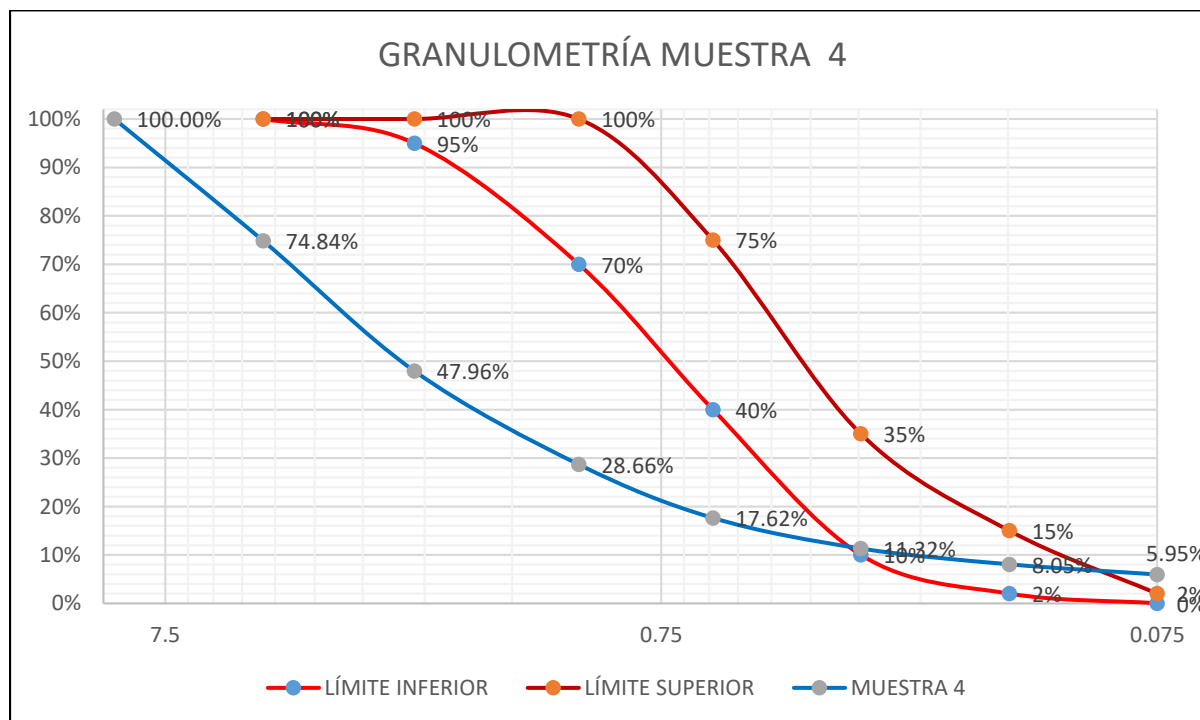
Tabla 37

Granulometría de agregado para mortero, muestra 4.

TAMICES		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)			
3/4	19.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8	9.50	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.76	25.16%	25.16%	74.84%
# 8	2.360	26.88%	52.04%	47.96%
# 16	1.100	19.30%	71.34%	28.66%
# 30	0.590	11.04%	82.38%	17.62%
# 50	0.297	6.30%	88.68%	11.32%
# 100	0.149	3.27%	91.95%	8.05%
#200	0.075	2.10%	94.05%	5.95%
CAZUELA		0.16%	94.21%	5.79%
LAVADO		5.79%	100.00%	0.00%
TOTAL		100.00%		

Figura 45

Granulometría de agregado para mortero, muestra 4.



Del ensayo de granulometría del agregado para mortero de la muestra 4 se pudo observar que:

- La granulometría para el mortero de la muestra 4 se encuentra fuera de la curva de granulometría proporcionada por la Norma E 0.70.

GRANULOMETRÍA DISEÑADA

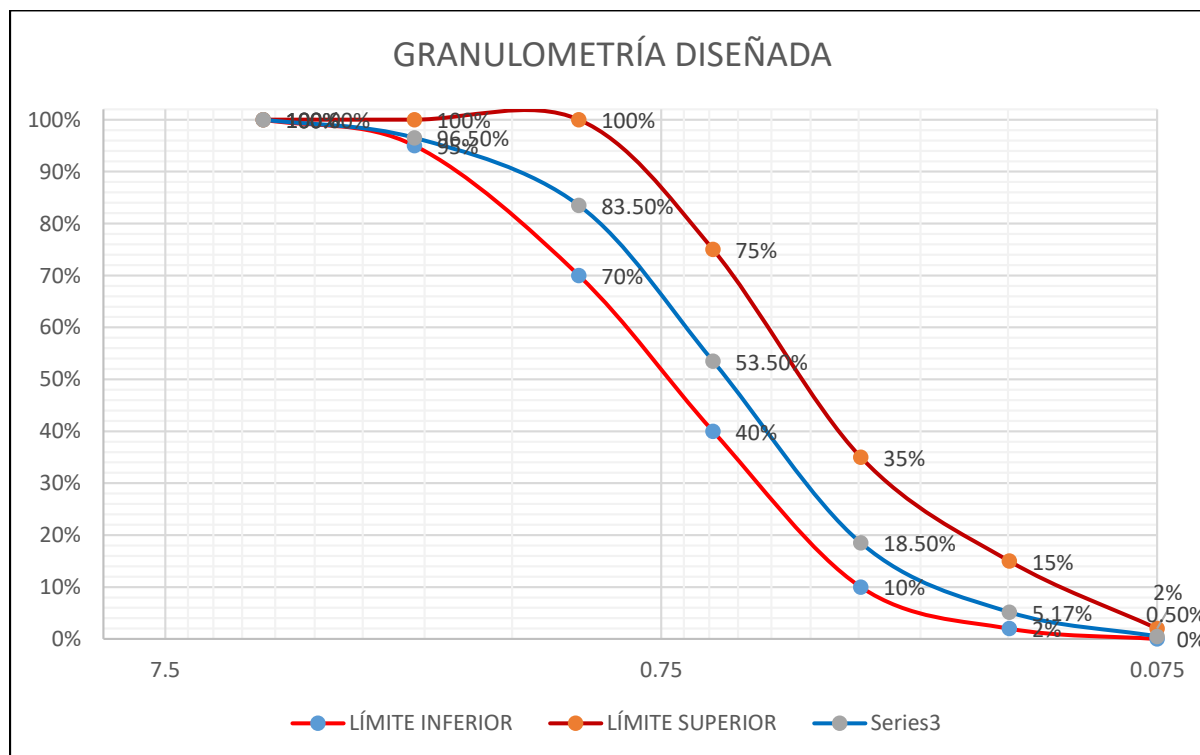
Tabla 38

Granulometría de agregado para mortero diseñada.

TAMICES		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)			
3/4	19.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8	9.50	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.76	0.00%	0.00%	100.00%
# 8	2.360	3.50%	3.50%	96.50%
# 16	1.100	13.00%	16.50%	83.50%
# 30	0.590	30.00%	46.50%	53.50%
# 50	0.297	35.00%	81.50%	18.50%
# 100	0.149	13.33%	94.83%	5.17%
#200	0.075	4.67%	99.50%	0.50%
CAZUELA		0.50%	100.00%	0.00%
LAVADO		0.00%	100.00%	0.00%
TOTAL		100.00%		

Figura 46

Granulometría de agregado para mortero diseñada.



Al observar que la granulometría del agregado de las muestras antes analizadas, se realizó el diseño de la curva granulométrica y del diseño de la curva granulométrica se obtuvo que:

- Se pudo obtener una curva granulométrica dentro de los parámetros de la Norma E.070.



4.2.2. Compresión de probetas cúbicas de 50 mm de mortero

I. Compresión de probetas cúbicas de 50 mm de lado en pilas

Tabla 39

Ensayo de compresión simple de probetas cúbicas en pilas.

MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm ²)	Carga máxima (kgf)	Resistencia (kgf/cm ²)
MP1	5	4.97	24.85	6468	260.3
MP2	4.95	4.93	24.4035	6573	269.3
MP3	4.95	5	24.75	6510	263
Promedio (kgf/cm ²)					264.2
Desviación Estándar σ					4.6
CV(%)					1.75%
Resistencia Característica (kgf/cm²)					259.6

Del ensayo de compresión simple de cubos de mortero de la elaboración de pilas con ladrillos bloquer tradicionales y ladrillos bloquer con 2%, 4% y 6% de adición de carbonato de calcio y una dosificación de 1:4 cemento-arena se pudo obtener:

- Resistencia promedio de 264 kgf/cm².
- Desviación estándar de 4.6.
- Coeficiente de variación de 1.75%.
- Resistencia característica a la compresión de 259.6 kgf/cm².

II. Compresión de probetas cúbicas de 50 mm de lado en muretes

Tabla 40

Ensayo de compresión simple de probetas cúbicas en muretes con ladrillos tradicionales.

MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm ²)	Carga máxima (kgf)	Resistencia (kgf/cm ²)
M0-1	5	4.93	24.65	6434.5	261.0
M0-2	4.95	5	24.75	6409.0	258.9
M0-3	4.95	4.94	24.45	6145.5	251.3
Promedio (kgf/cm ²)					257.07
Desviación Estándar σ					5.10
CV(%)					1.99%
Resistencia Característica (kgf/cm²)					251.97

Del ensayo de compresión simple de cubos de mortero de la elaboración de muretes con ladrillos bloquer tradicionales de adición de carbonato de calcio y una dosificación de 1:4 cemento-arena se pudo obtener:

- Resistencia promedio de 264 kgf/cm².



- Desviación estándar de 4.6.
- Coeficiente de variación de 1.75%.
- Resistencia característica a la compresión de 259.6 kgf/cm².

Tabla 41

Ensayo de compresión simple de probetas cúbicas en muretes con ladrillos con 2% de Carbonato de Calcio.

MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm ²)	Carga máxima (kgf)	Resistencia (kgf/cm ²)
M2-1	5	4.93	24.65	6566.0	266.4
M2-2	4.95	5	24.75	6556.2	264.9
M2-3	4.95	4.94	24.45	6389.6	261.3
Promedio (kgf/cm ²)					264.2
Desviación Estándar σ					2.6
CV(%)					0.99%
Resistencia Característica (kgf/cm²)					261.6

Del ensayo de compresión simple de cubos de mortero de la elaboración de muretes con ladrillos bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio y una dosificación de 1:4 cemento-arena se pudo obtener:

- Resistencia promedio de 264 kgf/cm².
- Desviación estándar de 4.6.
- Coeficiente de variación de 1.75%.
- Resistencia característica a la compresión de 259.6 kgf/cm².

Tabla 42

Ensayo de compresión simple de probetas cúbicas en muretes con ladrillos con 4% de Carbonato de Calcio.

MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm ²)	Carga máxima (kgf)	Resistencia (kgf/cm ²)
M4-1	5	4.93	24.65	6602.5	267.8
M4-2	4.95	5	24.75	6384	257.9
M4-3	4.95	4.94	24.453	6251	255.6
Promedio (kgf/cm ²)					260.43
Desviación Estándar σ					6.48
CV(%)					2.49%
Resistencia Característica (kgf/cm²)					253.95

Del ensayo de compresión simple de cubos de mortero de la elaboración de muretes con ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio y una dosificación de 1:4 cemento-arena se pudo obtener:

- Resistencia promedio de 264 kgf/cm².
- Desviación estándar de 4.6.



- Coeficiente de variación de 1.75%.
- Resistencia característica a la compresión de 259.6 kgf/cm².

Tabla

43

Ensayo de compresión simple de probetas cúbicas en muretes con ladrillos con 6% de Carbonato de Calcio.

MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm ²)	Carga máxima (kgf)	Resistencia (kgf/cm ²)
M6-1	5	4.93	24.65	6519.5	264.5
M6-2	4.95	5	24.75	6480.0	261.8
M6-3	4.95	4.94	24.45	6333.6	259
Promedio (kgf/cm ²)					261.77
Desviación Estándar σ					2.75
CV(%)					1.05%
Resistencia Característica (kgf/cm²)					259.02

Del ensayo de compresión simple de cubos de mortero de la elaboración de muretes con ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio y una dosificación de 1:4 cemento-arena se pudo obtener:

- Resistencia promedio de 264 kgf/cm².
- Desviación estándar de 4.6.
- Coeficiente de variación de 1.75%.
- Resistencia característica a la compresión de 259.6 kgf/cm².



4.3. ESTUDIOS DE UNIDADES

4.3.1. Medición de dimensiones

Posterior al análisis de datos de la variación dimensional se tuvo los siguientes resultados.

Tabla 44

Medida de dimensiones, largo, de ladrillos bloquer tradicional.

N°	LARGO (cm)	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 0%-01	28.15	28.50	3.48	1.22%
UA 0%-02	28.16	28.50	3.42	1.20%
UA 0%-03	28.01	28.50	4.90	1.72%
UA 0%-04	28.39	28.50	1.07	0.37%
UA 0%-05	28.10	28.50	4.00	1.40%
UA 0%-06	28.12	28.50	3.78	1.33%
UA 0%-07	28.09	28.50	4.07	1.43%
UA 0%-08	28.22	28.50	2.78	0.98%
UA 0%-09	28.20	28.50	2.97	1.04%
UA 0%-10	28.09	28.50	4.15	1.46%
PROMEDIO	28.15	VARIACIÓN DIMENSIONAL	3.46	1.21%
Desviación Estándar σ	0.10			
CV	0.37%			

Tabla 45

Medida de dimensiones, ancho, de ladrillos bloquer tradicional.

N°	ANCHO (cm)	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 0%-01	11.24	11.50	2.63	2.29%
UA 0%-02	11.24	11.50	2.63	2.29%
UA 0%-03	11.26	11.50	2.45	2.13%
UA 0%-04	11.41	11.50	0.87	0.75%
UA 0%-05	11.29	11.50	2.07	1.80%
UA 0%-06	11.20	11.50	2.98	2.59%
UA 0%-07	11.25	11.50	2.55	2.22%
UA 0%-08	11.32	11.50	1.82	1.58%
UA 0%-09	11.30	11.50	2.00	1.74%
UA 0%-10	11.35	11.50	1.52	1.32%
PROMEDIO	11.28	VARIACIÓN DIMENSIONAL	2.15	1.87%
Desviación Estándar σ	0.06			
CV	0.56%			



Tabla 46

Medida de dimensiones, alto, de ladrillos bloquer tradicional.

N°	ALTO (cm)	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 0%-01	18.18	18.50	3.24	1.75%
UA 0%-02	18.36	18.50	1.45	0.78%
UA 0%-03	18.21	18.50	2.89	1.56%
UA 0%-04	18.48	18.50	0.25	0.14%
UA 0%-05	18.34	18.50	1.57	0.85%
UA 0%-06	18.29	18.50	2.15	1.16%
UA 0%-07	18.33	18.50	1.75	0.95%
UA 0%-08	18.31	18.50	1.86	1.00%
UA 0%-09	18.43	18.50	0.75	0.41%
UA 0%-10	18.21	18.50	2.94	1.59%
PROMEDIO	18.31	VARIACIÓN DIMENSIONAL	1.89	1.02%
Desviación Estándar σ	0.10			
CV	0.52%			

Del ensayo de variación dimensional de ladrillos bloquer tradicional se pudo obtener los siguientes resultados:

- Dimensión promedio de la longitud de 28.15 cm.
- Se tiene una variación dimensional en cuanto a la longitud de 1.21%, clasificándose, así como un ladrillo tipo IV.
- Dimensión promedio del ancho de 11.28 cm.
- Se tiene una variación dimensional en cuanto al ancho de 1.87%, clasificándose, así como un ladrillo tipo IV.
- Dimensión promedio de la altura de 18.31 cm.
- Se tiene una variación dimensional en cuanto a la altura de 1.02%, clasificándose, así como un ladrillo tipo IV.



Tabla 47

Medida de dimensiones, largo, de ladrillos bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio

N°	LARGO (cm)	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 2%-01	28.48	28.50	0.18	0.06%
UA 2%-02	28.35	28.50	1.52	0.53%
UA 2%-03	28.65	28.50	-1.50	-0.53%
UA 2%-04	28.57	28.50	-0.72	-0.25%
UA 2%-05	29.15	28.50	-6.45	-2.26%
UA 2%-06	28.93	28.50	-4.27	-1.50%
UA 2%-07	28.57	28.50	-0.72	-0.25%
UA 2%-08	28.65	28.50	-1.50	-0.53%
UA 2%-09	28.54	28.50	-0.35	-0.12%
UA 2%-10	28.78	28.50	-2.80	-0.98%
PROMEDIO	28.67	VARIACIÓN DIMENSIONAL	-1.66	-0.58%
Desviación Estándar σ	0.23			
CV	0.81%			

Tabla 48

Medida de dimensiones, ancho, de ladrillos bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio

N°	ANCHO (cm)	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 2%-01	11.53	11.50	-0.28	-0.25%
UA 2%-02	11.40	11.50	0.97	0.84%
UA 2%-03	11.48	11.50	0.20	0.17%
UA 2%-04	11.48	11.50	0.23	0.20%
UA 2%-05	11.79	11.50	-2.88	-2.51%
UA 2%-06	11.73	11.50	-2.32	-2.01%
UA 2%-07	11.48	11.50	0.23	0.20%
UA 2%-08	11.62	11.50	-1.17	-1.01%
UA 2%-09	11.46	11.50	0.43	0.38%
UA 2%-10	11.67	11.50	-1.70	-1.48%
PROMEDIO	11.56	VARIACIÓN DIMENSIONAL	-0.63	-0.55%
Desviación Estándar σ	0.13			
CV	1.13%			



Tabla 49

Medida de dimensiones, alto, de ladrillos bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio.

N°	ALTO (cm)	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 2%-01	18.49	18.50	0.09	0.05%
UA 2%-02	18.50	18.50	0.02	0.01%
UA 2%-03	18.63	18.50	-1.33	-0.72%
UA 2%-04	18.57	18.50	-0.65	-0.35%
UA 2%-05	18.94	18.50	-4.40	-2.38%
UA 2%-06	18.94	18.50	-4.36	-2.36%
UA 2%-07	18.58	18.50	-0.82	-0.45%
UA 2%-08	18.66	18.50	-1.59	-0.86%
UA 2%-09	18.58	18.50	-0.77	-0.41%
UA 2%-10	18.73	18.50	-2.25	-1.22%
PROMEDIO	18.66	VARIACIÓN DIMENSIONAL	-1.61	-0.87%
Desviación Estándar σ	0.16			
CV	0.87%			

Del ensayo de variación dimensional de ladrillos bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio se pudo obtener los siguientes resultados:

- Dimensión promedio de la longitud de 28.67 cm.
- Se tiene una variación dimensional en cuanto a la longitud de -0.58%, clasificándose, así como un ladrillo tipo V.
- Dimensión promedio del ancho de 11.56 cm.
- Se tiene una variación dimensional en cuanto al ancho de -0.55%, clasificándose, así como un ladrillo tipo V.
- Dimensión promedio de la altura de 18.66 cm.
- Se tiene una variación dimensional en cuanto a la altura de -0.87%, clasificándose, así como un ladrillo tipo V.



Tabla 50

Medida de dimensiones, largo, de ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio.

N°	LARGO (cm)	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 4%-01	28.59	28.50	-0.90	-0.32%
UA 4%-02	28.69	28.50	-1.90	-0.67%
UA 4%-03	28.65	28.50	-1.50	-0.53%
UA 4%-04	28.60	28.50	-1.00	-0.35%
UA 4%-05	28.73	28.50	-2.30	-0.81%
UA 4%-06	28.49	28.50	0.10	0.04%
UA 4%-07	28.68	28.50	-1.80	-0.63%
UA 4%-08	28.73	28.50	-2.30	-0.81%
UA 4%-09	28.46	28.50	0.40	0.14%
UA 4%-10	28.43	28.50	0.70	0.25%
PROMEDIO	28.61	VARIACIÓN DIMENSIONAL	-1.05	-0.37%
Desviación Estándar σ	0.11			
CV	0.39%			

Tabla 51

Medida de dimensiones, ancho, de ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio

N°	ANCHO (cm)	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 4%-01	11.48	11.50	0.20	0.17%
UA 4%-02	11.49	11.50	0.10	0.09%
UA 4%-03	11.56	11.50	-0.60	-0.52%
UA 4%-04	11.55	11.50	-0.50	-0.43%
UA 4%-05	11.61	11.50	-1.10	-0.96%
UA 4%-06	11.45	11.50	0.50	0.43%
UA 4%-07	11.62	11.50	-1.20	-1.04%
UA 4%-08	11.53	11.50	-0.30	-0.26%
UA 4%-09	11.46	11.50	0.40	0.35%
UA 4%-10	11.45	11.50	0.50	0.43%
PROMEDIO	11.52	VARIACIÓN DIMENSIONAL	-0.20	-0.17%
Desviación Estándar σ	0.06			
CV	0.55%			



Tabla 52

Medida de dimensiones, alto, de ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio

N°	ALTO (cm)	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 4%-01	18.52	18.50	-0.20	-0.11%
UA 4%-02	18.61	18.50	-1.10	-0.59%
UA 4%-03	18.55	18.50	-0.50	-0.27%
UA 4%-04	18.68	18.50	-1.80	-0.97%
UA 4%-05	18.71	18.50	-2.10	-1.14%
UA 4%-06	18.47	18.50	0.30	0.16%
UA 4%-07	18.65	18.50	-1.50	-0.81%
UA 4%-08	18.80	18.50	-3.00	-1.62%
UA 4%-09	18.56	18.50	-0.60	-0.32%
UA 4%-10	18.51	18.50	-0.10	-0.05%
PROMEDIO	18.61	VARIACIÓN DIMENSIONAL	-1.06	-0.57%
Desviación Estándar σ	0.10			
CV	0.56%			

Del ensayo de variación dimensional de ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio se pudo obtener los siguientes resultados:

- Dimensión promedio de la longitud de 28.61 cm.
- Se tiene una variación dimensional en cuanto a la longitud de -0.37%, clasificándose, así como un ladrillo tipo V.
- Dimensión promedio del ancho de 11.52 cm.
- Se tiene una variación dimensional en cuanto al ancho de -0.17%, clasificándose, así como un ladrillo tipo V.
- Dimensión promedio de la altura de 18.61 cm.
- Se tiene una variación dimensional en cuanto a la altura de -0.57%, clasificándose, así como un ladrillo tipo V.



Tabla 53

Medida de dimensiones, largo, de ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio.

N°	LARGO (cm)	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 6%-01	28.65	28.50	-1.47	-0.51%
UA 6%-02	28.32	28.50	1.82	0.64%
UA 6%-03	28.48	28.50	0.18	0.06%
UA 6%-04	28.68	28.50	-1.75	-0.61%
UA 6%-05	28.31	28.50	1.95	0.68%
UA 6%-06	28.49	28.50	0.15	0.05%
UA 6%-07	28.18	28.50	3.22	1.13%
UA 6%-08	28.37	28.50	1.32	0.46%
UA 6%-09	28.75	28.50	-2.53	-0.89%
UA 6%-10	28.46	28.50	0.37	0.13%
PROMEDIO	28.47	VARIACIÓN DIMENSIONAL	0.33	0.11%
Desviación Estándar σ	0.18			
CV	0.64%			

Tabla 54

Medida de dimensiones, ancho, de ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio

N°	ANCHO (cm)	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 6%-01	11.53	11.50	-0.27	-0.23%
UA 6%-02	11.34	11.50	1.57	1.36%
UA 6%-03	11.39	11.50	1.07	0.93%
UA 6%-04	11.56	11.50	-0.63	-0.55%
UA 6%-05	11.34	11.50	1.58	1.38%
UA 6%-06	11.39	11.50	1.08	0.94%
UA 6%-07	11.30	11.50	2.03	1.77%
UA 6%-08	11.47	11.50	0.27	0.23%
UA 6%-09	11.58	11.50	-0.83	-0.72%
UA 6%-10	11.24	11.50	2.58	2.25%
PROMEDIO	11.42	VARIACIÓN DIMENSIONAL	0.84	0.73%
Desviación Estándar σ	0.12			
CV	1.02%			



Tabla 55

Medida de dimensiones, alto, de ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio

N°	ALTO (cm)	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 6%-01	18.60	18.50	-0.98	-0.53%
UA 6%-02	18.46	18.50	0.37	0.20%
UA 6%-03	18.48	18.50	0.19	0.10%
UA 6%-04	18.62	18.50	-1.24	-0.67%
UA 6%-05	18.47	18.50	0.32	0.18%
UA 6%-06	18.57	18.50	-0.70	-0.38%
UA 6%-07	18.45	18.50	0.54	0.29%
UA 6%-08	18.56	18.50	-0.57	-0.31%
UA 6%-09	18.75	18.50	-2.53	-1.37%
UA 6%-10	18.46	18.50	0.41	0.22%
PROMEDIO	18.54	VARIACIÓN DIMENSIONAL	-0.42	-0.23%
Desviación Estándar σ	0.10			
CV	0.53%			

Del ensayo de variación dimensional de ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio se pudo obtener los siguientes resultados:

- Dimensión promedio de la longitud de 28.47 cm.
- Se tiene una variación dimensional en cuanto a la longitud de 0.11%, clasificándose, así como un ladrillo tipo V.
- Dimensión promedio del ancho de 11.42 cm.
- Se tiene una variación dimensional en cuanto al ancho de 0.73%, clasificándose, así como un ladrillo tipo V.
- Dimensión promedio de la altura de 18.54 cm.
- Se tiene una variación dimensional en cuanto a la altura de -0.23%, clasificándose, así como un ladrillo tipo V.



4.3.2. Alabeo

Tabla 56

Ensayo de alabeo de ladrillo bloquer tradicional

MUESTRA	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
UA 0%-01	0.5	0.0	0.0	-0.5
UA 0%-02	1.4	0.0	0.9	0.0
UA 0%-03	0.5	-2.0	0.8	-0.5
UA 0%-04	0.0	-1.5	1.4	0.0
UA 0%-05	1.6	0.0	2.0	-1.5
UA 0%-06	1.0	0.0	0.9	0.0
UA 0%-07	2.4	0.0	0.0	-0.6
UA 0%-08	0.6	0.0	0.0	-2.4
UA 0%-09	0.9	0.0	1.0	0.0
UA 0%-10	0.0	-1.0	0.8	-0.5
PROMEDIO	1.1	-1.5	1.1	-1.0

Del ensayo de alabeo en ladrillo bloquer tradicional se pudo obtener:

- Se obtuvo un alabeo cóncavo tanto en la cara superior como en la cara inferior de 1.1 y 1.1 mm respectivamente, clasificándose según la Norma E.070 como un ladrillo tipo V.
- Se obtuvo un alabeo convexo tanto en la cara superior como en la cara inferior de -1.5 y -1.0 mm respectivamente, clasificándose según la Norma E.070 como un ladrillo tipo V.

Tabla 57

Ensayo de alabeo de ladrillo bloquer con 2% de carbonato de calcio

MUESTRA	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
UA 2%-01	0.9	0.0	0.0	-0.5
UA 2%-02	0.3	0.0	0.9	0.0
UA 2%-03	1.5	-2.0	0.8	-0.5
UA 2%-04	0.8	-1.5	1.4	0.0
UA 2%-05	0.3	0.0	2.0	-1.5
UA 2%-06	0.8	0.0	0.9	0.0
UA 2%-07	0.8	0.0	0.0	-0.6
UA 2%-08	1.4	0.0	0.0	-2.4
UA 2%-09	1.4	0.0	1.0	0.0
UA 2%-10	0.0	-1.0	0.8	-0.5
PROMEDIO	0.9	-1.5	1.1	-1.0

Del ensayo de alabeo en ladrillo bloquer con 2% de carbonato de calcio se pudo obtener:



- Se obtuvo un alabeo cóncavo tanto en la cara superior como en la cara inferior de 0.9 y 1.1 mm respectivamente, clasificándose según la Norma E.070 como un ladrillo tipo V.
- Se obtuvo un alabeo convexo tanto en la cara superior como en la cara inferior de -1.5 y -1.0 mm respectivamente, clasificándose según la Norma E.070 como un ladrillo tipo V.

Tabla 58

Ensayo de alabeo de ladrillo bloquer con 4% de carbonato de calcio

MUESTRA	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
UA 4%-01	1.4	0.0	1.6	0.0
UA 4%-02	2.5	0.0	0.8	-0.5
UA 4%-03	1.6	0.0	1.9	0.0
UA 4%-04	1.9	0.0	0.8	0.0
UA 4%-05	0.9	0.0	2.3	0.0
UA 4%-06	1.1	0.0	1.9	0.0
UA 4%-07	1.9	0.0	1.5	0.0
UA 4%-08	1.8	0.0	3.6	0.0
UA 4%-09	1.5	0.0	1.9	0.0
UA 4%-10	2.0	0.0	1.1	0.0
PROMEDIO	1.6	0.0	1.7	-0.5

Del ensayo de alabeo en ladrillo bloquer con 4% de carbonato de calcio se pudo obtener:

- Se obtuvo un alabeo cóncavo tanto en la cara superior como en la cara inferior de 2.0 y 1.1 mm respectivamente, clasificándose según la Norma E.070 como un ladrillo tipo V.
- Se obtuvo un alabeo convexo tanto en la cara superior como en la cara inferior de 0 y 0 mm respectivamente, clasificándose según la Norma E.070 como un ladrillo tipo V.



Tabla 59

Ensayo de alabeo de ladrillo bloquer con 6% de carbonato de calcio

MUESTRA	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
UA 6%-01	1.8	0.0	0.0	-1.8
UA 6%-02	2.8	-2.3	1.0	-0.8
UA 6%-03	1.3	0.0	0.0	-1.9
UA 6%-04	0.0	-1.1	2.0	0.0
UA 6%-05	2.3	0.0	1.0	0.0
UA 6%-06	0.6	0.0	1.5	0.0
UA 6%-07	0.6	0.0	2.6	0.0
UA 6%-08	3.3	0.0	1.8	0.0
UA 6%-09	2.4	0.0	0.0	-0.8
UA 6%-10	2.3	0.0	0.8	-0.8
PROMEDIO	1.9	-1.7	1.5	-1.2

Del ensayo de alabeo en ladrillo bloquer con 4% de carbonato de calcio se pudo obtener:

- Se obtuvo un alabeo cóncavo tanto en la cara superior como en la cara inferior de 1.9 y 1.5 mm respectivamente, clasificándose según la Norma E.070 como un ladrillo tipo V.
- Se obtuvo un alabeo convexo tanto en la cara superior como en la cara inferior de -1.7 y -1.2 mm respectivamente, clasificándose según la Norma E.070 como un ladrillo tipo V.

4.3.3. Absorción

Luego de realizar el análisis de los datos del ensayo de absorción se tuvieron los siguientes resultados:

Tabla 60.

Tabla de datos obtenidos y procesados en la prueba de absorción en Ladrillos tradicionales

MUESTRA	PESO SECO EN HORNO	PESO DE INMERSIÓN EN FRIO		%ABSORCIÓN 5 HORAS	%ABSORCIÓN 24 HORAS
		5 HORAS	24 HORAS		
ABS 0% - 1	1972.31	2125.31	2137.25	7.76%	8.36%
ABS 0% - 2	1888.64	2035.95	2046.29	7.80%	8.35%
ABS 0% - 3	1957.96	2125.21	2135.29	8.54%	9.06%
ABS 0% - 4	1933.88	2100.19	2101.00	8.60%	8.64%
ABS 0% - 5	1973.65	2151.25	2158.46	9.00%	9.36%
Promedio				8.34%	8.75%
Desviación estándar				0.005	0.004
Coeficiente de variación				6.49%	5.09%

Fuente: Elaboración Propia



Figura 47.

Prueba de absorción de Ladrillo Bloquer tradicionales

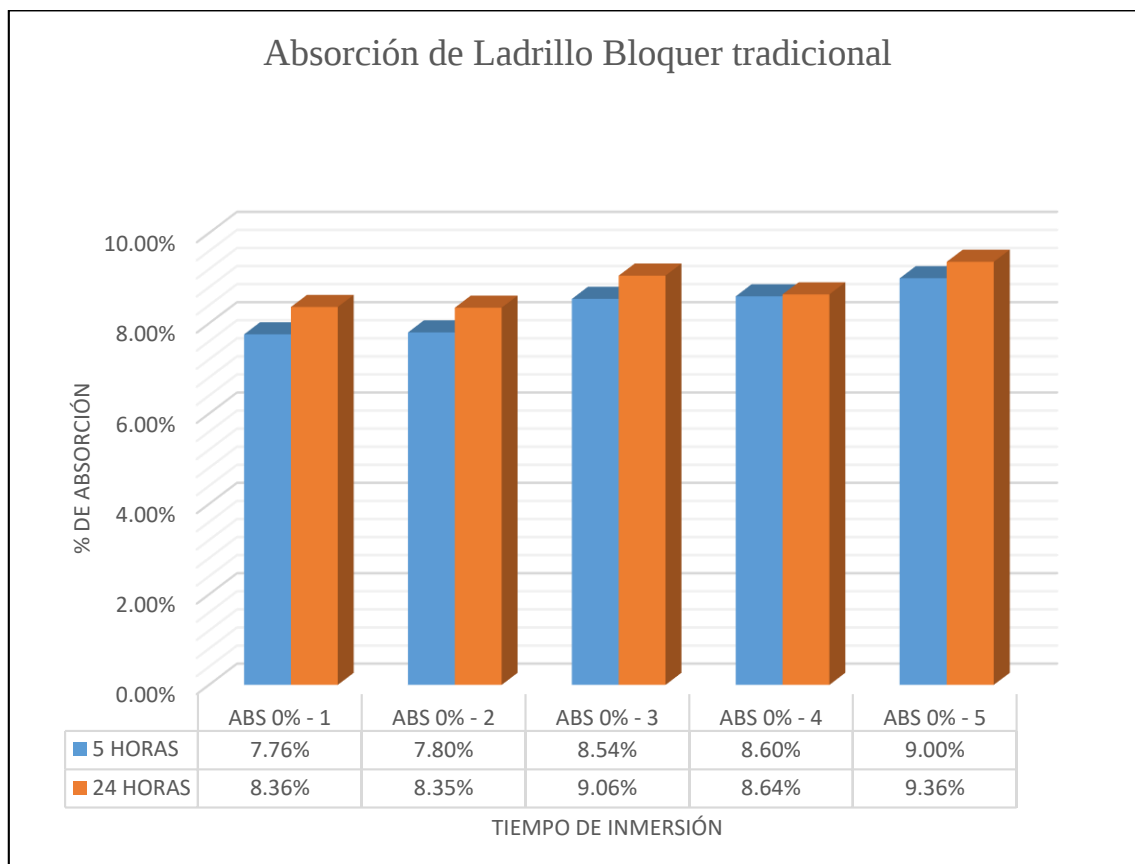


Figura 48.

Tabla de datos obtenidos y procesados en la prueba de absorción en Ladrillos con adición de 2% de Carbonato de Calcio.

MUESTRA	PESO SECO EN HORNO	PESO DE INMERSIÓN EN FRIO		%ABSORCIÓN 5 HORAS	%ABSORCIÓN 24 HORAS
		5 HORAS	24 HORAS		
ABS 2% - 1	2022.26	2248.49	2258.17	11.19%	11.67%
ABS 2% - 2	2080.35	2303.46	2311.44	10.72%	11.11%
ABS 2% - 3	2161.61	2390.76	2399.75	10.60%	11.02%
ABS 2% - 4	1933.18	2118.89	2127.28	9.61%	10.04%
ABS 2% - 5	2025.20	2236.78	2245.58	10.45%	10.88%
Promedio				10.51%	10.94%
Desviación estándar				0.006	0.006
Coeficiente de variación				5.49%	5.35%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 49.

Prueba de absorción de Ladrillo Bloquer con adición de 2% de Carbonato de Calcio

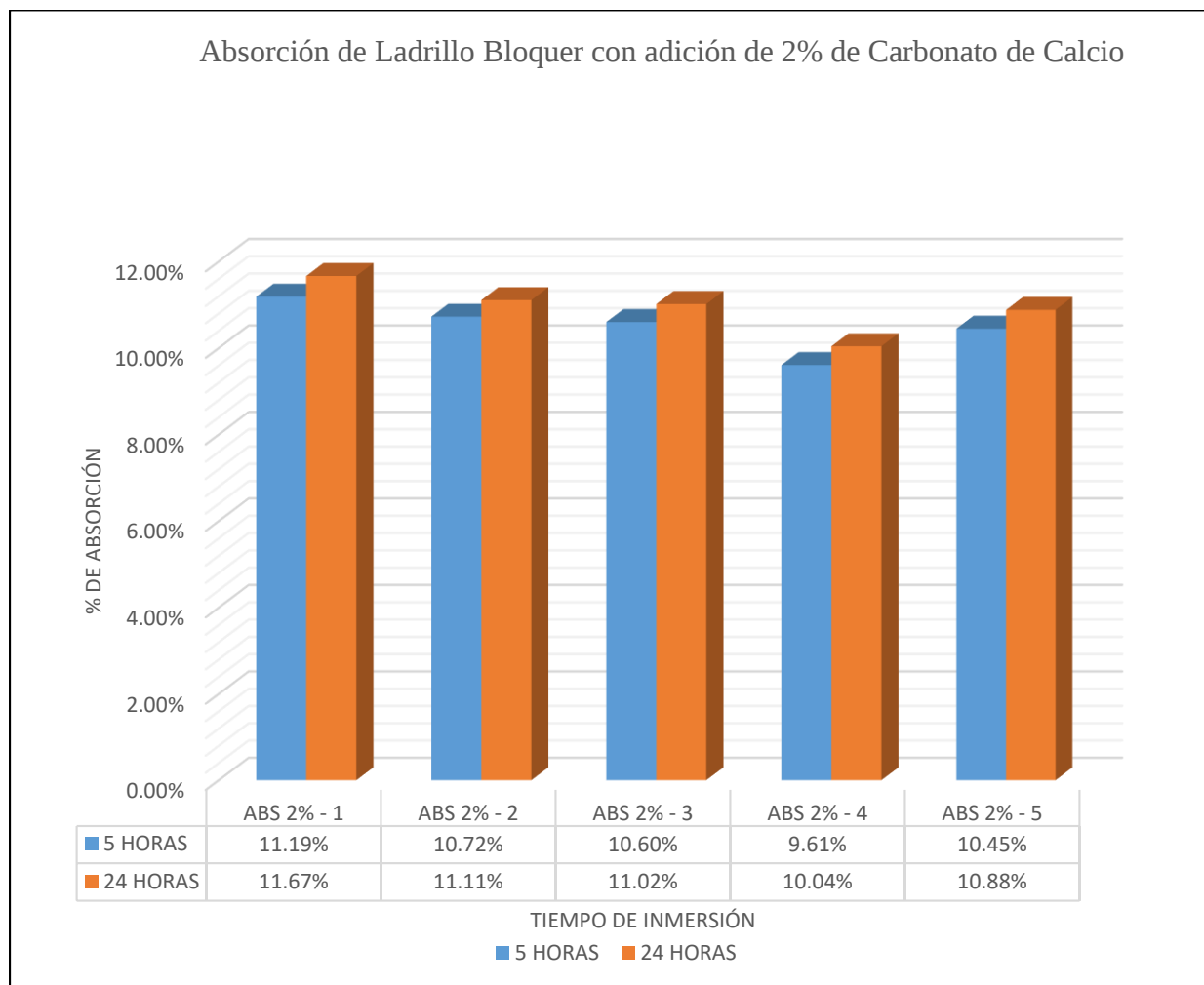


Figura 50.

Tabla de datos obtenidos y procesados en la prueba de absorción en Ladrillos con adición de 4% de Carbonato de Calcio.

MUESTRA	PESO SECO EN HORNO	PESO DE INMERSIÓN EN FRIO		%ABSORCIÓN	
		5 HORAS	24 HORAS	5 HORAS	24 HORAS
ABS 4% - 1	1988.59	2161.94	2168.35	8.72%	9.04%
ABS 4% - 2	2131.35	2315.34	2322.04	8.63%	8.95%
ABS 4% - 3	1965.61	2120.73	2127.64	7.89%	8.24%
ABS 4% - 4	1962.16	2122.73	2128.18	8.18%	8.46%
ABS 4% - 5	2119.71	2320.04	2326.51	9.45%	9.76%
Promedio				8.58%	8.89%
Desviación estándar				0.006	0.006
Coeficiente de variación				6.93%	6.60%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 51.

Prueba de absorción de Ladrillo Bloquer con adición de 4% de Carbonato de Calcio

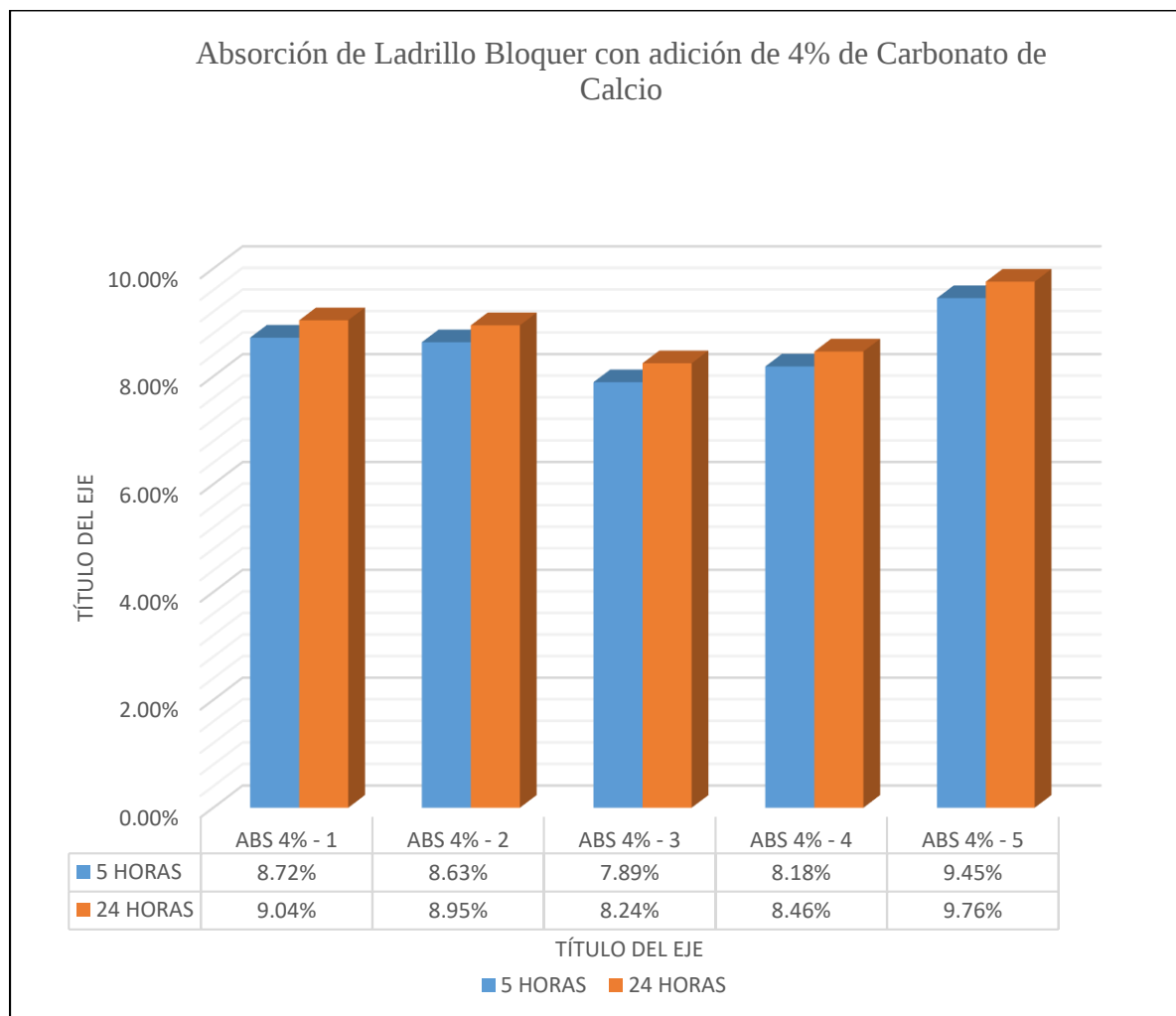


Tabla 61

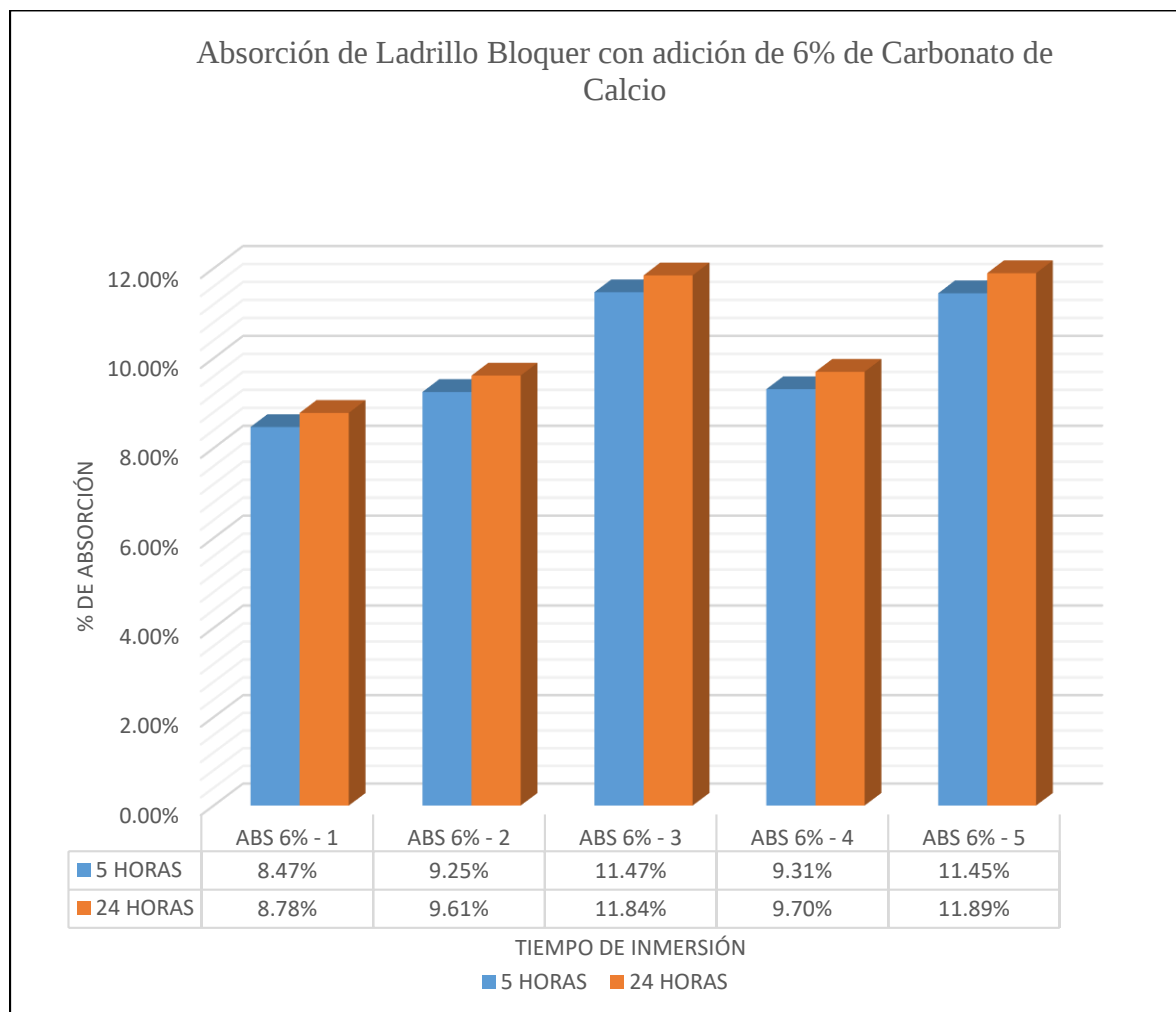
Tabla de datos obtenidos y procesados en la prueba de absorción en Ladrillos con adición de 6% de Carbonato de Calcio.

MUESTRA	PESO SECO EN HORNO	PESO DE INMERSIÓN EN FRIO		%ABSORCIÓN 5 HORAS	%ABSORCIÓN 24 HORAS
		5 HORAS	24 HORAS		
ABS 6% - 1	2078.48	2254.5	2261.04	8.47%	8.78%
ABS 6% - 2	2088.91	2282.12	2289.75	9.25%	9.61%
ABS 6% - 3	2034.11	2267.4	2275.02	11.47%	11.84%
ABS 6% - 4	1989.47	2174.71	2182.42	9.31%	9.70%
ABS 6% - 5	1979.15	2205.68	2214.52	11.45%	11.89%
Promedio				9.99%	10.37%
Desviación estándar				0.014	0.014
Coeficiente de variación				13.83%	13.67%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 52.

Prueba de absorción de Ladrillo Bloquer con adición de 6% de Carbonato de Calcio



Realizando una comparativa entre los resultados obtenidos en el ensayo de absorción de las diferentes dosificaciones de elaboración de ladrillos bloquer con adición de carbonato de calcio, obteniendo la menor cantidad de absorción en la dosificación de ladrillo bloquer tradicional en las 5 y 24 horas de inmersión, teniendo los valores promedio de 8.34% y 8.75% respectivamente. Así mismo los máximos porcentajes de absorción se obtuvieron en la dosificación de ladrillos bloquer con adición de 2% de carbonato de calcio en las 5 horas y 24 horas de inmersión, siendo los porcentajes de absorción de 10.51% y 10.94% respectivamente.

Según la Norma E.070 “Aceptación de unidades indica que la dispersión de los resultados (coeficiente de variación), siendo menor a 20%”



4.3.4. Medida de área de vacíos

Tabla 62

Densidad de arena para determinación de área de vacíos.

Nº DE ENSAYO	PESO DE PROBETA	PESO DE ARENA (500 ML)	DENSIDAD
1	180.08	701.64	1.40
2	180.08	702.58	1.41
3	180.08	711.75	1.42
PROMEDIO	180.08	705.32	1.41

Del ensayo de determinación de vacíos se realizó el cálculo de la densidad de la arena del cual se pudo obtener que:

- La densidad obtenida de la arena para el cálculo del porcentaje de vacíos

Tabla 63

Ensayo de área de vacíos de ladrillos bloquer tradicional.

MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA BRUTA (cm ²)	V. Vacío (cm ³)	Área Vacío (cm ²)	% ÁREA DE VACÍOS
UA 0%-01	28.15	11.24	18.18	316.41	3340.262	183.73	58.1%
UA 0%-02	28.16	11.24	18.36	316.52	3317.500	180.69	57.1%
UA 0%-03	28.01	11.26	18.21	315.39	3330.848	182.91	58.0%
UA 0%-04	28.39	11.41	18.48	323.93	3484.778	188.57	58.2%
UA 0%-05	28.10	11.29	18.34	317.25	3288.775	179.32	56.5%
UA 0%-06	28.12	11.2	18.29	314.94	3245.625	177.45	56.3%
UA 0%-07	28.09	11.25	18.33	316.01	3361.671	183.40	58.0%
UA 0%-08	28.22	11.32	18.31	319.45	3368.498	183.97	57.6%
UA 0%-09	28.20	11.3	18.43	318.66	3351.087	181.83	57.1%
UA 0%-10	28.09	11.35	18.21	318.82	3336.519	183.22	57.5%
Promedio						182.51	57.44%
Desviación Estándar σ						3.01	0.01
CV(%)						1.65%	1.16%

El resultado del ensayo de determinación del área de vacíos de ladrillos con 0% de adición de carbonato de calcio se pudo obtener:

- Se tiene un área de vacíos de 182.51 cm² que equivale a un promedio de 57.44% de área de vacíos con respecto al área bruta, dentro de la clasificación de tipo de ladrillo según la Norma E.070 se determina como una unidad de albañilería hueca, según la NTP 331.017 se clasifica como un ladrillo perforado.



Tabla 64

Ensayo de área de vacíos de ladrillos bloquer con 2% de carbonato de calcio.

MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA BRUTA (cm ²)	V. Vacío	Área Vacío (cm ²)	% ÁREA DE VACÍOS
UA 2%-01	28.48	11.53	18.49	328.37	3508.752	189.76	57.8%
UA 2%-02	28.35	11.4	18.5	323.19	3465.297	187.31	58.0%
UA 2%-03	28.65	11.48	18.63	328.90	3507.491	188.27	57.2%
UA 2%-04	28.57	11.48	18.57	327.98	3540.809	190.67	58.1%
UA 2%-05	29.15	11.79	18.94	343.68	3771.618	199.14	57.9%
UA 2%-06	28.93	11.73	18.94	339.35	3713.134	196.05	57.8%
UA 2%-07	28.57	11.48	18.58	327.98	3525.362	189.74	57.9%
UA 2%-08	28.65	11.62	18.66	332.91	3572.071	191.43	57.5%
UA 2%-09	28.54	11.46	18.58	327.07	3483.651	187.49	57.3%
UA 2%-10	28.78	11.67	18.73	335.86	3667.474	195.81	58.3%
Promedio						191.57	57.78%
Desviación Estándar σ						4.06	0.003
CV(%)						2.12%	0.59%

El resultado del ensayo de determinación del área de vacíos de ladrillos con 2% de adición de carbonato de calcio se pudo obtener:

- Se tiene un área de vacíos de 191.57 cm² que equivale a un promedio de 57.78% de área de vacíos con respecto al área bruta, dentro de la clasificación de tipo de ladrillo según la Norma E.070 se determina como una unidad de albañilería hueca, según la NTP 331.017 se clasifica como un ladrillo perforado.

Tabla 65

Ensayo de área de vacíos de ladrillos bloquer con 4% de carbonato de calcio.

MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA BRUTA (cm ²)	V. Vacío	Área Vacío (cm ²)	% ÁREA DE VACÍOS
UA 4%-01	28.59	11.48	18.52	328.21	3513.226	189.70	57.8%
UA 4%-02	28.69	11.49	18.61	329.65	3544.892	190.48	57.8%
UA 4%-03	28.65	11.56	18.55	331.19	3556.759	191.74	57.9%
UA 4%-04	28.60	11.55	18.68	330.33	3555.270	190.32	57.6%
UA 4%-05	28.73	11.61	18.71	333.56	3592.955	192.03	57.6%
UA 4%-06	28.49	11.45	18.47	326.21	3479.730	188.40	57.8%
UA 4%-07	28.68	11.62	18.65	333.26	3564.011	191.10	57.3%
UA 4%-08	28.73	11.53	18.8	331.26	3603.659	191.68	57.9%
UA 4%-09	28.46	11.46	18.56	326.15	3500.097	188.58	57.8%
UA 4%-10	28.43	11.45	18.51	325.52	3450.921	186.44	57.3%
Promedio						190.05	57.67%
Desviación Estándar σ						1.79	0.002
CV(%)						0.94%	5.36%



El resultado del ensayo de determinación del área de vacíos de ladrillos con 4% de adición de carbonato de calcio se pudo obtener:

- Se tiene un área de vacíos de 190.05 cm^2 que equivale a un promedio de 57.67% de área de vacíos con respecto al área bruta, dentro de la clasificación de tipo de ladrillo según la Norma E.070 se determina como una unidad de albañilería hueca, según la NTP 331.017 se clasifica como un ladrillo perforado.

Tabla 66

Ensayo de área de vacíos de ladrillos bloquer con 6% de carbonato de calcio.

MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA BRUTA (cm^2)	V. Vacío	Área Vacío (cm^2)	% ÁREA DE VACÍOS
UA 6%-01	28.65	11.53	18.6	330.33	3545.183	190.60	57.7%
UA 6%-02	28.32	11.34	18.46	321.15	3421.693	185.36	57.7%
UA 6%-03	28.48	11.39	18.48	324.39	3491.505	188.93	58.2%
UA 6%-04	28.68	11.56	18.62	331.54	3571.178	191.79	57.8%
UA 6%-05	28.31	11.34	18.47	321.04	3414.335	184.86	57.6%
UA 6%-06	26.82	11.39	18.57	305.48	3504.882	188.74	61.8%
UA 6%-07	28.18	11.3	18.45	318.43	3378.805	183.13	57.5%
UA 6%-08	28.37	11.47	18.56	325.40	3452.005	185.99	57.2%
UA 6%-09	28.75	11.58	18.75	332.93	3606.736	192.36	57.8%
UA 6%-10	28.46	11.24	18.46	319.89	3423.224	185.44	58.0%
				Promedio		187.72	58.13%
				Desviación Estándar σ		3.20	0.013
				CV(%)		1.70%	2.26%

El resultado del ensayo de determinación del área de vacíos de ladrillos con 6% de adición de carbonato de calcio se pudo obtener:

- Se tiene un área de vacíos de 187.72 cm^2 que equivale a un promedio de 58.13% de área de vacíos con respecto al área bruta, dentro de la clasificación de tipo de ladrillo según la Norma E.070 se determina como una unidad de albañilería hueca, según la NTP 331.017 se clasifica como un ladrillo perforado.



4.3.5. Resistencia a la compresión

Tabla 67

Resistencia a la compresión de ladrillos bloquer tradicional.

DENOMINACIÓN DE MUESTRA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA SOMETIDA Led Dial (kgf)	ALTURA (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kgf/cm ²)
UA 0%-01	316.41	20568.42	18.18	65.01
UA 0%-02	316.52	19932.13	18.36	62.97
UA 0%-03	315.39	20165.52	18.21	63.94
UA 0%-04	323.93	20347.64	18.48	62.81
UA 0%-05	317.25	20723.46	18.34	65.32
PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (fb)				64.01
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)				1.14
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)				2.00%
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CARACTERÍSTICA $f'b$ (kgf/cm²)				62.87

El resultado que se obtuvo en la resistencia a la compresión simple de ladrillos tradicional son los siguientes:

- Resistencia promedio fb de 64.01 kgf/cm².
- Desviación estándar de la resistencia es de 1.14.
- Resistencia característica $f'b$ de 62.87 kgf/cm².
- Según la clasificación de la Norma E.070, se clasificaría a los ladrillos bloquer tradicional como ladrillos tipo I.
- Según la clasificación de ladrillos según la NTP 331.017, los ladrillos bloquer patrón no clasifican dentro de los parámetros mínimos establecidos en la Norma.



Tabla 68

Resistencia a la compresión de ladrillos bloquer con 2% de carbonato de calcio.

DENOMINACIÓN DE MUESTRA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA SOMETIDA Led Dial (Kgf)	Altura (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kgf/cm ²)
UA 2%-01	328.37	28576.32	18.18	87.02
UA 2%-02	323.19	29053.02	18.36	89.89
UA 2%-03	328.90	28301.07	18.21	86.05
UA 2%-04	327.98	29145.61	18.48	88.86
UA 2%-05	343.68	28683.49	18.34	83.46
PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (fb)				87.06
DESVIACIÓN ESTANDAR (σ)				2.51
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)				3.00%
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CARACTERÍSTICA f[']b (kgf/cm²)				84.55

El resultado que se obtuvo en la resistencia a la compresión simple de ladrillos con 2% de adición de carbonato de calcio son los siguientes:

- Resistencia promedio fb de 87.06 kgf/cm².
- Desviación estándar de la resistencia es de 2.51.
- Resistencia característica f[']b de 84.55 kgf/cm².
- Según la clasificación de la Norma E.070, se clasificaría a los ladrillos bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio como ladrillos tipo II.
- Según la clasificación de ladrillos según la NTP 331.017, los ladrillos bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio no clasifica dentro de los parámetros mínimos establecidos en la Norma.

Tabla 69

Resistencia a la compresión de ladrillos bloquer con 4% de carbonato de calcio.

DENOMINACIÓN DE MUESTRA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA SOMETIDA Led Dial (Kgf)	Altura (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kgf/cm ²)
UA 4%-01	328.21	33524.67	18.18	102.14
UA 4%-02	329.65	33981.26	18.36	103.08
UA 4%-03	331.19	37169.12	18.21	112.23
UA 4%-04	330.33	34684.5	18.48	105.00
UA 4%-05	333.56	33961.27	18.34	101.82
PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (fb)				104.85
DESVIACIÓN ESTANDAR (σ)				4.3
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)				4.00%
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CARACTERÍSTICA f[']b (kgf/cm²)				100.55



El resultado que se obtuvo en la resistencia a la compresión simple de ladrillos con 4% de adición de carbonato de calcio son los siguientes:

- Resistencia promedio f_b de 104.85 kgf/cm².
- Desviación estándar de la resistencia es de 4.3.
- Resistencia característica f'_b de 100.55 kgf/cm².
- Según la clasificación de la Norma E.070, se clasificaría a los ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio como ladrillos tipo III.
- Según la clasificación de ladrillos según la NTP 331.017, se clasifica a los ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio como un ladrillo tipo 10.

Tabla 70

Resistencia a la compresión de ladrillos bloquer con 4% de carbonato de calcio

DENOMINACIÓN DE MUESTRA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA SOMETIDA Led Dial (Kgf)	Altura (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kgf/cm ²)
UA 6%-01	328.21	48354.23	18.18	147.33
UA 6%-02	329.65	46916.84	18.36	142.32
UA 6%-03	331.19	50167.07	18.21	151.47
UA 6%-04	330.33	49261.83	18.48	149.13
UA 6%-05	333.56	48952.61	18.34	146.76
PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f_b)				147.4
DESVIACIÓN ESTANDAR (σ)				3.38
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)				2.00%
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CARACTERÍSTICA f'_b (kgf/cm²)				144.02

El resultado que se obtuvo en la resistencia a la compresión simple de ladrillos con 6% de adición de carbonato de calcio son los siguientes:

- Resistencia promedio f_b de 147.4 kgf/cm².
- Desviación estándar de la resistencia es de 3.38.
- Resistencia característica f'_b de 144.02 kgf/cm².
- Según la clasificación de la Norma E.070, se clasificaría a los ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio como ladrillos tipo IV.
- Según la clasificación de ladrillos según la NTP 331.017, se clasifica a los ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio como un ladrillo tipo 14.



4.3.6. Ensayo de flexión de ladrillos

Tabla 71

Resistencia a la flexión a la flexión de ladrillos bloquer tradicional.

MUESTRA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	SEPARACIÓN (mm)	PROMEDIO (mm) X (mm)	Carga (N)	S(Pa)
F0-1	283.90	114.10	184.80	260.00	20.1	7,359.09	622.95
F0-2	281.00	112.90	183.40	260.00	30.5	7,654.14	601.66
F0-3	282.00	113.00	184.30	260.00	20.7	7,353.00	628.36
F0-4	280.90	112.50	183.30	260.00	13.9	7,474.44	688.84
F0-5	282.20	113.20	183.10	260.00	9.1	7,551.12	721.86
Promedio (Pa)							652.73
Desviación Estándar (σ)							50.43
Coeficiente de variación							7.73%
Resistencia característica (Pa)							602.30

Del ensayo de la resistencia a la flexión de ladrillos tradicional se tuvo los siguientes resultados:

- Resistencia promedio de 652.73 Pa.
- Desviación estándar de 50.43
- Coeficiente de variación de 7.73%
- Resistencia característica de 602.30 Pa.

Tabla 72

Resistencia a la flexión a la flexión de ladrillos bloquer con 2% de carbonato de calcio.

MUESTRA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	SEPARACIÓN (mm)	PROMEDIO (mm) X (mm)	Carga (N)	S(Pa)
F2-1	289.3	117.3	189.4	260	23.5	10,576.79	802.97
F2-2	285.7	114.8	185.8	260	35.8	9,354.24	666.92
F2-3	286.5	116.2	186.6	260	14.3	9,522.07	817.23
F2-4	285.4	114.6	185.8	260	19.6	9,850.13	824.38
F2-5	287.8	116.7	187.3	260	28.1	9,315.72	695.61
Promedio (Pa)							761.42
Desviación Estándar (σ)							74.27
Coeficiente de variación							9.75%
Resistencia típica (Pa)							687.15

Del ensayo de la resistencia a la flexión de ladrillos con 2% de adición de carbonato de calcio se tuvo los siguientes resultados:

- Resistencia promedio de 761.42 Pa.
- Desviación estándar de 74.27
- Coeficiente de variación de 9.75%
- Resistencia característica de 687.15 Pa.



Tabla 73

Resistencia a la flexión a la flexión de ladrillos bloquer con 4% de carbonato de calcio.

MUESTRA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	SEPARACIÓN (mm)	PROMEDIO (mm) X (mm)	Carga (N)	S(Pa)
F4-1	284.9	114.5	184.7	260	15.7	10,346.41	908.14
F4-2	286.8	116.2	186.5	260	17.3	9,859.34	825.01
F4-3	287.3	115.3	188	260	26.0	10,660.72	816.07
F4-4	284.6	114.6	185.6	260	30.5	10,553.21	797.71
F4-5	284.3	114.5	185.1	260	11.5	10,977.61	994.64
Promedio (Pa)							868.31
Desviación Estándar (σ)							82.37
Coeficiente de variación							9.49%
Resistencia típica (Pa)							785.95

Del ensayo de la resistencia a la flexión de ladrillos con 4% de adición de carbonato de calcio se tuvo los siguientes resultados:

- Resistencia promedio de 868.31 Pa.
- Desviación estándar de 82.37.
- Coeficiente de variación de 9.49%.
- Resistencia característica de 785.95 Pa.

Tabla 74

Resistencia a la flexión a la flexión de ladrillos bloquer con 6% de carbonato de calcio.

MUESTRA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	SEPARACIÓN (mm)	PROMEDIO (mm) X (mm)	Carga (N)	S(Pa)
F6-1	284.9	113.9	185.7	260	14.9	9,593.91	843.54
F6-2	281.8	113	184.5	260	-16.2	7,408.42	844.93
F6-3	283.7	114.7	185.6	260	34.0	9,786.03	713.44
F6-4	287.5	115.8	187.5	260	26.3	9,714.28	742.69
F6-5	284.6	112.4	184.6	260	8.9	8,995.41	853.45
Promedio (Pa)							799.61
Desviación Estándar (σ)							66.23
Coeficiente de variación							8.28%
Resistencia típica (Pa)							733.38

Del ensayo de la resistencia a la flexión de ladrillos con 6% de adición de carbonato de calcio se tuvo los siguientes resultados:

- Resistencia promedio de 799.61 Pa.
- Desviación estándar de 66.23.
- Coeficiente de variación de 8.28%.
- Resistencia característica de 733.38 Pa.



4.4. PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

4.4.1. Compresión axial de pilas

Tabla 75

Ensayo de compresión de pilas con ladrillos bloquer tradicionales.

DENOMINACIÓN DE MUESTRA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	HP/TP	FC	CARGA MÁXIMA (kgf)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kgf/cm ²)
P0-1	315.01	3.37	1.080	22798.92	78.16
P0-2	315.91	3.35	1.079	20980.58	71.68
P0-3	319.42	3.41	1.081	19924.50	67.42
PROMEDIO fm (kgf/cm ²)					72.42
DESVIACIÓN ESTANDAR (σ)					5.41
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)					7.46%
f _m					67.01

Del ensayo de resistencia a la compresión simple de pilas de ladrillo bloquer tradicional se pudo obtener lo siguiente:

- Resistencia promedio fm de 72.42 kgf/cm².
- Desviación estándar de 5.41.
- Resistencia característica f_m de 67.01 kgf/cm².
- Según la clasificación de la Norma E.070 se clasifica en un equivalente de ladrillo King Kong industrial siendo la resistencia característica mayor a 65 kgf/cm².

Tabla 76

Ensayo de compresión de pilas con ladrillos de 2% de adición de carbonato de calcio.

DENOMINACIÓN DE MUESTRA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	HP/TP	FC	CARGA MÁXIMA (kgf)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kgf/cm ²)
P2-1	339.36	3.27	1.077	24038.58	76.30
P2-2	327.91	3.33	1.079	25919.52	85.27
P2-3	332.82	3.30	1.078	23520.58	76.18
PROMEDIO fm (kgf/cm ²)					79.25
DESVIACIÓN ESTANDAR (σ)					5.21
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)					6.58%
f _m					74.04

Del ensayo de resistencia a la compresión simple de pilas de ladrillo bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio se pudo obtener lo siguiente:

- Resistencia promedio fm de 79.25 kgf/cm².



- Desviación estándar de 5.21.
- Resistencia característica f'_m de 74.04 kgf/cm².
- Según la clasificación de la Norma E.070 se clasifica en un equivalente de ladrillo King Kong industrial siendo la resistencia característica mayor a 65 kgf/cm².

Tabla 77

Ensayo de compresión de pilas con ladrillos de 4% de adición de carbonato de calcio

DENOMINACIÓN DE MUESTRA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	HP/TP	FC	CARGA MÁXIMA (kgf)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kgf/cm ²)
P4-1	326.21	3.35	1.079	26259.37	86.88
P4-2	333.26	3.28	1.078	28168.6	91.08
P4-3	331.26	3.34	1.079	27924.5	90.97
PROMEDIO f_m (kgf/cm ²)					89.64
DESVIACIÓN ESTANDAR (σ)					2.39
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)					2.67%
f'_m					87.25

Del ensayo de resistencia a la compresión simple de pilas de ladrillo bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio se pudo obtener lo siguiente:

- Resistencia promedio f_m de 86.88 kgf/cm².
- Desviación estándar de 2.39.
- Resistencia característica f'_m de 87.25 kgf/cm².
- Según la clasificación de la Norma E.070 se clasifica en un equivalente de ladrillo rejilla industrial siendo la resistencia característica mayor a 85 kgf/cm².

Tabla 78

Ensayo de compresión de pilas con ladrillos de 6% de adición de carbonato de calcio

DENOMINACIÓN DE MUESTRA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	HP/TP	FC	CARGA MÁXIMA (kgf)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kgf/cm ²)
P6-1	324.49	3.41	1.081	32298.05	107.59
P6-2	318.32	3.40	1.081	29833.00	101.28
P6-3	325.48	3.34	1.079	30395.96	100.78
PROMEDIO f_m (kgf/cm ²)					103.22
DESVIACIÓN ESTANDAR (σ)					3.79
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)					3.68%
f'_m					99.42

Del ensayo de resistencia a la compresión simple de pilas de ladrillo bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio se pudo obtener lo siguiente:



- Resistencia promedio f_m de 103.22 kgf/cm².
- Desviación estándar de 3.79.
- Resistencia característica f'_m de 99.42 kgf/cm².
- Según la clasificación de la Norma E.070 se clasifica en un equivalente de ladrillo rejilla industrial siendo la resistencia característica mayor a 85 kgf/cm².

4.4.2. Ensayo de compresión diagonal de Muretes

Tabla 79

Ensayo de compresión diagonal de muretes con ladrillos bloquer tradicionales

MUESTRA	LARGO (cm)	ALTO (cm)	ESPESOR (cm)	DIAGONAL (cm)	Ab (cm ²)	P max (kgf)	vm
M0-1	77.30	77.20	11.28	108.90	871.38	5467.06	4.44
M0-2	78.00	78.00	11.30	110.40	881.40	5324.24	4.27
M0-3	77.50	77.30	11.25	110.00	870.75	5132.61	4.17
Promedio vm (kgf/cm ²)							4.29
Desviación Estándar (σ)							0.153
Coeficiente de variación (CV)							3.56%
Resistencia característica – compresión diagonal (v'm)							4.14

Del ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes de ladrillo bloquer tradicional se pudo obtener lo siguiente:

- Resistencia promedio vm de 4.29 kgf/cm².
- Desviación estándar de 0.153.
- Resistencia característica v'm de 4.14 kgf/cm².
- Según la clasificación de la Norma E.070 la resistencia v'm mínima es de 5.1 kgf/cm² siendo la resistencia característica menor a este valor, no se clasifica dentro de los parámetros mínimos establecidos en la Norma.

Tabla 80

Ensayo de compresión diagonal de muretes con ladrillos de 2% de adición de carbonato de calcio.

MUESTRA	LARGO (cm)	ALTO (cm)	ESPESOR (cm)	DIAGONAL (cm)	Ab (cm ²)	P max (kgf)	vm
M2-1	77.20	77.80	11.56	110.00	895.90	5968.77	4.71
M2-2	77.50	77.50	11.58	109.90	897.45	6115.94	4.82
M2-3	78.02	78.02	11.54	111.20	900.35	5876.41	4.61
Promedio vm (kgf/cm ²)							4.71
Desviación Estándar (σ)							0.11
Coeficiente de variación (CV)							2.40%
Resistencia característica – compresión diagonal (v'm)							4.60



Del ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes de ladrillo bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio se pudo obtener lo siguiente:

- Resistencia promedio v_m de 4.71 kgf/cm².
- Desviación estándar de 0.11.
- Resistencia característica v'_m de 4.60 kgf/cm².
- Según la clasificación de la Norma E.070 la resistencia v'_m mínima es de 5.1 kgf/cm² siendo la resistencia característica menor a este valor, no se clasifica dentro de los parámetros establecidos en la Norma.

Tabla 81

Ensayo de compresión diagonal de muretes con ladrillos de 4% de adición de carbonato de calcio.

MUESTRA	LARGO (cm)	ALTO (cm)	ESPESOR (cm)	DIAGONAL (cm)	Ab (cm ²)	P max (kgf)	v_m
M4-1	78.40	78.30	11.52	111.00	902.59	7699.50	6.03
M4-2	77.56	77.50	11.54	110.40	894.70	7427.60	5.87
M4-3	78.50	78.00	11.48	111.00	898.31	7934.18	6.24
Promedio v_m (kgf/cm ²)							6.05
Desviación Estándar (σ)							0.188
Coeficiente de variación (CV)							3.11%
Resistencia característica – compresión diagonal (v'_m)							5.86

Del ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes de ladrillo bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio se pudo obtener lo siguiente:

- Resistencia promedio v_m de 6.05 kgf/cm².
- Desviación estándar de 0.188.
- Resistencia característica v'_m de 5.86 kgf/cm².
- Según la clasificación de la Norma E.070 la resistencia v'_m mínima es de 5.1 kgf/cm² por lo que estos se clasifican como un equivalente a King Kong artesanal.



Tabla 82

Ensayo de compresión diagonal de muretes con ladrillos de 6% de adición de carbonato de calcio.

MUESTRA	LARGO (cm)	ALTO (cm)	ESPESOR (cm)	DIAGONAL (cm)	Ab (cm ²)	P max (kgf)	vm
M6-1	78.10	78.10	11.42	111.10	891.90	6968.79	5.52
M6-2	79.20	78.30	11.40	112.00	897.75	6530.63	5.14
M6-3	78.10	77.60	11.43	110.50	889.83	6399.51	5.08
Promedio vm (kgf/cm ²)							5.25
Desviación Estándar (σ)							0.239
Coeficiente de variación (CV)							4.55%
Resistencia característica – compresión diagonal (v'm)							5.01

Del ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes de ladrillo bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio se pudo obtener lo siguiente:

- Resistencia promedio vm de 5.25 kgf/cm².
- Desviación estándar de 0.239.
- Resistencia característica v'm de 5.01 kgf/cm².
- Según la clasificación de la Norma E.070 la resistencia v'm mínima es de 5.1 kgf/cm² siendo la resistencia característica menor a este valor, no se clasifica dentro de los parámetros establecidos en la Norma.



CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE ENSAYOS DE LADRILLOS BLOQUER

5.1.1. Análisis comparativo de la medición de las dimensiones

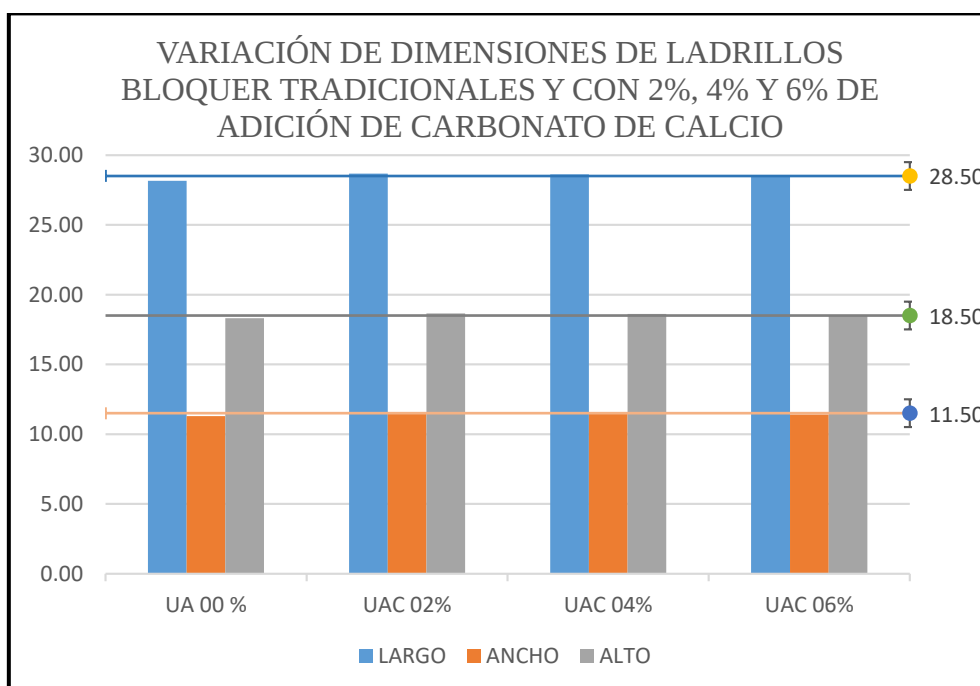
Tabla 83

Dimensiones promedio de ladrillos bloquer.

DIMENSIÓN	UA 00 % (cm)	UAC 02% (cm)	UAC 04% (cm)	UAC 06% (cm)
LARGO	28.15	28.67	28.61	28.47
ANCHO	11.28	11.56	11.52	11.42
ALTO	18.31	18.66	18.61	18.54

Figura 53

Dimensiones promedio de ladrillos bloquer.



De la comparativa entre las dimensiones obtenidas en el ensayo de variación dimensional los ladrillos bloquer tradicional y ladrillos bloquer con 2%, 4% y 6% de agregado de carbonato de calcio se concluye:

- Realizando una comparativa entre el ladrillo bloquer tradicional y el ladrillo bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio se corrobora un incremento de 25% en la absorción.
- Realizando una comparativa entre el ladrillo bloquer tradicional y el ladrillo bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio se corrobora un incremento de 1.6% en la absorción.



- Realizando una comparativa entre el ladrillo bloquer tradicional y el ladrillo bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio se corrobora un incremento de 18.5% en la absorción.

5.1.2. Análisis comparativo del alabeo

Tabla 84

Alabeo promedio de ladrillos bloquer.

MUESTRA	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
UA 0%	1.1	-1.3
UAC 2%	1.0	-1.3
UAC 4%	1.7	-0.3
UAC 6%	1.7	-1.5

La tabla anterior muestra que todos los ladrillos bloquer tradicionales y con 2% ,4% y 6% de adición de carbonato de calcio se clasifican como ladrillos tipo V.

5.1.3. Análisis comparativo en la medida de absorción

Tabla 85

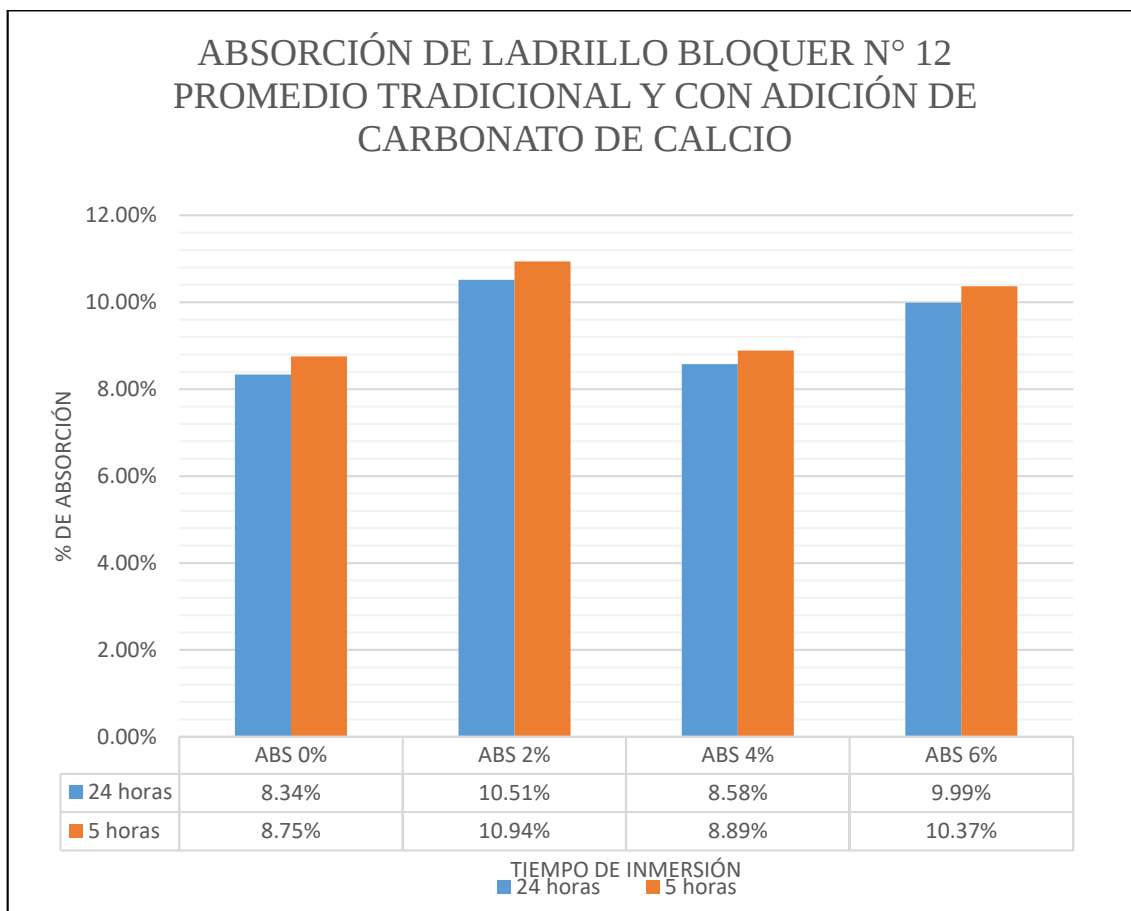
Porcentaje de absorción promedio de ladrillos bloquer.

DOSIFICACIÓN	ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	
	5 HORAS	24 HORAS
ABS 0%	8.34%	8.75%
ABS 2%	10.51%	10.94%
ABS 4%	8.58%	8.89%
ABS 6%	9.99%	10.37%

La tabla anterior muestra el porcentaje de absorción promedio de los ladrillos bloquer tradicionales y con 2% ,4% y 6% de adición de carbonato de calcio se clasifican según la RNE E.070, como unidades aceptables.

Tabla 86

Absorción promedio de ladrillos bloquer



Del gráfico anterior se verifica que:

- Realizando una comparativa con
- Realizando una comparativa entre el ladrillo bloquer tradicional y el ladrillo bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio se corrobora un incremento de % en la longitud, 2.5% de incremento en el ancho y 1.9 % en la altura.
- Realizando una comparativa entre el ladrillo bloquer tradicional y el ladrillo bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio se corrobora un incremento de 1.6% en la longitud, 2.1% de incremento en el ancho y 1.6 % en la altura.
- Realizando una comparativa entre el ladrillo bloquer tradicional y el ladrillo bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio se corrobora un incremento de 1.1% en la longitud, 1.2% de incremento en el ancho y 1.3 % en la altura.

5.1.4. Análisis comparativo en medida de área de vacíos

Tabla 87

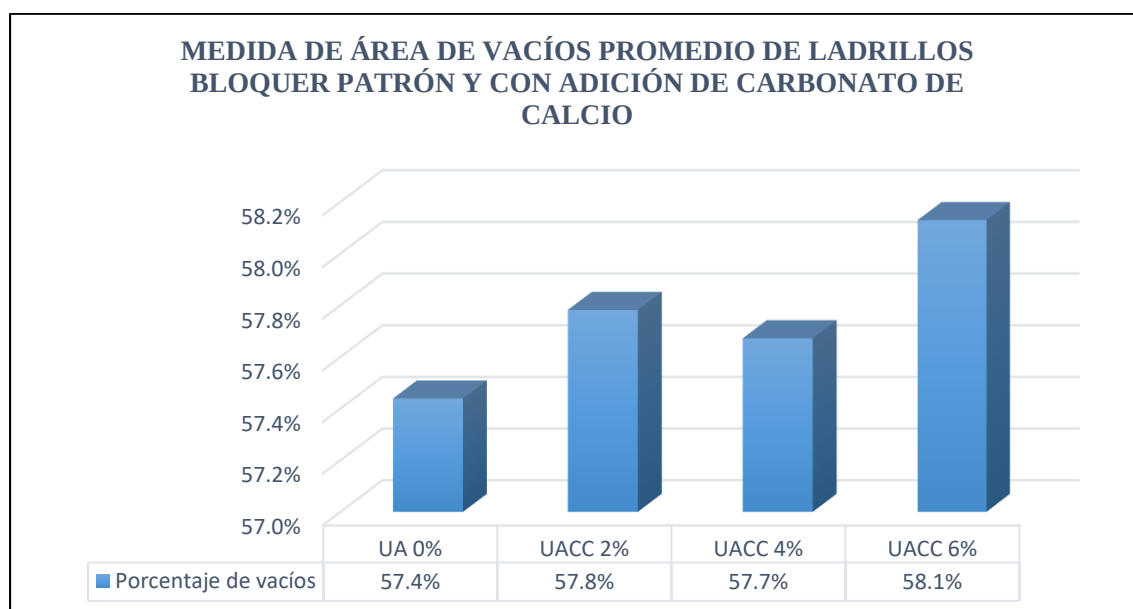
Área de vacíos promedio de ladrillos bloquer

MUESTRA	% DE VACÍOS
UA 0%	57.4%
UACC 2%	57.8%
UACC 4%	57.7%
UACC 6%	58.1%

De la tabla N° 87, muestra los resultados promedio del porcentaje de vacíos de los ladrillos tradicionales y con 2% ,4% y 6% de adición de carbonato de calcio.

Figura 54

Área de vacíos promedio de ladrillos bloquer.



De la tabla y gráfico anterior se verifica que:

- Realizando la comparativa entre los ladrillos bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio y los ladrillos tradicionales se tiene un incremento de 0.6% de área de vacíos.
- Realizando la comparativa entre los ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio y los ladrillos tradicionales se tiene un incremento de 0.4% de área de vacíos.
- Realizando la comparativa entre los ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio y los ladrillos tradicionales se tiene un incremento de 1.2% de área de vacíos.



- Los ladrillos tradicionales y con 2% ,4% y 6% de adición de carbonato de calcio según la Norma E.070 se determina como una unidad de albañilería hueca, según la NTP 331.017 se clasifica como un ladrillo perforado.

5.1.5. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de ladrillo bloquer

Tabla 88

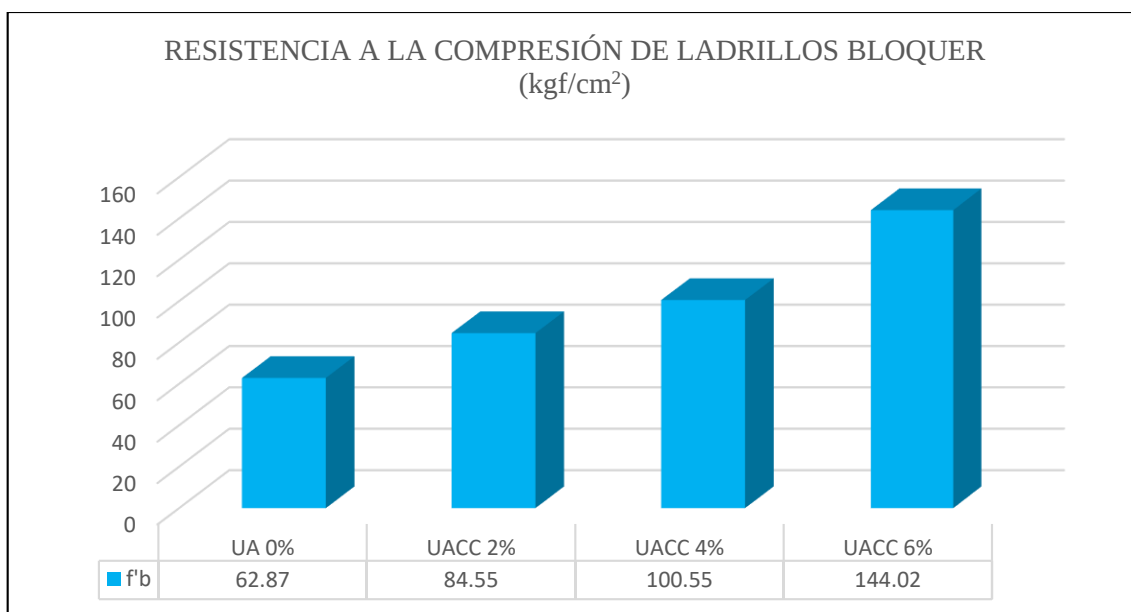
Resistencia a la compresión simple promedio de ladrillos bloquer.

MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'b$ (kgf/cm ²)
UA 0%	62.87
UACC 2%	84.55
UACC 4%	100.55
UACC 6%	144.02

La tabla anterior muestra los resultados promedio de la resistencia a la compresión de ladrillos bloquer tradicionales y con 2% ,4% y 6% de adición de carbonato de calcio.

Figura 55

Resistencia a la compresión simple de ladrillos bloquer.



Del gráfico anterior se verifica que:

- Realizando la comparativa entre los ladrillos bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio y los ladrillos tradicionales se tiene un incremento de 34.5% de la resistencia de compresión simple promedio.



- Realizando la comparativa entre los ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio y los ladrillos tradicionales se tiene un incremento de 59.9% de la resistencia de compresión simple promedio.
- Realizando la comparativa entre los ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio y los ladrillos tradicionales se tiene un incremento de 129.1% de la resistencia de compresión simple promedio.

5.1.6. Análisis comparativo de flexión de ladrillos bloquer

Tabla 89

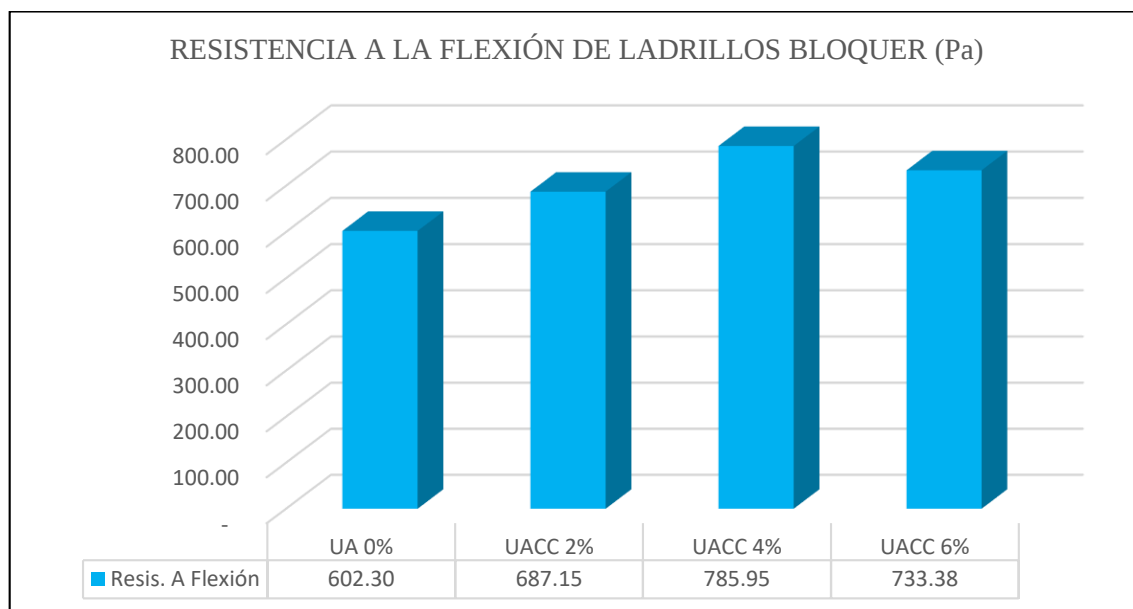
Resistencia a la flexión promedio de ladrillos bloquer.

MUESTRA	RESISTENCIA TÍPICA (Pa)
UA 0%	602.30
UACC 2%	687.15
UACC 4%	785.95
UACC 6%	733.38

La tabla anterior muestra la resistencia a flexión de los ladrillos bloquer tradicionales y con 2% ,4% y 6% de adición de carbonato de calcio.

Figura 56

Resistencia a la flexión promedio de ladrillos bloquer.



Del gráfico anterior se verifica que:

- Realizando la comparativa entre los ladrillos bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio con respecto a los ladrillos tradicional tienen un incremento de 14.1% de la resistencia a la flexión promedio.



- Realizando la comparativa entre los ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio con respecto a los ladrillos tradicional tienen un incremento de 30.5% de la resistencia a la flexión promedio.
- Realizando la comparativa entre los ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio con respecto a los ladrillos tradicional tienen un incremento de 21.8% de la resistencia a la flexión promedio.

5.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

5.2.1. Análisis comparativo de resistencia a la compresión simple de pilas

Tabla 90

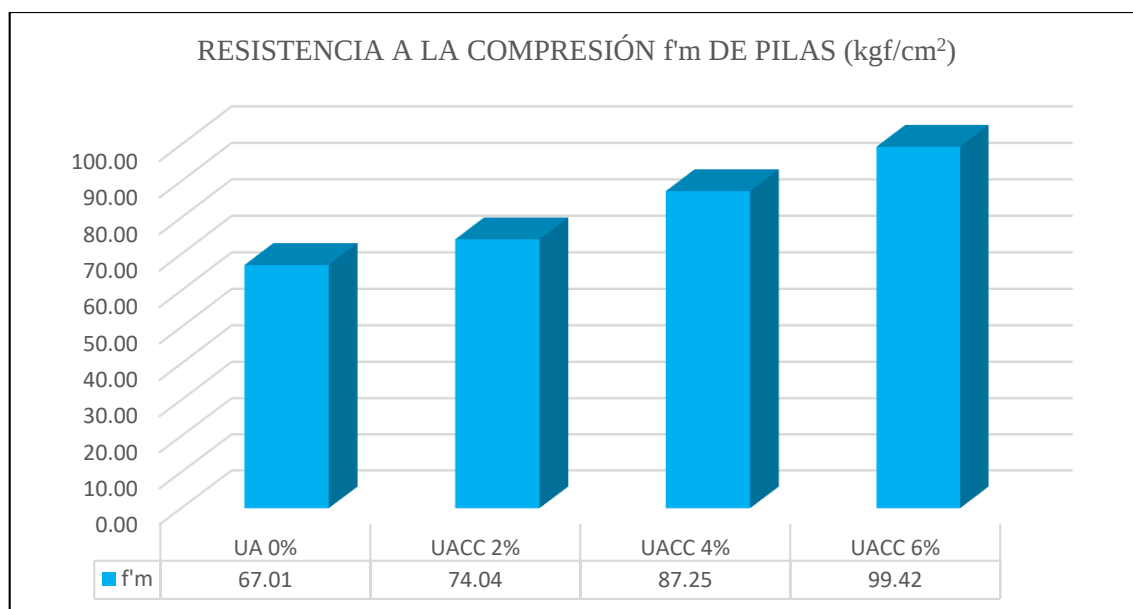
Resistencia a la compresión simple promedio de pilas de ladrillos bloquer

MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE PILAS f_m (kgf/cm ²)
UA 0%	67.01
UACC 2%	74.04
UACC 4%	87.25
UACC 6%	99.42

La tabla anterior muestra la resistencia a la compresión simple promedio de pilas de ladrillos bloquer tradicionales y con 2% ,4% y 6% de adición de carbonato de calcio.

Figura 57

Resistencia a la compresión simple promedio de pilas de ladrillo bloquer



Del gráfico anterior se verifica que:



- Realizando la comparativa entre pilas de ladrillos bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio con respecto pilas de ladrillos tradicional tienen un incremento de 10.5% de la resistencia a compresión simple de pilas.
- Realizando la comparativa entre pilas de ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio con respecto pilas de ladrillos tradicional tienen un incremento de 30.2% de la resistencia a compresión simple de pilas.
- Realizando la comparativa entre pilas de ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio con respecto pilas de ladrillos tradicional tienen un incremento de 48.4% de la resistencia a compresión simple de pilas.

5.2.2. Análisis comparativo de resistencia a la compresión diagonal de muretes

Tabla 91

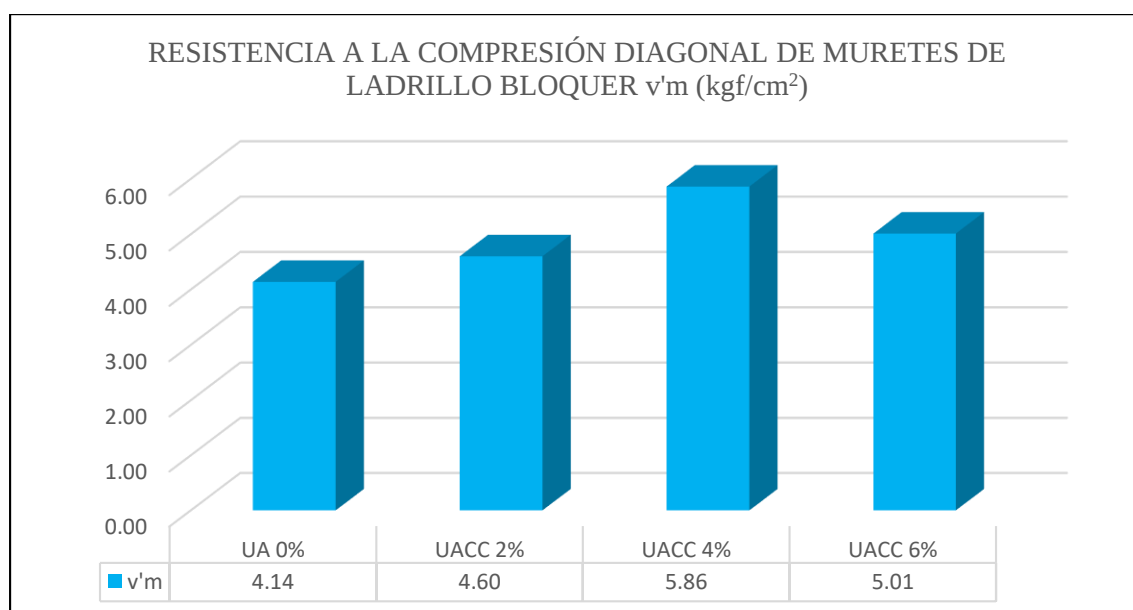
Resistencia a la compresión diagonal simple promedio de muretes con ladrillos bloquer

MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES v'm (kgf/cm ²)
UA 0%	4.14
UACC 2%	4.60
UACC 4%	5.86
UACC 6%	5.01

La tabla anterior muestra la resistencia a la compresión diagonal simple promedio de muretes de ladrillos bloquer tradicionales y con 2% ,4% y 6% de adición de carbonato de calcio.

Figura 58

Resistencia a la compresión diagonal promedio de muretes de ladrillos bloquer





Del gráfico anterior se verifica que:

- Realizando la comparativa entre muretes de ladrillos bloquer con 2% de adición de carbonato de calcio con respecto a muretes de ladrillos tradicional tienen un incremento de 11.2% de la resistencia a compresión diagonal, así mismo en comparativa con los parámetros de la Norma E.070 no cumple los requisitos mínimos.
- Realizando la comparativa entre muretes de ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio con respecto a muretes de ladrillos tradicional tienen un incremento de 41.6% de la resistencia a compresión diagonal, así mismo en comparativa con los parámetros de la Norma E.070 se clasifica equivalentemente a un ladrillo King Kong artesanal.
- Realizando la comparativa entre muretes de ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio con respecto a muretes de ladrillos tradicional tienen un incremento de 21.1% de la resistencia a compresión diagonal, así mismo en comparativa con los parámetros de la Norma E.070 no cumple los requisitos mínimos.

5.3.OBTENCIÓN DE MEJOR DOSIFICACIÓN

Teniendo los resultados de los ensayos realizados con las diferentes dosificaciones se tiene como resumen el siguiente cuadro:

Tabla 92
Selección de mejor dosificación, según requisitos de la Norma E.070

ENSAYOS REALIZADOS	REQUISITOS SEGÚN NORMA E.070 ALBAÑILERÍA							
	UA 0%		UACC 2%		UACC 4%		UACC 6%	
	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC
Variación dimensional	X		X		X		X	
Alabeo	X		X		X		X	
Absorción	X		X		X		X	
Resistencia a la compresión	X		X		X		X	
Resistencia a la compresión de prismas	X		X		X		X	
Resistencia a la compresión diagonal en muretes		X		X	X			X

Nota. La tabla tiene abreviaturas las cuales significan que:

C: Cumple

NC: No cumple

De la tabla anterior se puede observar que la dosificación que cumple los requisitos para el uso de las unidades para estructuras de albañilería confinada son los bloquer con adición de 4% de carbonato de calcio.



5.4.DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

De los resultados de la tesis “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería para viviendas, fabricadas en las ladrilleras del distrito de la unión, provincia y departamento de Piura 2021” (Padilla Rodriguez, 2022), haciendo un paralelo con esta investigación, se puede observar que:

- De los ensayos realizados según la NTP 399.613 a ladrillos macizos de producción artesanal, en relación a la compresión promedio fue de 48.93 kgf/cm² siendo este un valor inferior al requisito mínimo dictaminado por la Norma E.070, para la presente tesis se obtuvo resistencias de 62.87 kgf/cm² para ladrillos bloquer tradicionales, 84.55 kgf/cm² para ladrillos con un 2% para ladrillos bloquer con un 2% de adición de carbonato de calcio, 100.55 kgf/cm² para ladrillos con un 2% para ladrillos bloquer con un 4% de adición de carbonato de calcio y 144.02 kgf/cm² para ladrillos con un 6% para ladrillos bloquer con un 4% de adición de carbonato de calcio. Por lo cual se puede observar que existe mejores resultados teniendo una producción de ladrillos de forma semi industrial
- De los ensayos realizados según la NTP 399.613 en relación al alabeo fue de 2.67 mm estos son clasificados como ladrillos tipo IV según la Norma E.070, para la presente tesis los alabeos para ladrillos bloquer tradicionales y aquellos con adición de carbonato de calcio son menores a 2 mm siendo clasificados según la Norma E.070 como ladrillos tipo V. Por lo cual se puede observar que los ladrillos producidos de forma semi industrial tienen mejores resultados que los obtenidos en la tesis de referencia.

De los resultados de la tesis “Los efectos de la adición del carbonato de calcio en el mejoramiento de las características de los ladrillos artesanales del distrito de Chilca, año 2018” (Meza Huaman & Wu Vega, 2018), haciendo un paralelo con esta tesis, se pudo observar que:

- De los ensayos realizados según la NTP 399.613 en relación a la resistencia de a la compresión simple ensayado en ladrillos solidos producidos de manera artesanal, tuvo como mejor resultado los ladrillos producidos con una adición de 3% de carbonato de calcio siendo esta resistencia de 55.37 kgf/cm², en la presente tesis se obtuvo el mejor resultado a la resistencia a la compresión con ladrillos bloquer elaborados con adición de carbonato de calcio al 6% siendo el resultado de 144.02 kgf/cm².
- De los ensayos realizados según la NTP 399.613 en relación al alabeo de las unidades, con adiciones de 3% a 5% de carbonato de calcio se obtuvieron concavidades y convexidades menores a 2 mm, de la presente tesis de investigación, en la presente tesis



los ladrillos producidos tradicionalmente y ladrillos producidos con adición de carbonato de calcio presentan alabeos menores a 2 mm.

De los resultados de la investigación “Influencia de la adición de un 2% de carbonato de calcio en el proceso de fabricación de los ladrillos de cerámica roja: etapas de secado y cocción” (Betancourt, Díaz, & Martirena, 2013), haciendo un paralelo con esta tesis, se puede observar que:

- Se realizaron pruebas a resistencia a la compresión de 06 cilindros de 3.5 cm de diámetro de los cuales se obtuvieron resultados de los cuales se menciona que a cantidades de adición de carbonato de calcio por debajo del 5% con respecto a la arcilla usada estas incrementan su resistencia a la compresión en un rango de 40 – 50%, teniéndose mejores resultados con la adición de 2% de carbonato de calcio.
- De la presente tesis se obtuvieron resultados con crecimientos de resistencia progresivas hasta los 6% de adición de carbonato de calcio con respecto a la arcilla, teniendo un rango de incremento de 31.3 – 129.1%, siendo el mejor resultado con la adición de 6% de carbonato de calcio.



CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



6.1.CONCLUSIONES

Se pudo demostrar que la adición de carbonato de calcio en porcentajes con respecto al contenido de arcilla ha mejorado significativamente las propiedades mecánicas de los ladrillos fabricados en la ladrillera Paucar de la ciudad de Sicuani, Canchis – Cusco.

Conclusión 01:

De las propiedades físicas de los ladrillos con adición de carbonato de calcio como son: la variación dimensional se pudo observar pequeños porcentajes de incremento en sus longitudes, ello muestra que el carbonato de calcio actúa como desengrasante en el ladrillo bloquer crudo disminuyendo las contracciones que tiene en el proceso de secado, así como en el proceso de cocción, en la propiedad física de alabeo no se observó cambios, en la absorción se observó que los ladrillos bloquer con adición de carbonato de calcio tiene una mayor absorción con respecto a los ladrillos tradicionales, de la propiedad de porcentaje de vacíos se observó que el ladrillo bloquer tradicional tiene menor área de vacíos en comparativa con los ladrillos con adición de carbonato de calcio, lo cual guarda relación con la menor contracción en el proceso que pasa del ladrillo crudo al ladrillo coccionado. De lo expuesto se concluye que la adición de carbonato de calcio a los ladrillos tradicionales no mejora las propiedades físicas de los ladrillos.

Conclusión 02:

Las propiedades mecánicas de los ladrillos se vieron incrementadas positivamente, como; en la resistencia a la compresión simple los ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio tuvo una resistencia de 144.02 kgf/cm² representando un incremento de 129.1%, en cuanto a la flexión del ladrillo obtuvo una mejoría en los ladrillos con adición de carbonato de calcio siendo el mejor resultado el ladrillo bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio logrando obtenerse una resistencia de 785.95 Pa la cual representa un incremento de 30.5%, en cuanto a la resistencia a la compresión simple de pilas de ladrillos bloquer se obtuvo un resultado positivo, en cuando al mejor resultado se obtuvo en pilas de ladrillos bloquer con 6% de adición de carbonato de calcio obteniéndose una resistencia de 99.42 kgf/cm² la cual representa un incremento de 48.4%, en cuanto a la resistencia en compresión diagonal de muretes se obtuvo resultados positivos con la adición de carbonato de calcio teniendo el mejor resultado en los muretes con ladrillos bloquer con 4% de adición de carbonato de calcio con una resistencia de 5.86 kgf/cm² la cual representa un incremento de 41.6% .



Conclusión 03:

De los resultados obtenidos durante el desarrollo de las pruebas tanto a las unidades como ladrillos bloquer, a los prismas y muretes, se puede determinar que los ladrillos llegan a ser de uso satisfactorio a partir de un 4% de adición de carbonato de calcio con respecto al porcentaje de arcilla que posee la materia prima, así mismo se pudo observar que las prestaciones del ladrillo con 4% de adición de carbonato de calcio tuvo un mejor comportamiento en la prueba a compresión de muretes, siendo por tal sentido la dosificación optima y así mismo menos costosa para la adición de carbonato de calcio.

Conclusión 04:

De la discrepancia entre el ensayo a la resistencia a la compresión simple y el ensayo a la compresión diagonal de muretes entre los ladrillos patrón y ladrillos con adición de carbonato de calcio indica que los ladrillos con adición de 6% de carbonato de calcio presenta un incremento significativo en la resistencia a la compresión simple por lo que las muestras presentan un proceso de vitrificación más elevado siendo este más resistente a esfuerzos de compresión, así mismo por tal motivo presentan una menor resistencia en el ensayo de compresión diagonal de muretes.



6.2.RECOMENDACIONES

Recomendación 01:

Para poder realizar un buen diseño de muros de albañilería se recomienda realizar una investigación sobre el comportamiento de la adherencia entre ladrillos bloquer en la mampostería, realizando ensayos cíclicos.

Recomendación 02:

Se recomienda realizar un estudio del comportamiento físico y mecánico de los ladrillos bloquer frente a diferentes temperaturas de cocción.

Recomendación 03:

Se recomienda realizar un estudio del efecto de adición de carbonato de calcio de procedencia de cantera natural en ladrillos bloquer, teniendo en consideración estudios químicos del mismo.

Recomendación 04:

Se recomienda realizar un estudio geológico y mineralógico de la materia prima para la determinación de los rangos de dosificación entre arena, limo y arcilla.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



BIBLIOGRAFÍA

- Afanador García, N., Guerrero Gómez, G., & Monroy Supúlveda, R. (15 de Mayo de 2012). Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos cerámicos para mampostería. Obtenido de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/248/1886#:~:text=La%20resistencia%20nominal%20a%20la,macizos%20%5B15%5D%20y%20su%20restricci%C3%B3n>
- Afanador García, N., Guerrero Gómez, G., & Monroy Supúlveda, R. (Junio de 2012). Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos macizos cerámicos para mampostería. *Ciencias e ingeniería Neogranadina*, 22(1), 43-58. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/911/91125275003.pdf>
- Afanador García, N., Ibarra Jaime, A. C., & López Durán, C. A. (01 de Junio de 2013). Caracterización de arcillas empleadas en pasta cerámica para la elaboración de ladrillos en la zona Ocaña, Norte de Santander. *Épsilon*. Obtenido de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1178&context=ep#:~:text=Las%20arcillas%20aptas%20para%20la,tienen%20un%20buen%20contenido%20de>
- Arquiñigo Trujillo, W. N. (2011). *Propuesta para mejorar la calidad estructural de los ladrillos artesanales de arcilla cocida de Huanuco*. [Tesis Magistral, Pontificia Universidad Católica del Perú], Lima, Perú. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7627/ARQUI%c3%91IGO_WILSON_CALIDAD_ESTRUCTURAL_LADRILLOS_ARTESANALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barranzuela Lescano, J. (2014). *Procesos productivos de los ladrillos de arcilla producidos en la región Piura*. Piura, Perú. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1755/ICI_199.pdf
- Betancourt, D., Díaz, Y., & Martirena, F. (15 de Julio de 2013). Influencia de la adición de un 2% de carbonato de calcio en el proceso de fabricación de los ladrillos de cerámica roja: etapas de secado y cocción. *Revista Ingeniería de Construcción [RIC]*, 28(2), 113-124. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732013000200001



Betancourt, D., Martirena, F., Day, R., & Diaz, Y. (Diciembre de 2007). Influencia de la adición de carbonato de calcio en la eficiencia energética de la producción de ladrillos de cerámica roja. *Revista Ingeniería de Construcción [RIC]*, 22(3), 187-196. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732007000300005#:~:text=La%20utilizaci%C3%B3n%20de%20Carbonato%20de,propiedades%20f%C3%ADsico%20mec%C3%A1nicas%20del%20producto.

Bonilla Macila, D. E. (2006). *Factores de corrección de la resistencia en compresión de prismas de albañilería por efectos de esbeltez*. Tesis de titulación, [Pontificia Universidad Católica del Perú PUCP], Lima, Perú. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/175/BONILLA_DANTE_FACTORES%20DE%20CORRECCIN%20DE%20LA%20RESISTENCIA%20EN%20COMPRESIN%20DE%20PRISMAS%20DE%20ALBAILERA%20POR%20EFECTOS%20DE%20ESBELTEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Campoverde Cotrina, K. E. (2022). *Correlación del carbonato de calcio en suelos granulares para la determinación de la permeabilidad*. Tesis de titulación, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/9920/Campoverde%20Cotrina%20Katty%20Elizabeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carrasco Díaz, S. (2006). *Metodología de la investigación científica*. (A. J. Paredes Galván, Ed.) Lima, Perú: San Marcos.

Consejería de medio ambiente y ordenamiento del territorio. (2004). *Normativa de ladrillos y bloques*. Madrid, España. Obtenido de <http://www.madrid.org/bdccm/normativa/PDF/Ladrillos%20y%20bloques/Compendio/CPLADR.pdf>

Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería Estructural* (Tercera ed.). Lima, Perú: Fondo Editorial de la PUCP. Obtenido de <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181453>

Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería Estructural* (Tercera ed.). Lima, Perú: Fondo editorial 2005. Obtenido de <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181453>



- Hernández Sampieri, R., & Bautista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México: Mc Graw-Hill. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Huamani Mollo, M. A., & Solis Guerra, S. (2020). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de arcilla maciza adicionadas con diatomita del yacimiento de San Juan de Tarucani, Arequipa 2020*. [Tesis de Grado, Universidad Continental], Arequipa, Perú. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8087/3/IV_FIN_105_TI_Huamani_Solis_2020.pdf
- Instituto de Comercio Exterior del Perú [COMEXPERU]. (24 de Junio de 2022). *EL SECTOR CONSTRUCCIÓN REGISTRÓ UN CRECIMIENTO INTERANUAL DEL 4.9% EN ABRIL DE 2022*. Obtenido de COMEXPERU: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/el-sector-construccion-registro-un-crecimiento-interanual-del-49-en-abril-de-2022>
- Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2022). *CEMENTOS. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. Método de ensayo. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 334.051*, Lima, Perú. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2050811-1>
- Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2015). *Unidades de Albañilería. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos*. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2018). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y II de Comunidades Indígenas*. Lima, Perú. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf
- López, C., & Aguilar, J. (23 de Julio de 2014). *Cultura Wari o Huari. Historia Peruana*. Obtenido de <https://historiaperuana.pe/periodo-autoctono/cultura-wari-huari>
- Meza Huaman, J. J., & Wu Vega, M. E. (2018). *Los efectos de la adición del carbonato de calcio en el mejoramiento de las características de los ladrillos artesanales del distrito*



de Chilca, Año 2018. [Tesis de Titulación, Universidad Privada del Norte], Lima, Perú.
Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24351>

Ministerio de Cultura. (2021). *Chan Chan Patrimonio Cultural de la Humanidad*. Obtenido de <https://patrimoniomundial.cultura.pe/sites/default/files/pub/pdf/CATALOGO%20DIGITAL%20CHAN%20CHAN%20Final%20Modificado%20e%20Impreso.pdf>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

Monica. (16 de Enero de 2020). *denomades*. Obtenido de <https://www.denomades.com/blog/ciudadela-de-chan-chan/>

Padilla Rodriguez, J. J. (2022). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería para viviendas, fabricadas en las ladrilleras del distrito de la Unión, provincia y departamento de Piura 2021*. [Tesis de Titulación, Universidad Nacional de Piura], Piura, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/3713/ICIV-PAD-ROD-2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ramirez Sánchez, J. (2001). *Huaca del Sol y Huaca de la Luna en Trujillo - Perú*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/283201.pdf>

Ríos Vásquez, F. W. (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 Titulación, Universidad de Huánuco], Huánuco, Perú. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/159379358.pdf>

Rojas Barranzuela, I. L., & Sotelo Casusol, M. R. (2019). *Propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo de polipropileno frente a las de un ladrillo tradicional de arcilla, Nuevo Chimbote -2019*. [Tesis de titulación, Universidad César Vallejo, Chimbote, Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35892>

San Bartolome, A. (1994). *Construcciones de albañilería* (Primera ed.). Lima, Perú: Fondo editorial 1994. Obtenido de <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/72>



Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción [SENCICO]. (2020).

Norma E.070 Albañilería. Lima, PERÚ. Obtenido de
<https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5blTu7uyv/view>

Terranova, J. (03 de 11 de 2022). Capeco: construcción habría crecido 2.3% hasta setiembre, pero se espera caída anual. *Gestión*. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/capeco-construccion-habria-crecido-23-hasta-setiembre-pero-se-espera-caida-anual-noticia/>

Zúñiga Suárez, A. (2018). *Ciencia e ingeniería de nuevos materiales en la fabricación de ladrillos mejorados tecnológicamente*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid], Madrid, España. Obtenido de
https://oa.upm.es/52643/1/ALONSO_ZUNIGA_SUAREZ.pdf



ANEXOS



ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General: ¿De qué manera mejora las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería la adición de carbonato de calcio, Sicuani 2022?	Objetivo General: Analizar la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería con la adición de carbonato de calcio, Sicuani - 2022.	Hipótesis General: La adición del carbonato de calcio mejora las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería, Sicuani 2022.	INDEPENDIENTE	Carbonato de calcio	% Dosificación	Ladrillo tradicional	Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición.
						2% de Carbonato de calcio del % de arcilla	
						4% de Carbonato de calcio del % de arcilla	
						6% de Carbonato de calcio del % de arcilla	
Problemas Específicos: PE 1: ¿Cómo mejora las propiedades físicas de las unidades de albañilería con la adición de carbonato de calcio? PE 2: ¿Cómo mejora las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería con la adición de carbonato de calcio? PE 3: ¿Cuál es la dosificación óptima de carbonato de calcio para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería?	Objetivo Específicos: OE 1: Determinar la mejora en las propiedades físicas de las unidades de albañilería con la adición de carbonato de calcio. OE 2: Determinar la mejora en las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería con la adición de carbonato de calcio. OE 3: Determinar la dosificación óptima de adición de carbonato de calcio en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería.	Hipótesis Específicos: HE 1: La adición de carbonato de calcio mejora las propiedades físicas de las unidades de albañilería. HE 2: La adición de carbonato de calcio mejora las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería. HE 3: El porcentaje óptimo de adición de carbonato de calcio no es mayor al 6% respecto del contenido de arcilla.	DEPENDIENTE	Propiedades físicas y mecánicas	Propiedades físicas	Absorción (%)	Ficha de recolección de datos
						Dimensionamiento (mm)	Ficha de recolección de datos
						Alabeo (mm)	Ficha de recolección de datos
					Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión de unidades de albañilería f^b (kgf/cm ²)	Ficha de recolección de datos
						Resistencia a la compresión simple de pilas (3) de albañilería (kgf/cm ²)	Ficha de recolección de datos
						Resistencia a la flexión (kgf/cm ²)	Ficha de recolección de datos



ANEXO B: COSTOS DE PRODUCCIÓN POR UNIDAD

COSTO DE UNIDAD DE LADRILLO BLOQUER TRADICIONAL																																												
																																												
largo= 28.15 cm espesor= 11.28 cm altura= 18.31 cm % área vacíos= 57.4%																																												
1 Cálculo de volumen por unidad																																												
volumen bruto/unidad= 0.00581 m3/und volumen neto/unidad= 0.00333 m3/und																																												
2 Calculo de cantidad de ladrillos/volquete de 15 m3																																												
Volumen de volquete= 15 m3 cantidad por volquetada= 4504 und																																												
3 Costos de producción																																												
Los costos de leña y carbón son para una quema de 7000 und																																												
<table><tr><th>Descripción</th><th>Cantidad</th><th>Unidad</th><th>Precio</th><th>Precio/unidad</th></tr><tr><td>Arcilla=</td><td>15</td><td>m3</td><td>S/ 300.00</td><td>S/ 0.07</td></tr><tr><td>Leña=</td><td>4.5</td><td>camión</td><td>S/ 260.00</td><td>S/ 0.17</td></tr><tr><td>Carbón=</td><td>3</td><td>saco</td><td>S/ 100.00</td><td>S/ 0.04</td></tr><tr><td colspan="4">Costos de materiales/unidad</td><td>S/ 0.28</td></tr><tr><td colspan="4">Costos de personal/ unidad</td><td>S/ 0.39</td></tr><tr><td colspan="4">Costos de energía/ unidad</td><td>S/ 0.15</td></tr><tr><td colspan="4">Costo total/unidad</td><td>S/ 0.82</td></tr></table>					Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Precio/unidad	Arcilla=	15	m3	S/ 300.00	S/ 0.07	Leña=	4.5	camión	S/ 260.00	S/ 0.17	Carbón=	3	saco	S/ 100.00	S/ 0.04	Costos de materiales/unidad				S/ 0.28	Costos de personal/ unidad				S/ 0.39	Costos de energía/ unidad				S/ 0.15	Costo total/unidad				S/ 0.82
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Precio/unidad																																								
Arcilla=	15	m3	S/ 300.00	S/ 0.07																																								
Leña=	4.5	camión	S/ 260.00	S/ 0.17																																								
Carbón=	3	saco	S/ 100.00	S/ 0.04																																								
Costos de materiales/unidad				S/ 0.28																																								
Costos de personal/ unidad				S/ 0.39																																								
Costos de energía/ unidad				S/ 0.15																																								
Costo total/unidad				S/ 0.82																																								



COSTO DE UNIDAD DE LADRILLO BLOQUER CON 2% DE ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO



largo=	28.67	cm
espesor=	11.56	cm
altura=	18.66	cm
% área vacíos=	57.8%	

1 Cálculo de volumen por unidad

volumen bruto/unidad=	0.00618	m3/und
volumen neto/unidad=	0.00357	m3/und
peso de materia prima/ unidad=	5	kg/m3
peso de carbonato de calcio/unidad=	0.035	kg/unidad

2 Calculo de cantidad de ladrillos/volquete de 15 m3

Volumen de volquete=	15	m3
cantidad por volquetada=	4201	und

3 Costos de producción

Los costos de leña y carbón son para una quema de 7000 und

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Precio/unidad
Arcilla=	15	m3	S/ 300.00	S/ 0.07
Leña=	4.5	camión	S/ 260.00	S/ 0.17
Carbón=	3	saco	S/ 100.00	S/ 0.04
Carbonato de calcio=	1	kg	S/ 1.00	S/ 0.04
Costos de materiales/unidad				S/ 0.32
Costos de personal/ unidad				S/ 0.39
Costos de energía/ unidad				S/ 0.15
Costo total/unidad				S/ 0.86



COSTO DE UNIDAD DE LADRILLO BLOQUER CON 4% DE ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO



largo=	28.61	cm
espesor=	11.52	cm
altura=	18.61	cm
% área vacíos=	57.7%	

1 Cálculo de volumen por unidad

volumen bruto/unidad=	0.0061	
	3	m3/und
volumen neto/unidad=	0.0035	
	4	m3/und
peso de materia prima/ unidad=	5	kg/m3
peso de carbonato de calcio/unidad=	0.07	kg/unidad

2 Calculo de cantidad de ladrillos/volquete de 15 m3

Volumen de volquete=	15	m3
cantidad por volquetada=	4237	und

3 Costos de producción

Los costos de leña y carbón son para una quema de 7000 und

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Precio/unidad
Arcilla=	15	m3	S/ 300.00	S/ 0.07
Leña=	4.5	camión	S/ 260.00	S/ 0.17
Carbón=	3	saco	S/ 100.00	S/ 0.04
Carbonato de calcio=	1	kg	S/ 1.00	S/ 0.07
Costos de materiales/unidad				S/ 0.35
Costos de personal/ unidad				S/ 0.39
Costos de energía/ unidad				S/ 0.15
Costo total/unidad				S/ 0.89



COSTO DE UNIDAD DE LADRILLO BLOQUER CON 6% DE ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO



largo=	28.47	cm
espesor=	11.42	cm
altura=	18.54	cm
% área vacíos=	58.1%	

1 Cálculo de volumen por unidad

volumen bruto/unidad=	0.00603	m3/und
volumen neto/unidad=	0.0035	m3/und
peso de materia prima/ unidad=	5	kg/m3
peso de carbonato de calcio/unidad=	0.105	kg/unidad

2 Calculo de cantidad de ladrillos/volquete de 15 m3

Volumen de volquete=	15	m3
cantidad por volquetada=	4285	und

3 Costos de producción

Los costos de leña y carbón son para una quema de 7000 und

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Precio/unidad
Arcilla=	15	m3	S/ 300.00	S/ 0.07
Leña=	4.5	camión	S/ 260.00	S/ 0.17
Carbón=	3	saco	S/ 100.00	S/ 0.04
Carbonato de calcio=	1	kg	S/ 1.00	S/ 0.11
Costos de materiales/unidad			S/	0.39
Costos de personal/ unidad			S/	0.39
Costos de energía/ unidad			S/	0.15
Costo total/unidad			S/	0.93



ANEXO C: FORMATOS DE ENSAYOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
Av. de la cultura Nro. 733 – Escuela Profesional de Ingeniería Civil



CERTIFICADO DE USO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES PARA TESIS DE INVESTIGACIÓN

**EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
MATERIALES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

HACE CONSTAR:

Que el tesista; conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Civil; Bach. **FRANCO ALDAIR ALATA MEZA**, hizo uso del laboratorio para ejecución de la tesis de investigación: **"MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO SICUANI 2022"**.

Los ensayos que realizo son los siguientes:

Nro	ENSAYO	NORMA	CANT.
01	Determinación del material mas fino que el tamiz 75 μ (N°200) en suelos	NTP 339.132	03
02	Análisis granulométrico de suelos por tamizado.	NTP 339.128	03
03	Determinar el contenido de humedad de un suelo.	NTP 339.127	03
04	Peso específico relativo de las partículas de un suelo	NTP 339.131	03
05	Determinar el limite liquido, limite plástico e índice de plasticidad de suelos.	NTP 339.129	03
06	Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz de 75 μ m (N°200) por lavado en agregados.	NTP 400.018	04
07	Contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	NTP 339.185	04
08	Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global	NTP 400.012	05
09	Determinación de la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.	NTP 334.051	15
10	Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería: Variación dimensional, alabeo y medida del área de vacíos.	NTP 399.613	40
11	Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería: Resistencia a la compresión simple; módulo de rotura y absorción.	NTP 399.613	20
12	Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.	NTP 399.605	12
13	Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.	NTP 399.621	12

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita por el interesado; con fines académicos para la tesis de investigación.

Cusco, 29 de agosto de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

Ing. Luz Marlene Niejo Palomino
Jefe de Laboratorio





Lab. Catálisis y Absorbentes
Área de Fisicoquímica.

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME 006-2024/Lab. Catálisis y Adsorbentes-UNSAAC.

Solicitante : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Tesis : “Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería Sicuani-2022”

Operación : Caracterización de Materia Prima para elaboración de ladrillos-Sicuani.

Nombre de la Muestra : Materia Prima

Tipo de Análisis : Análisis Fisicoquímico

Inicio de Análisis : 15/07/2024

Término de Análisis : 18/07/2024

RESULTADOS :

Si % (Silicio)	28.06
Al % (Aluminio)	14.11
Ca % (Calcio)	0.88
K % (Potasio)	2.71
Fe % (Hierro)	4.03
Mg % (Magnesio)	1.18
CHON y otros %	48.02
P, S, Ti, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Y, Zr, Rb (%)	0.99

De los resultados del que se da constancia.


Washington Candia Amao
QUIMICO
C. Q. P. N° 3060



Lab. Catálisis y Absorbentes
Área de Físicoquímica.

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME 007-2024/Lab. Catálisis y Adsorbentes-UNSAAC.

Solicitante : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Tesis : “Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería Sicuani-2022”

Operación : Caracterización de Materia Prima para elaboración de ladrillos-Sicuani.

Nombre de la Muestra : Cal de Obra

Tipo de Análisis : Análisis Físicoquímico

Inicio de Análisis : 15/07/2024

Término de Análisis : 18/07/2024

RESULTADOS :

Si % (Silicio)	11.9
Al % (Aluminio)	7.8
Ca % (Calcio)	22.91
K % (Potasio)	1.9
Fe % (Hierro)	0.39
Mg % (Magnesio)	4.98
CHO %	48.02

De los resultados del que se da constancia.


Washington Candia Amao
QUIMICO
C. Q. N° 1060



**"MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022"**



DEPARTAMENTO DE LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES



**MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DE
HIDROMETRO (NTP 339.128)**

**Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
ASTM D 422**

INFORME DE ENSAYO

SOLICITUD N°: 061-2021

PROYECTO: TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022"

CLIENTE: Testista: Bach. Franco Aldair Alata Meza

ZONA / SECTOR: Sicuani

MUESTRA: Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani

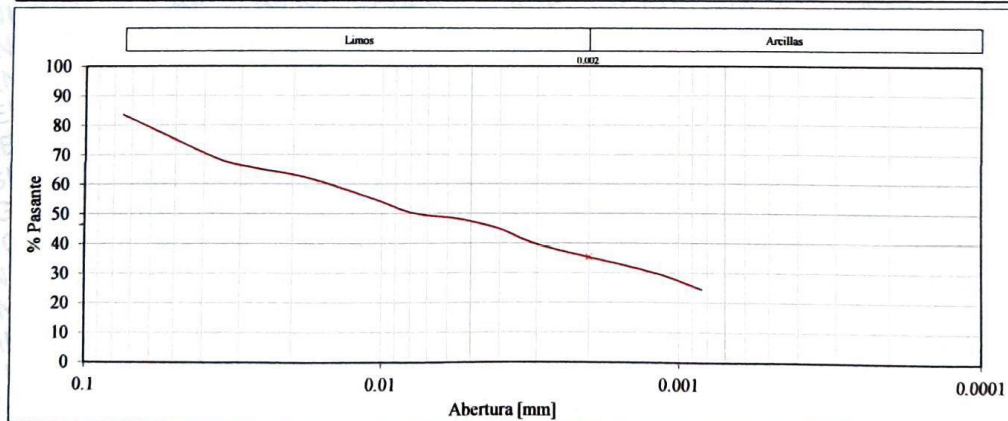
PROFUNDIDAD (m): -

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA: alterada, Fabrica de Labrillos **TIPO:** Suelo **CONDICIÓN:** Calicata **FECHA DE ENSAYO:** 23/08/23

HIDROMETRO: 152H (serie 555405) **Volumen del Hidrometro [cm³]:** 64.0 **Cumple Norma ASTM D422**
AGENTE DISPERSANTE: NaPO₃ **Concentración:** 0.05 N
Corrección po Defloculante Cd: 6.5 **Corrección por Menisco Cm:** 1
DATOS DEL SUELO: **Ws [g]:** 57.73 **Gs [-]:** 2.671 **a:** 0.9958 **% Pasante Tamiz N° 200:** 83.59

Día	Hora	Tiempo	Hydr. Rdg. [R]	Temperatura [°C]	Ct Tabla N° 02	Rhc	Wd	Ra	L Tabla N° 01	L/t	K Tabla N° 03	D [mm]	% que Pasa
23-Ago	08:00	0										0.0750	83.59
23-Ago	08:01	1	55	18	-0.54	48.0	82.73	56	7.11	7.111	0.0139018	0.0371	69.16
23-Ago	08:03	2	52.5	18	-0.54	45.5	78.42	53.5	7.52	3.761	0.0139018	0.0270	65.55
23-Ago	08:05	5	50	18	-0.54	43.0	74.11	51	7.93	1.586	0.0139018	0.0175	61.95
23-Ago	08:15	15	45	18.6	-0.38	38.1	65.75	46	8.75	0.583	0.0139018	0.0106	54.96
23-Ago	08:30	30	42	17.3	-0.71	34.8	60.01	43	9.24	0.308	0.0140818	0.0078	50.16
23-Ago	09:00	60	40.5	18	-0.54	33.5	57.72	41.5	9.49	0.158	0.0139018	0.0055	48.25
23-Ago	10:00	120	38	18.5	-0.41	31.1	53.63	39	9.90	0.083	0.0139018	0.0040	44.83
23-Ago	11:10	250	34	18.5	-0.41	27.1	46.73	35	10.56	0.042	0.0139018	0.0029	39.06
24-Ago	08:00	1440	28	18.5	-0.41	21.1	36.38	29	11.54	0.008	0.0139018	0.0012	30.41
26-Ago	16:00	3360	24	18	-0.54	17.0	29.26	25	12.20	0.004	0.0139018	0.0008	24.46



Observaciones: Los datos de Gs y pasante del tamiz N° 200, fueron proporcionados por el cliente
 Las tablas N° 01, 02 y 03 de la norma ASTM D422 y NTP 339.128
 La temperatura promedio de ensayo: 18 °C

Fecha de Recepción: 22/08/23

Fecha de Emisión: 28/08/23

Lugar de Ensayo: En Laboratorio



Realizado por: Tec. R. Soncco
Revisado por: Ing. Elizabeth Tapia Inga
ING. ELIZABETH TAPIA INGA
 CIP: 1157724
 GERENTE GENERAL

* Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.

* Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas.

El laboratorio ASET (INGENIERIA S.R.L.) prohíbe la reproducción total o parcial de presente informe de ensayo, sin la autorización escrita por nuestro laboratorio.

Procedimiento: P-06

Código: A-05-23

Versión: 1

Fin del informe página: 1 de 1

+51 974223624

asetingenieria@gmail.com



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani

Fecha : miércoles, 9 de Agosto de 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO M 01

MTC E 107 - 2016, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del Lavado

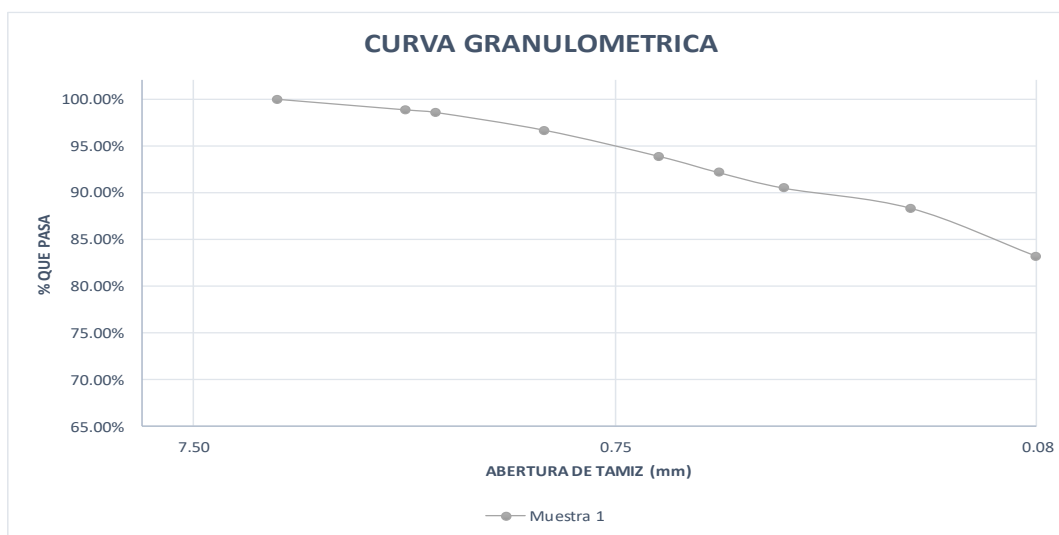
Peso de la Muestra Húmeda **70.00** gr
% de Humedad 10.51%
Peso de la Muestra Seca **63.34** gr

Peso del recipiente para el Tamizado 0.00 gr

Despues del Lavado

Peso de la Muestra Seca **10.39** gr
Perdidas por Tamizado -0.33 gr
Error -0.52% OK!

TAMICES		PESO RETENIDO + R	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)	(gr)	(gr)			
# 4	4.76	0.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
# 8	2.360	0.72	0.720	1.13%	1.13%	98.87%
# 10	2.000	0.18	0.180	0.28%	1.41%	98.59%
# 16	1.100	1.22	1.220	1.92%	3.33%	96.67%
# 30	0.590	1.77	1.770	2.78%	6.11%	93.89%
# 40	0.425	1.11	1.110	1.74%	7.85%	92.15%
# 50	0.297	1.06	1.060	1.66%	9.52%	90.48%
# 100	0.149	1.36	1.360	2.14%	11.65%	88.35%
#200	0.075	3.26	3.260	5.12%	16.77%	83.23%
CAZUELA		0.04	0.040	0.06%	16.84%	83.16%
LAVADO		-	52.953	83.16%	100.00%	0.00%
TOTAL			63.67	100.00%		



Fracciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra

% de Gravas (Retiene Malla N° 4) : 0.00%
% de Arena (Pasa N°4 y Retiene Malla N° 200) : 16.77%
% de Finos (Pasa Malla N° 200) : 83.23%
Total : 100.00%



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani

Fecha : miércoles, 9 de Agosto de 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO M 02

MTC E 107 - 2016, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del Lavado

Peso de la Muestra Húmeda **70.00**

% de Humedad **10.72%**

Peso de la Muestra Seca **63.22**

Peso del recipiente
para el Tamizado **0.00**

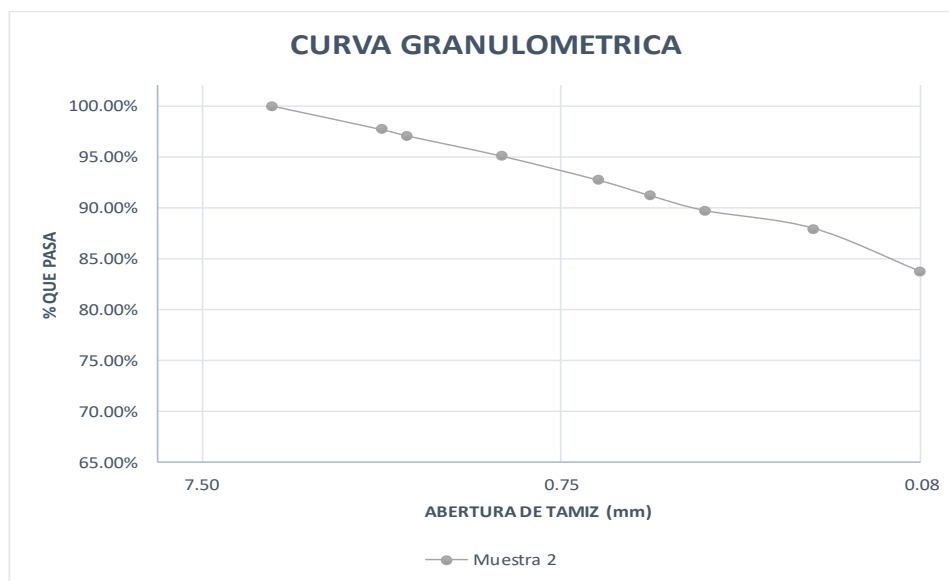
Despues del Lavado

Peso de la Muestra Seca **10.18** **gr**

Perdidas por Tamizado **-0.15** **gr**

Error **-0.24%** **OK!**

TAMICES		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)			
# 4	4.76	0.00%	0.00%	100.00%
# 8	2.360	2.32%	2.32%	97.68%
# 10	2.000	0.63%	2.95%	97.05%
# 16	1.100	1.97%	4.92%	95.08%
# 30	0.590	2.38%	7.31%	92.69%
# 40	0.425	1.50%	8.81%	91.19%
# 50	0.297	1.50%	10.30%	89.70%
# 100	0.149	1.74%	12.04%	87.96%
#200	0.075	4.26%	16.30%	83.70%
CAZUELA		0.00%	16.30%	83.70%
LAVADO		83.70%	100.00%	0.00%
TOTAL		100.00%		



Fracciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra

de Gravas (Retiene Malla N° 4) : 0.00%

Gravas (Pasa Malla N° 4 y Retiene Malla N° 200) : 16.30%

% de Finos (Pasa Malla N° 200) : 83.70%

Total : 100.00%



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Ladrillos de la fabrica Paucar - Siquani

Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

MEDIDA DE ALABEO DE LADRILLOS BLOQUER

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD:

PROCEDENCIA:

LADRILLO:

LADRILLO TRADICIONAL (PATRÓN)

SICUANI

LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12

Forma del ladrillo:

Forma de la celda:

N° de alveolos:

PRISMA RECTO

EXAGONALES

20

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a compresión f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 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

MUESTRA	CARA SUPERIOR (mm)				CARA INFERIOR (mm)			
	DIAGONAL 1		DIAGONAL 2		DIAGONAL 1		DIAGONAL 2	
	CONCAVO	CONCAVO	CONVEXO	CONVEXO	CONCAVO	CONCAVO	CONVEXO	CONVEXO
UA 0%-01	0.75	0.25	0	0	0	0	-0.25	-0.75
UA 0%-02	0.75	2	0	0	0.5	1.25	0	0
UA 0%-03	0	0.5	-2	0	0	0.75	-0.5	0
UA 0%-04	0	0	-1.5	-1.5	1.5	1.25	0	0
UA 0%-05	2.5	0.75	0	0	2	0	0	-1.5
UA 0%-06	1	1	0	0	0.75	1	0	0
UA 0%-07	2.5	2.25	0	0	0	0	-0.75	-0.5
UA 0%-08	1	0.25	0	0	0	0	-0.75	-4
UA 0%-09	1	0.75	0	0	1	1	0	0
UA 0%-10	0	0	-0.5	-1.5	0	0.75	-0.5	0

ANÁLISIS DE DATOS

MUESTRA	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
UAC 0%-01	0.5	0.0	0.0	-0.5
UAC 0%-02	1.4	0.0	0.9	0.0
UAC 0%-03	0.5	-2.0	0.8	-0.5
UAC 0%-04	0.0	-1.5	1.4	0.0
UAC 0%-05	1.6	0.0	2.0	-1.5
UAC 0%-06	1.0	0.0	0.9	0.0
UAC 0%-07	2.4	0.0	0.0	-0.6
UAC 0%-08	0.6	0.0	0.0	-2.4
UAC 0%-09	0.9	0.0	1.0	0.0
UAC 0%-10	0.0	-1.0	0.8	-0.5
PROMEDIO	1.1	-1.5	1.1	-1.0

OBSERVACIONES:

Las unidades de albañilería que fueron utilizadas para este ensayo, son las mismas que fueron usadas en el ensayo de variación dimensional, Así mismo se observa que el alabeo tiene una variación de menos de 2 mm, por lo cual según la clasificación según la Norma E.070, se clasifican los ladrillos como "LADRILLO TIPO V"



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Ladrillos de la fabrica Paucar - Siquani

Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

MEDIDA DE ALABEO DE LADRILLOS BLOQUER

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD:

UNIDAD CON 0 % DE CaCO₃

Forma del ladrillo:

PRISMA RECTO

PROCEDENCIA:

SICUANI

Forma de la celda:

EXAGONALES

LADRILLO:

LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12

N° de alveolos:

20

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a compresión γ_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 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

MUESTRA	CARA SUPERIOR (mm)				CARA INFERIOR (mm)			
	DIAGONAL 1		DIAGONAL 2		DIAGONAL 1		DIAGONAL 2	
	CONCAVO	CONCAVO	CONVEXO	CONVEXO	CONCAVO	CONCAVO	CONVEXO	CONVEXO
UA 0%-01	0.75	0.25	0	0	0	0	-0.25	-0.75
UA 0%-02	0.75	2	0	0	0.5	1.25	0	0
UA 0%-03	0	0.5	-2	0	0	0.75	-0.5	0
UA 0%-04	0	0	-1.5	-1.5	1.5	1.25	0	0
UA 0%-05	2.5	0.75	0	0	2	0	0	-1.5
UA 0%-06	1	1	0	0	0.75	1	0	0
UA 0%-07	2.5	2.25	0	0	0	0	-0.75	-0.5
UA 0%-08	1	0.25	0	0	0	0	-0.75	-4
UA 0%-09	1	0.75	0	0	1	1	0	0
UA 0%-10	0	0	-0.5	-1.5	0	0.75	-0.5	0

ANÁLISIS DE DATOS

MUESTRA	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
UAC 0%-01	0.5	0.0	0.0	-0.5
UAC 0%-02	1.4	0.0	0.9	0.0
UAC 0%-03	0.5	-2.0	0.8	-0.5
UAC 0%-04	0.0	-1.5	1.4	0.0
UAC 0%-05	1.6	0.0	2.0	-1.5
UAC 0%-06	1.0	0.0	0.9	0.0
UAC 0%-07	2.4	0.0	0.0	-0.6
UAC 0%-08	0.6	0.0	0.0	-2.4
UAC 0%-09	0.9	0.0	1.0	0.0
UAC 0%-10	0.0	-1.0	0.8	-0.5
PROMEDIO	1.1	-1.5	1.1	-1.0

OBSERVACIONES:

Las unidades de albañilería que fueron utilizadas para este ensayo, son las mismas que fueron usadas en el ensayo de variación dimensional, Así mismo se observa que el alabeo tiene una variación de menos de 2 mm, por lo cual según la clasificación según la Norma E.070, se clasifican los ladrillos como "LADRILLO TIPO V"



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Ladrillos de la fabrica Paucar - Sicuani

Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

MEDIDA DE ALABEO DE LADRILLOS BLOQUER

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD:

PROCEDENCIA:

LADRILLO:

UNIDAD CON 2 % DE CaCO₃

SICUANI

LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12

Forma del ladrillo:

Forma de la celda:

N° de alveolos:

PRISMA RECTO

EXAGONALES

20

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a compresión f _b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 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

MUESTRA	CARA SUPERIOR (mm)				CARA INFERIOR (mm)			
	DIAGONAL 1		DIAGONAL 2		DIAGONAL 1		DIAGONAL 2	
	CONCAVO	CONCAVO	CONVEXO	CONVEXO	CONCAVO	CONCAVO	CONVEXO	CONVEXO
UACC 2%-01	1.25	0.5	0	0	1.5	1	0	0
UACC 2%-02	0	0.25	-0.75	0	1.5	1.25	0	0
UACC 2%-03	1.75	1.25	0	0	0.75	1	0	0
UACC 2%-04	1	0.5	0	0	2	1	0	0
UACC 2%-05	0	0.25	-1.25	0	3.25	2.5	0	0
UACC 2%-06	0.75	0.75	0	0	2	1.25	0	0
UACC 2%-07	0.75	0.75	0	0	2.5	2.5	0	0
UACC 2%-08	1.25	1.5	0	0	1.5	2	0	0
UACC 2%-09	1.5	1.25	0	0	1.75	1.75	0	0
UACC 2%-10	0	0	-4	-0.75	1.5	2	0	0

ANÁLISIS DE DATOS

MUESTRA	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
UA 0%-01	0.9	0.0	0.0	-0.5
UA 0%-02	0.3	0.0	0.9	0.0
UA 0%-03	1.5	-2.0	0.8	-0.5
UA 0%-04	0.8	-1.5	1.4	0.0
UA 0%-05	0.3	0.0	2.0	-1.5
UA 0%-06	0.8	0.0	0.9	0.0
UA 0%-07	0.8	0.0	0.0	-0.6
UA 0%-08	1.4	0.0	0.0	-2.4
UA 0%-09	1.4	0.0	1.0	0.0
UA 0%-10	0.0	-1.0	0.8	-0.5
PROMEDIO	0.9	-1.5	1.1	-1.0

OBSERVACIONES:

Las unidades de albañilería que fueron utilizadas para este ensayo, son las mismas que fueron usadas en el ensayo de variación dimensional. Así mismo se observa que el alabeo tiene una variación de menos de 2 mm, por lo cual según la clasificación según la Norma E.070, se clasifican los ladrillos como "LADRILLO TIPO V"



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Ladrillos de la fabrica Paucar - Sicuani

Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

MEDIDA DE ALABEO DE LADRILLOS BLOQUER

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD:

UNIDAD CON 4 % DE CaCO₃

Forma del ladrillo:

PRISMA RECTO

PROCEDENCIA:

SICUANI

Forma de la celda:

EXAGONALES

LADRILLO:

LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12

N° de alveolos:

20

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a compresión f _b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 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

MUESTRA	CARA SUPERIOR (mm)				CARA INFERIOR (mm)			
	DIAGONAL 1		DIAGONAL 2		DIAGONAL 1		DIAGONAL 2	
	CONCAVO	CONCAVO	CONVEXO	CONVEXO	CONCAVO	CONCAVO	CONVEXO	CONVEXO
UACC 4%-01	1.5	1.25	0	0	1.5	1.75	0	0
UACC 4%-02	2.4	2.5	0	0	0	0.75	-0.5	0
UACC 4%-03	2	1.25	0	0	2	1.75	0	0
UACC 4%-04	2	1.75	0	0	0.75	0.75	0	0
UACC 4%-05	1	0.75	0	0	2.5	2	0	0
UACC 4%-06	0.75	1.5	0	0	1.5	2.25	0	0
UACC 4%-07	2	1.75	0	0	1.5	1.5	0	0
UACC 4%-08	2	1.5	0	0	4	3.25	0	0
UACC 4%-09	2	1	0	0	2.25	1.5	0	0
UACC 4%-10	2.25	1.75	0	0	1	1.25	0	0

ANÁLISIS DE DATOS

MUESTRA	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
UA 0%-01	1.4	0.0	1.6	0.0
UA 0%-02	2.5	0.0	0.8	-0.5
UA 0%-03	1.6	0.0	1.9	0.0
UA 0%-04	1.9	0.0	0.8	0.0
UA 0%-05	0.9	0.0	2.3	0.0
UA 0%-06	1.1	0.0	1.9	0.0
UA 0%-07	1.9	0.0	1.5	0.0
UA 0%-08	1.8	0.0	3.6	0.0
UA 0%-09	1.5	0.0	1.9	0.0
UA 0%-10	2.0	0.0	1.1	0.0
PROMEDIO	1.6	0.0	1.7	-0.5

OBSERVACIONES:

Las unidades de albañilería que fueron utilizadas para este ensayo, son las mismas que fueron usadas en el ensayo de variación dimensional. Así mismo se observa que el alabeo tiene una variación de menos de 2 mm, por lo cual según la clasificación según la Norma E.070, se clasifican los ladrillos como "LADRILLO TIPO V"



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Ladrillos de la fabrica Paucar - Sicuani

Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

MEDIDA DE ALABEO DE LADRILLOS BLOQUER

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD:

UNIDAD CON 6 % DE CaCO₃

Forma del ladrillo:

PRISMA RECTO

PROCEDENCIA:

SICUANI

Forma de la celda:

EXAGONALES

LADRILLO:

LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12

N° de alveolos:

20

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a compresión f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 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

MUESTRA	CARA SUPERIOR (mm)				CARA INFERIOR (mm)			
	DIAGONAL 1		DIAGONAL 2		DIAGONAL 1		DIAGONAL 2	
	CONCAVO	CONCAVO	CONVEXO	CONVEXO	CONCAVO	CONCAVO	CONVEXO	CONVEXO
UACC 6%-01	1.75	1.75	0	0	0	0	-1.25	-2.25
UACC 6%-02	0	2.75	-2.25	0	0	1	-0.75	0
UACC 6%-03	1.5	1	0	0	0	0	-2.75	-1
UACC 6%-04	0	0	-1.25	-1	2	2	0	0
UACC 6%-05	2.5	2	0	0	1.25	0.75	0	0
UACC 6%-06	0.5	0.75	0	0	2	1	0	0
UACC 6%-07	0.25	1	0	0	2	3.25	0	0
UACC 6%-08	3.5	3	0	0	2	1.5	0	0
UACC 6%-09	3	1.75	0	0	0	0	-0.75	-0.75
UACC 6%-10	2.75	1.75	0	0	0.75	0	0	-0.75

ANÁLISIS DE DATOS

MUESTRA	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
UA 0%-01	1.8	0.0	0.0	-1.8
UA 0%-02	2.8	-2.3	1.0	-0.8
UA 0%-03	1.3	0.0	0.0	-1.9
UA 0%-04	0.0	-1.1	2.0	0.0
UA 0%-05	2.3	0.0	1.0	0.0
UA 0%-06	0.6	0.0	1.5	0.0
UA 0%-07	0.6	0.0	2.6	0.0
UA 0%-08	3.3	0.0	1.8	0.0
UA 0%-09	2.4	0.0	0.0	-0.8
UA 0%-10	2.3	0.0	0.8	-0.8
PROMEDIO	1.9	-1.7	1.5	-1.2

OBSERVACIONES:

Las unidades de albañilería que fueron utilizadas para este ensayo, son las mismas que fueron usadas en el ensayo de variación dimensional, Así mismo se observa que el alabeo tiene una variación de menos de 2 mm, por lo cual según la clasificación según la Norma E.070, se clasifican los ladrillos como "LADRILLO TIPO V"



**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022”**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Ladrillos de la fabrica Paucar - Sicuani

Fecha : viernes, 20 de Octubre de 2023

MEDIDA DEL PORCENTAJE DE VACÍOS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD:
PROCEDENCIA:
LADRILLO:

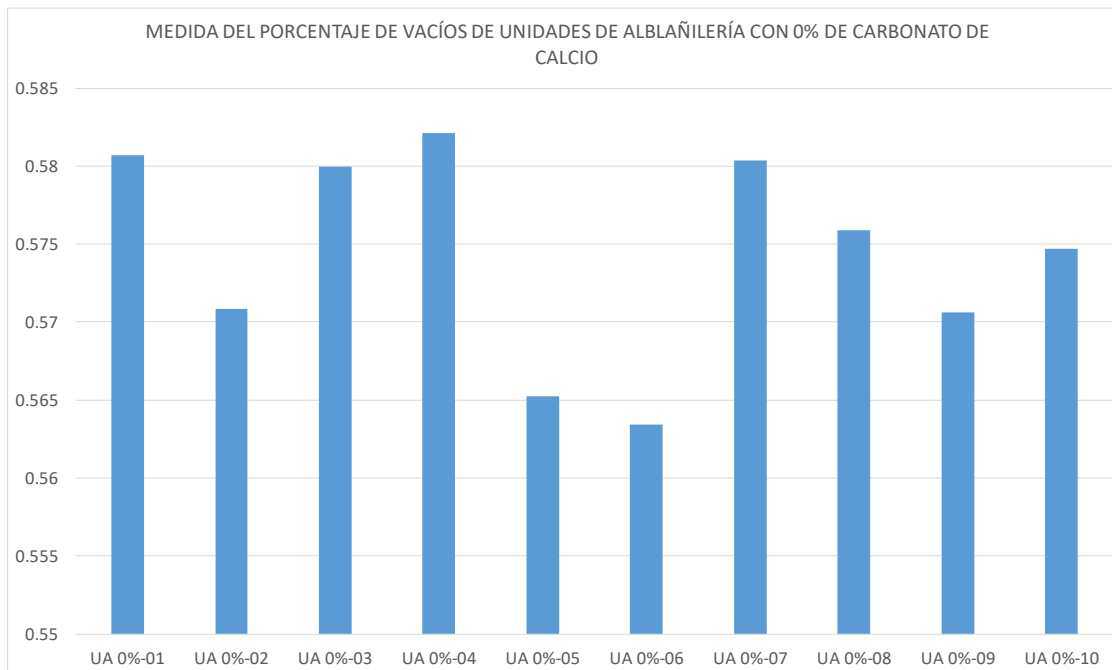
UNIDAD TRADICIONAL
SICUANI
LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12

Forma del ladrillo:
Forma de la celda:
N° de alveolos:

PRISMA RECTO
EXAGONALES
20

N° de Ensayo	Peso de Probeta	Peso de Arena (500 ml)	Densidad
1	180.08	701.64	1.40
2	180.08	702.58	1.41
3	180.08	711.75	1.42
PROMEDIO	180.08	705.32	1.41

MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	AREA BRUTA (cm ²)	Vol. Bruto (cm ³)	P. Arena + P. Envase	P. Envase	P. Arena	V. Arena	% Area Vacio	V. Vacio	Área Vacio (cm ²)	% ÁREA DE VACÍOS
UA 0%-01	28.15	11.24	18.18	316.41	5752.261	5015.89	303.96	4711.93	3340.262	58.1%	3340.262	183.73	58.1%
UA 0%-02	28.16	11.24	18.36	316.52	5811.278	4982.72	302.90	4679.82	3317.500	57.1%	3317.500	180.69	57.1%
UA 0%-03	28.01	11.26	18.21	315.39	5743.299	5001.55	302.90	4698.65	3330.848	58.0%	3330.848	182.91	58.0%
UA 0%-04	28.39	11.41	18.48	323.93	5986.225	5218.69	302.90	4915.79	3484.778	58.2%	3484.778	188.57	58.2%
UA 0%-05	28.10	11.29	18.34	317.25	5818.347	4942.20	302.90	4639.30	3288.775	56.5%	3288.775	179.32	56.5%
UA 0%-06	28.12	11.2	18.29	314.94	5760.326	4882.39	303.96	4578.43	3245.625	56.3%	3245.625	177.45	56.3%
UA 0%-07	28.09	11.25	18.33	316.01	5792.509	5046.09	303.96	4742.13	3361.671	58.0%	3361.671	183.40	58.0%
UA 0%-08	28.22	11.32	18.31	319.45	5849.137	5054.66	302.90	4751.76	3368.498	57.6%	3368.498	183.97	57.6%
UA 0%-09	28.20	11.3	18.43	318.66	5872.904	5031.16	303.96	4727.20	3351.087	57.1%	3351.087	181.83	57.1%
UA 0%-10	28.09	11.35	18.21	318.82	5805.740	5010.61	303.96	4706.65	3336.519	57.5%	3336.519	183.22	57.5%
Promedio												182.51	57.44%
Des. Est												3.01	0.01
CV(%)												1.65%	1.16%



OBSERVACIONES:

El porcentaje de área de vacíos de las Unidades de Albañilería con 0% de adición de carbonato de calcio es de 57.44 %



**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022”**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Ladrillos de la fabrica Paucar - Sicuani

Fecha : viernes, 20 de Octubre de 2023

MEDIDA DEL PORCENTAJE DE VACÍOS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD:

UNIDAD CON 2 % DE CaCO₃

Forma del ladrillo:

PRISMA RECTO

PROCEDENCIA:

SICUANI

Forma de la celda:

EXAGONALES

LADRILLO:

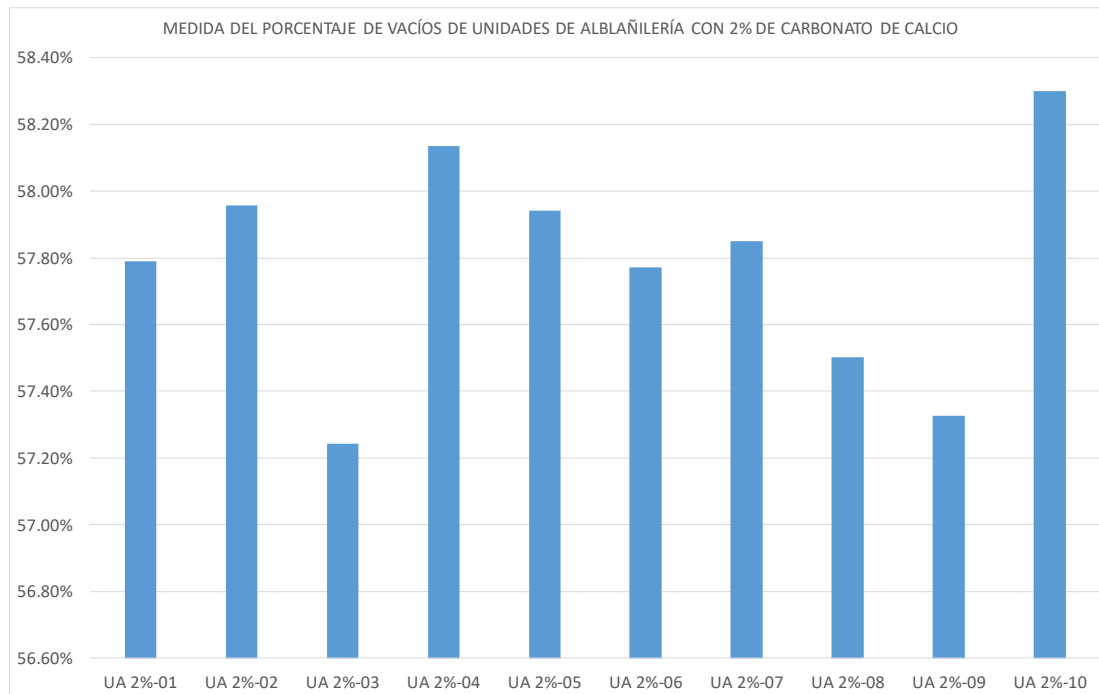
LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12

N° de alveolos:

20

N° de Ensayo	Peso de Probeta	Peso de Arena (500 ml)	Densidad
1	180.08	701.64	1.40
2	180.08	702.58	1.41
3	180.08	711.75	1.42
PROMEDIO	180.08	705.32	1.41

MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA BRUTA (cm2)	Vol. Bruto (cm3)	P. Arena + P. Envase	P. Envase	P. Arena	V. Arena	% Area Vacio	V. Vacio	Área Vacio (cm2)	% ÁREA DE VACÍOS
UA 2%-01	28.48	11.53	18.49	328.37	6071.643	5252.51	302.90	4949.61	3508.752	57.8%	3508.752	189.76	57.8%
UA 2%-02	28.35	11.4	18.5	323.19	5979.015	5191.21	302.90	4888.31	3465.297	58.0%	3465.297	187.31	58.0%
UA 2%-03	28.65	11.48	18.63	328.90	6127.444	5251.79	303.96	4947.83	3507.491	57.2%	3507.491	188.27	57.2%
UA 2%-04	28.57	11.48	18.57	327.98	6090.655	5298.79	303.96	4994.83	3540.809	58.1%	3540.809	190.67	58.1%
UA 2%-05	29.15	11.79	18.94	343.68	6509.271	5624.38	303.96	5320.42	3771.618	57.9%	3771.618	199.14	57.9%
UA 2%-06	28.93	11.73	18.94	339.35	6427.268	5540.82	302.90	5237.92	3713.134	57.8%	3713.134	196.05	57.8%
UA 2%-07	28.57	11.48	18.58	327.98	6093.935	5277.00	303.96	4973.04	3525.362	57.9%	3525.362	189.74	57.9%
UA 2%-08	28.65	11.62	18.66	332.91	6212.157	5341.83	302.90	5038.93	3572.071	57.5%	3572.071	191.43	57.5%
UA 2%-09	28.54	11.46	18.58	327.07	6076.931	5217.10	302.90	4914.20	3483.651	57.3%	3483.651	187.49	57.3%
UA 2%-10	28.78	11.67	18.73	335.86	6290.706	5477.47	303.96	5173.51	3667.474	58.3%	3667.474	195.81	58.3%
Promedio												191.57	57.78%
Des. Est												4.06	0.003
CV(%)												2.12%	0.59%



OBSERVACIONES:

El porcentaje de área de vacíos de las Unidades de Albañilería con 2% de adición de carbonato de calcio es de 57.78 %



**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022”**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Ladrillos de la fabrica Paucar - Sicuani

Fecha : viernes, 20 de Octubre de 2023

MEDIDA DEL PORCENTAJE DE VACÍOS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD:
PROCEDENCIA:
LADRILLO:

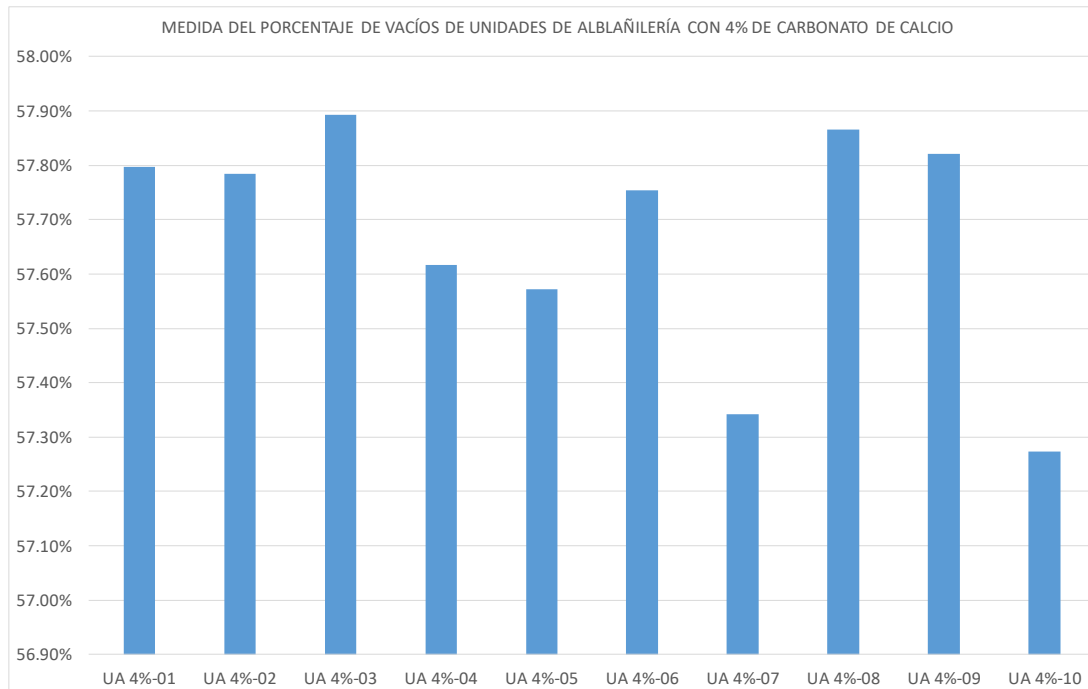
UNIDAD CON 4 % DE CaCO₃
SICUANI
LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12

Forma del ladrillo:
Forma de la celda:
N° de alveolos:

PRISMA RECTO
EXAGONALES
20

N° de Ensayo	Peso de Probeta	Peso de Arena (500 ml)	Densidad
1	180.08	701.64	1.40
2	180.08	702.58	1.41
3	180.08	711.75	1.42
PROMEDIO	180.08	705.32	1.41

MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA BRUTA (cm2)	Vol. Bruto (cm3)	P. Arena + P. Envase	P. Envase	P. Arena	V. Arena	% Área Vacío	V. Vacío	Área Vacío (cm2)	% ÁREA DE VACÍOS
UA 4%-01	28.59	11.48	18.52	328.21	6078.508	5258.93	303.01	4955.92	3513.226	57.8%	3513.226	189.70	57.8%
UA 4%-02	28.69	11.49	18.61	329.65	6134.751	5303.60	303.01	5000.59	3544.892	57.8%	3544.892	190.48	57.8%
UA 4%-03	28.65	11.56	18.55	331.19	6143.649	5322.07	304.74	5017.33	3556.759	57.9%	3556.759	191.74	57.9%
UA 4%-04	28.60	11.55	18.68	330.33	6170.564	5319.97	304.74	5015.23	3555.270	57.6%	3555.270	190.32	57.6%
UA 4%-05	28.73	11.61	18.71	333.56	6240.820	5373.13	304.74	5068.39	3592.955	57.6%	3592.955	192.03	57.6%
UA 4%-06	28.49	11.45	18.47	326.21	6025.108	5213.41	304.74	4908.67	3479.730	57.8%	3479.730	188.40	57.8%
UA 4%-07	28.68	11.62	18.65	333.26	6215.329	5330.57	303.01	5027.56	3564.011	57.3%	3564.011	191.10	57.3%
UA 4%-08	28.73	11.53	18.8	331.26	6227.630	5386.50	303.01	5083.49	3603.659	57.9%	3603.659	191.68	57.9%
UA 4%-09	28.46	11.46	18.56	326.15	6053.374	5240.41	303.01	4937.40	3500.097	57.8%	3500.097	188.58	57.8%
UA 4%-10	28.43	11.45	18.51	325.52	6025.440	5172.77	304.74	4868.03	3450.921	57.3%	3450.921	186.44	57.3%
											Promedio	190.05	57.67%
											Des. Est	1.79	0.002
											CV(%)	0.94%	0.38%



OBSERVACIONES:

El porcentaje de área de vacíos de las Unidades de Albañilería con 4% de adición de carbonato de calcio es de 57.67 %



“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022”



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Ladrillos de la fabrica Paucar - Sicuani

Fecha : viernes, 20 de Octubre de 2023

MEDIDA DEL PORCENTAJE DE VACÍOS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD:

UNIDAD CON 6 % DE CaCO₃

Forma del ladrillo:

PRISMA RECTO

PROCEDENCIA:

SICUANI

Forma de la celda:

EXAGONALES

LADRILLO:

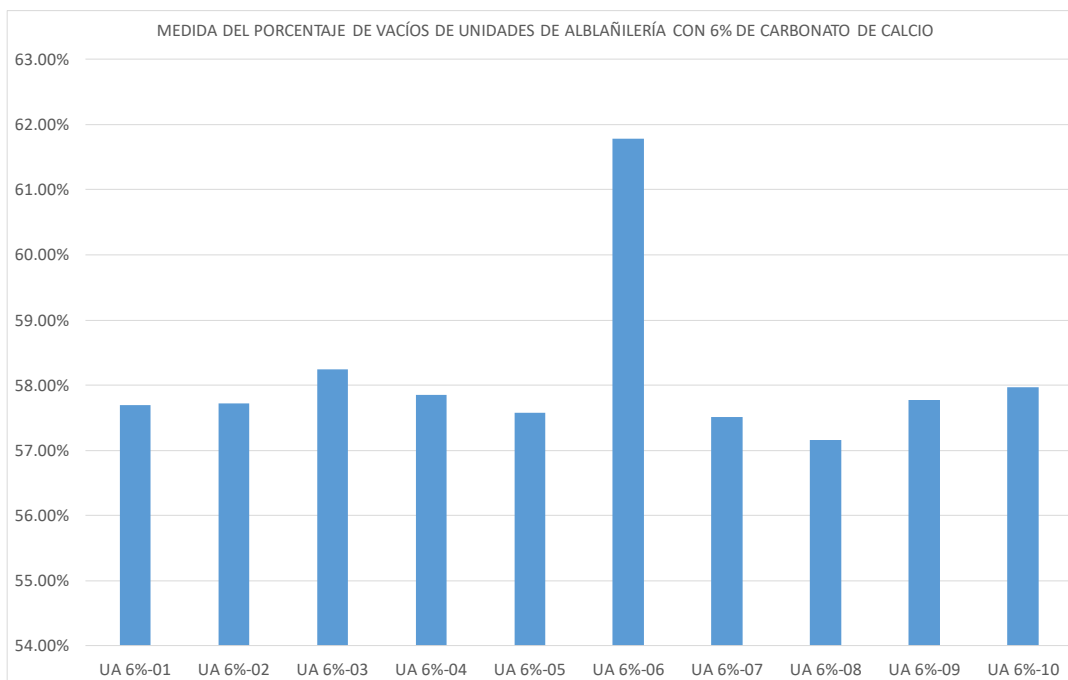
LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12

N° de alveolos:

20

N° de Ensayo	Peso de Probeta	Peso de Arena (500 ml)	Densidad
1	180.08	701.64	1.40
2	180.08	702.58	1.41
3	180.08	711.75	1.42
PROMEDIO	180.08	705.32	1.41

MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA BRUTA (cm2)	Vol. Bruto (cm3)	P. Arena + P. Envase	P. Envase	P. Arena	V. Arena	% Área Vacío	V. Vacío	Área Vacío (cm2)	% ÁREA DE VACÍOS
UA 6%-01	28.65	11.53	18.6	330.33	6144.222	5305.74	304.74	5001.00	3545.183	57.7%	3545.183	190.60	57.7%
UA 6%-02	28.32	11.34	18.46	321.15	5928.407	5129.81	303.01	4826.80	3421.693	57.7%	3421.693	185.36	57.7%
UA 6%-03	28.48	11.39	18.48	324.39	5994.675	5228.29	303.01	4925.28	3491.505	58.2%	3491.505	188.93	58.2%
UA 6%-04	28.68	11.56	18.62	331.54	6173.290	5342.41	304.74	5037.67	3571.178	57.8%	3571.178	191.79	57.8%
UA 6%-05	28.31	11.34	18.47	321.04	5929.524	5121.16	304.74	4816.42	3414.335	57.6%	3414.335	184.86	57.6%
UA 6%-06	26.82	11.39	18.57	305.48	5672.760	5247.16	303.01	4944.15	3504.882	61.8%	3504.882	188.74	61.8%
UA 6%-07	28.18	11.3	18.45	318.43	5875.107	5069.31	303.01	4766.30	3378.805	57.5%	3378.805	183.13	57.5%
UA 6%-08	28.37	11.47	18.56	325.40	6039.496	5174.30	304.74	4869.56	3452.005	57.2%	3452.005	185.99	57.2%
UA 6%-09	28.75	11.58	18.75	332.93	6242.344	5390.84	303.01	5087.83	3606.736	57.8%	3606.736	192.36	57.8%
UA 6%-10	28.46	11.24	18.46	319.89	5905.177	5133.70	304.74	4828.96	3423.224	58.0%	3423.224	185.44	58.0%
Promedio											187.72	58.13%	
Des. Est											3.20	0.013	
CV(%)											1.70%	2.26%	



OBSERVACIONES:

El porcentaje de área de vacíos de las Unidades de Albañilería con 6% de adición de carbonato de calcio es de 58.13 %



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani

Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.613 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. MÉTODO DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA"

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: LADRILLO CON 0 % DE CaCO₃
PROCEDENCIA: SICUANI
LADRILLO: LADRILLO TIPO BLOQUER

Forma del ladrillo: PRISMA RECTO
Forma de la celda: EXAGONALES
N° de alveolos: 20

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a compresión f _b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 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

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	
C=W/A	C: Resistencia compresión del espécimen (Kg/cm ²) W: Carga máxima (Kg), indicada por la máquina de ensayo A: Área bruta de la máquina de contacto (cm ²)

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN
f_b = X - S
X: Promedio de Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
S: Desviación estandar
f _b : Resistencia a la compresión característica (kg/cm ²)

DENOMINACIÓN DE MUESTRA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA SOMETIDA Led Dial (Kg)	Altura (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
UA 0%-01	316.41	20568.42	18.18	65.01
UA 0%-02	316.52	19932.13	18.36	62.97
UA 0%-03	315.39	20165.52	18.21	63.94
UA 0%-04	323.93	20347.64	18.48	62.81
UA 0%-05	317.25	20723.46	18.34	65.32
PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (X)				64.01
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)				1.14
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)				2.00%
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CARACTERÍSTICA				62.87

OBSERVACIONES:

Se clasifica según la Norma de Albañilería E070 como un Ladrillo tipo I



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani

Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.613 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. MÉTODO DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS
DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA"

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: LADRILLO CON 2 % DE CaCO₃
PROCEDENCIA: SICUANI
LADRILLO: LADRILLO TIPO BLOQUER

Forma del ladrillo: PRISMA RECTO
Forma de la celda: EXAGONALES
N° de alveolos: 20

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a compresión f _b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 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

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	
C=W/A	C: Resistencia compresión del espécimen (Kg/cm ²) W: Carga máxima (Kg), indicada por la máquina de ensayo A: Área bruta de la máquina de contacto (cm ²)

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN
f_b = X - S
X: Promedio de Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
S: Desviación estandar
f _b : Resistencia a la compresión característica (kg/cm ²)

DENOMINACIÓN DE MUESTRA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA SOMETIDA Led Dial (Kg)	Altura (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
UA 2%-01	328.37	28576.32	18.18	87.02
UA 2%-02	323.19	29053.02	18.36	89.89
UA 2%-03	328.90	28301.07	18.21	86.05
UA 2%-04	327.98	29145.61	18.48	88.86
UA 2%-05	343.68	28683.49	18.34	83.46
PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (X)				87.06
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)				2.51
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)				3.00%
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CARACTERÍSTICA				84.55

OBSERVACIONES:

Se clasifica según la Norma de Albañilería E070 como un Ladrillo tipo II



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani

Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.613 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. MÉTODO DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA"

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA:	LADRILLO CON 4 % DE CaCO ₃	Forma del ladrillo:	PRISMA RECTO
PROCEDENCIA:	SICUANI	Forma de la celda:	EXAGONALES
LADRILLO:	LADRILLO TIPO BLOQUER	N° de alveolos:	20

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a compresión f _b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 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

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	
C=W/A	C: Resistencia compresión del espécimen (Kg/cm ²) W: Carga máxima (Kg), indicada por la máquina de ensayo A: Área bruta de la máquina de contacto (cm ²)

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN
f_b = X - S
X: Promedio de Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
S: Desviación estandar
f _b : Resistencia a la compresión característica (kg/cm ²)

DENOMINACIÓN DE MUESTRA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA SOMETIDA Led Dial (Kg)	Altura (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
UA 4%-01	328.21	33524.67	18.18	102.14
UA 4%-02	329.65	33981.26	18.36	103.08
UA 4%-03	331.19	37169.12	18.21	112.23
UA 4%-04	330.33	34684.5	18.48	105.00
UA 4%-05	333.56	33961.27	18.34	101.82
PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (X)				104.85
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)				4.3
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)				4.00%
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CARACTERÍSTICA				100.55

OBSERVACIONES:

Se clasifica según la Norma de Albañilería E070 como un Ladrillo tipo III



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani

Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.613 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. MÉTODO DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS
DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA"

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA:	LADRILLO CON 6 % DE CaCO ₃	Forma del ladrillo:	PRISMA RECTO
PROCEDENCIA:	SICUANI	Forma de la celda:	EXAGONALES
LADRILLO:	LADRILLO TIPO BLOQUER	N° de alveolos:	20

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a compresión f _b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 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

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	
C=W/A	C: Resistencia compresión del espécimen (Kg/cm ²) W: Carga máxima (Kg), indicada por la máquina de ensayo A: Área bruta de la máquina de contacto (cm ²)

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN
f' b = X - S
X: Promedio de Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
S: Desviación estandar
f' b: Resistencia a la compresión característica (kg/cm ²)

DENOMINACIÓN DE MUESTRA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA SOMETIDA Led Dial (Kg)	Altura (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
UA 6%-01	328.21	48354.23	18.18	147.33
UA 6%-02	329.65	46916.84	18.36	142.32
UA 6%-03	331.19	50167.07	18.21	151.47
UA 6%-04	330.33	49261.83	18.48	149.13
UA 6%-05	333.56	48952.61	18.34	146.76
PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (X)				147.4
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)				3.38
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)				2.00%
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CARACTERÍSTICA				144.02

OBSERVACIONES:

Se clasifica según la Norma de Albañilería E070 como un Ladrillo tipo IV



**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022”**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista: Bach. Franco Aldair Alata Meza
Muestra: Ladrillos de la fábrica Paucar - Sicuani
Fecha: Lunes, 16 de Octubre de 2023

MEDIDA DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

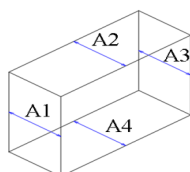
DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD:
PROCEDENCIA:
LADRILLO:

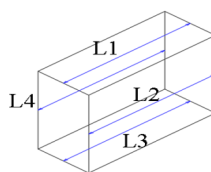
**UNIDAD TRADICIONAL
SICUANI
LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12**

Forma del ladrillo:
Forma de la celda:
N° de alveolos:

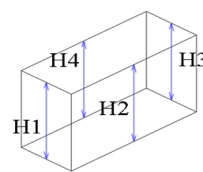
**PRISMA RECTO
EXAGONALES
20**



Ancho



Largo



Alto

0% de CC	1	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	0% de CC	2	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.26	18.34	18.32	18.31	18.18	ALTO	L1	18.48	18.41	18.55	18.48	18.36
	L2	18.32	18.08	18.14	18.18			L2	18.58	18.35	18.35	18.43	
	L3	17.94	18.02	18.06	18.01			L3	18.31	18.14	18.20	18.22	
	L4	18.11	18.24	18.28	18.21			L4	18.22	18.25	18.42	18.30	
ANCHO	C. Superior	11.29	11.25	11.20	11.25	11.24	ANCHO	C. Superior	11.24	11.33	11.27	11.28	11.24
	C. inferior	11.28	11.20	11.20	11.23			C. inferior	11.10	11.26	11.22	11.19	
LARGO	C. Superior	28.35	28.11	28.12	28.19	28.15	LARGO	C. Superior	28.21	28.04	28.17	28.14	28.16
	C. inferior	28.06	28.06	28.21	28.11			C. inferior	28.14	28.12	28.27	28.18	
0% de CC	3	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	0% de CC	4	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	17.96	18.06	18.12	18.05	18.21	ALTO	L1	18.60	18.55	18.50	18.55	18.48
	L2	18.14	18.23	18.50	18.29			L2	18.49	18.30	18.36	18.38	
	L3	18.38	18.35	18.30	18.34			L3	18.37	18.40	18.49	18.42	
	L4	18.29	18.14	18.06	18.16			L4	18.50	18.52	18.62	18.55	
ANCHO	C. Superior	11.17	11.24	11.27	11.23	11.26	ANCHO	C. Superior	11.35	11.50	11.44	11.43	11.41
	C. inferior	11.20	11.35	11.30	11.28			C. inferior	11.36	11.47	11.36	11.40	
LARGO	C. Superior	28.02	27.95	28.15	28.04	28.01	LARGO	C. Superior	28.43	28.30	28.45	28.39	28.39
	C. inferior	28.08	27.97	27.89	27.98			C. inferior	28.43	28.30	28.45	28.39	
0% de CC	5	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	0% de CC	6	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.46	18.49	18.50	18.48	18.34	ALTO	L1	18.34	18.20	18.16	18.23	18.29
	L2	18.50	18.28	18.27	18.35			L2	18.20	18.15	18.33	18.23	
	L3	18.37	18.20	18.22	18.26			L3	18.29	18.30	18.40	18.33	
	L4	18.17	18.20	18.45	18.27			L4	18.42	18.29	18.34	18.35	
ANCHO	C. Superior	11.33	11.35	11.20	11.29	11.29	ANCHO	C. Superior	11.24	11.23	11.20	11.22	11.20
	C. inferior	11.34	11.26	11.28	11.29			C. inferior	11.25	11.17	11.12	11.18	
LARGO	C. Superior	28.06	28.00	27.98	28.01	28.10	LARGO	C. Superior	28.20	28.20	28.20	28.20	28.12
	C. inferior	28.20	28.09	28.27	28.19			C. inferior	27.99	27.94	28.20	28.04	
0% de CC	7	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	0% de CC	8	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.34	18.43	18.50	18.42	18.33	ALTO	L1	18.55	18.40	18.38	18.44	18.31
	L2	18.54	18.23	18.30	18.36			L2	18.34	18.13	18.07	18.18	
	L3	18.33	18.20	18.23	18.25			L3	18.10	18.29	18.26	18.22	
	L4	18.30	18.10	18.40	18.27			L4	18.30	18.40	18.55	18.42	
ANCHO	C. Superior	11.20	11.30	11.28	11.26	11.25	ANCHO	C. Superior	11.40	11.37	11.24	11.34	11.32
	C. inferior	11.25	11.26	11.18	11.23			C. inferior	11.30	11.35	11.25	11.30	
LARGO	C. Superior	28.00	28.04	28.10	28.05	28.09	LARGO	C. Superior	28.10	27.98	28.25	28.11	28.22
	C. inferior	28.25	28.04	28.13	28.14			C. inferior	28.28	28.46	28.26	28.33	
0% de CC	9	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	0% de CC	10	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.60	18.50	18.50	18.53	18.43	ALTO	L1	18.11	18.16	18.09	18.12	18.21
	L2	18.50	18.30	18.30	18.37			L2	18.07	18.10	18.30	18.16	
	L3	18.29	18.40	18.49	18.39			L3	18.30	18.30	18.40	18.33	
	L4	18.42	18.30	18.50	18.41			L4	18.38	18.06	18.20	18.21	
ANCHO	C. Superior	11.25	11.20	11.23	11.23	11.30	ANCHO	C. Superior	11.25	11.36	11.37	11.33	11.35
	C. inferior	11.35	11.35	11.42	11.37			C. inferior	11.29	11.48	11.34	11.37	
LARGO	C. Superior	28.17	28.10	28.40	28.22	28.20	LARGO	C. Superior	28.05	28.06	28.20	28.10	28.09
	C. inferior	28.30	28.10	28.15	28.18			C. inferior	28.04	28.10	28.06	28.07	

OBSERVACIONES:

La realización de las medidas de las longitudes de los ladrillos se realizó con un Vernier.



**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022”**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022
 Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza
 Muestra : Ladrillos de la fabrica Paucar - Sicuani
 Fecha : Lunes, 16 de Octubre de 2023

MEDIDA DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD:
PROCEDENCIA:
LADRILLO:

UNIDAD PATRÓN
SICUANI
LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12

Forma del ladrillo:
Forma de la celda:
N° de alveolos:

PRISMA RECTO
EXAGONALES
20

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a compresión f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 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

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SIN ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO - LARGO				
N°	LARGO	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 0%-01	28.15	28.50	3.48	1.22%
UA 0%-02	28.16	28.50	3.42	1.20%
UA 0%-03	28.01	28.50	4.90	1.72%
UA 0%-04	28.39	28.50	1.07	0.37%
UA 0%-05	28.10	28.50	4.00	1.40%
UA 0%-06	28.12	28.50	3.78	1.33%
UA 0%-07	28.09	28.50	4.07	1.43%
UA 0%-08	28.22	28.50	2.78	0.98%
UA 0%-09	28.20	28.50	2.97	1.04%
UA 0%-10	28.09	28.50	4.15	1.46%
PROMEDIO	28.15	VAR. DIMENSIONAL	3.46	1.21%
Desv. Est	0.10			
CV	0.37%			

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SIN ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO - ANCHO				
N°	ANCHO	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 0%-01	11.24	11.50	2.63	2.29%
UA 0%-02	11.24	11.50	2.63	2.29%
UA 0%-03	11.26	11.50	2.45	2.13%
UA 0%-04	11.41	11.50	0.87	0.75%
UA 0%-05	11.29	11.50	2.07	1.80%
UA 0%-06	11.20	11.50	2.98	2.59%
UA 0%-07	11.25	11.50	2.55	2.22%
UA 0%-08	11.32	11.50	1.82	1.58%
UA 0%-09	11.30	11.50	2.00	1.74%
UA 0%-10	11.35	11.50	1.52	1.32%
PROMEDIO	11.28	VAR. DIMENSIONAL	2.15	1.87%
Desv. Est	0.06			
CV	0.56%			

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SIN ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO - ALTO				
N°	ALTO	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 0%-01	18.18	18.50	3.24	1.75%
UA 0%-02	18.36	18.50	1.45	0.78%
UA 0%-03	18.21	18.50	2.89	1.56%
UA 0%-04	18.48	18.50	0.25	0.14%
UA 0%-05	18.34	18.50	1.57	0.85%
UA 0%-06	18.29	18.50	2.15	1.16%
UA 0%-07	18.33	18.50	1.75	0.95%
UA 0%-08	18.31	18.50	1.86	1.00%
UA 0%-09	18.43	18.50	0.75	0.41%
UA 0%-10	18.21	18.50	2.94	1.59%
PROMEDIO	18.31	VAR. DIMENSIONAL	1.89	1.02%
Desv. Est	0.10			
CV	0.52%			

OBSERVACIONES:

Según los datos obtenidos, las unidades de albañilería con 0% de agregado de carbonato de calcio son menores al 2%, por lo que según la Norma E.070, se clasifican hasta como ladrillos tipo IV.



**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022”**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza
Muestra : Ladrillos de la fabrica Paucar - Siquani
Fecha : lunes, 16 de Octubre de 2023

MEDIDA DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

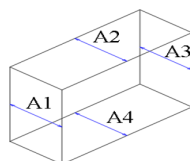
DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD:
PROCEDENCIA:
LADRILLO:

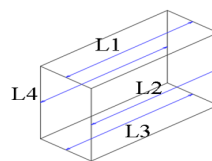
UNIDAD CON 2 % DE CaCO3
SICUANI
LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12

Forma del ladrillo:
Forma de la celda:
N° de alveolos:

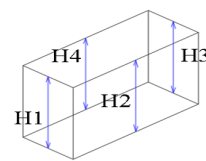
PRISMA RECTO
EXAGONALES
20



Ancho



Largo



Alto

2% de CC	1	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	2% de CC	2	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.54	18.49	18.47	18.50	18.49	ALTO	L1	18.54	18.50	18.50	18.51	18.50
	L2	18.47	18.32	18.50	18.43			L2	18.44	18.30	18.50	18.41	
	L3	18.50	18.49	18.63	18.54			L3	18.50	18.60	18.70	18.60	
	L4	18.60	18.38	18.50	18.49			L4	18.60	18.34	18.46	18.47	
ANCHO	C. Superior	11.50	11.63	11.50	11.54	11.53	ANCHO	C. Superior	11.30	11.40	11.45	11.38	11.40
	C. inferior	11.48	11.56	11.50	11.51			C. inferior	11.40	11.45	11.42	11.42	
LARGO	C. Superior	28.37	28.44	28.50	28.44	28.48	LARGO	C. Superior	28.60	28.24	28.32	28.39	28.35
	C. inferior	28.53	28.45	28.60	28.53			C. inferior	28.28	28.25	28.40	28.31	
2% de CC	3	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	2% de CC	4	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.70	18.80	18.90	18.80	18.63	ALTO	L1	18.70	18.70	18.62	18.67	18.57
	L2	18.90	18.70	18.75	18.78			L2	18.66	18.40	18.50	18.52	
	L3	18.70	18.45	18.39	18.51			L3	18.44	18.48	18.52	18.48	
	L4	18.46	18.30	18.55	18.44			L4	18.57	18.45	18.74	18.59	
ANCHO	C. Superior	11.54	11.56	11.50	11.53	11.48	ANCHO	C. Superior	11.54	11.44	11.40	11.46	11.48
	C. inferior	11.44	11.42	11.42	11.43			C. inferior	11.45	11.60	11.43	11.49	
LARGO	C. Superior	28.90	28.72	28.60	28.74	28.65	LARGO	C. Superior	28.67	28.60	28.73	28.67	28.57
	C. inferior	28.50	28.54	28.64	28.56			C. inferior	28.48	28.45	28.50	28.48	
2% de CC	5	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	2% de CC	6	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.80	18.77	18.90	18.82	18.94	ALTO	L1	19.18	19.00	18.89	19.02	18.94
	L2	18.87	18.80	19.10	18.92			L2	18.86	18.60	18.80	18.75	
	L3	19.10	19.12	19.12	19.11			L3	18.87	18.90	19.00	18.92	
	L4	19.06	18.80	18.84	18.90			L4	19.03	18.90	19.20	19.04	
ANCHO	C. Superior	11.73	11.79	11.79	11.77	11.79	ANCHO	C. Superior	11.69	11.77	11.67	11.71	11.73
	C. inferior	11.79	11.84	11.79	11.81			C. inferior	11.74	11.82	11.70	11.75	
LARGO	C. Superior	29.25	29.03	29.20	29.16	29.15	LARGO	C. Superior	29.00	28.90	29.04	28.98	28.93
	C. inferior	29.17	29.06	29.16	29.13			C. inferior	28.90	28.85	28.87	28.87	
2% de CC	7	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	2% de CC	8	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.73	18.66	18.74	18.71	18.58	ALTO	L1	18.75	18.85	18.93	18.84	18.66
	L2	18.73	18.25	18.50	18.49			L2	18.97	18.54	18.65	18.72	
	L3	18.53	18.49	18.57	18.53			L3	18.68	18.58	18.50	18.59	
	L4	18.60	18.39	18.80	18.60			L4	18.50	18.25	18.71	18.49	
ANCHO	C. Superior	11.50	11.53	11.36	11.46	11.48	ANCHO	C. Superior	11.60	11.59	11.47	11.55	11.62
	C. inferior	11.55	11.47	11.45	11.49			C. inferior	11.78	11.71	11.55	11.68	
LARGO	C. Superior	28.63	28.46	28.64	28.58	28.57	LARGO	C. Superior	28.76	28.67	28.65	28.69	28.65
	C. inferior	28.60	28.60	28.50	28.57			C. inferior	28.58	28.57	28.67	28.61	
2% de CC	9	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	2% de CC	10	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.64	18.55	18.51	18.57	18.58	ALTO	L1	18.93	18.85	18.80	18.86	18.73
	L2	18.51	18.34	18.60	18.48			L2	18.80	18.57	18.64	18.67	
	L3	18.63	18.60	18.70	18.64			L3	18.60	18.50	18.70	18.60	
	L4	18.72	18.45	18.67	18.61			L4	18.65	18.70	18.96	18.77	
ANCHO	C. Superior	11.45	11.47	11.50	11.47	11.46	ANCHO	C. Superior	11.64	11.64	11.62	11.63	11.67
	C. inferior	11.40	11.42	11.50	11.44			C. inferior	11.74	11.90	11.48	11.71	
LARGO	C. Superior	28.44	28.48	28.60	28.51	28.54	LARGO	C. Superior	28.90	28.97	29.00	28.96	28.78
	C. inferior	28.76	28.43	28.50	28.56			C. inferior	28.57	28.60	28.64	28.60	

OBSERVACIONES:

La realización de las medidas de las longitudes de los ladrillos se realizó con un Vernier.



**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022”**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022
Tesista: Bach. Franco Aldair Alata Meza
Muestra: Ladrillos de la fabrica Paucar - Sicuani
Fecha: Lunes, 16 de Octubre de 2023

MEDIDA DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD:
PROCEDENCIA:
LADRILLO:

UNIDAD CON 2 % DE CaCO₃
SICUANI
LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12

Forma del ladrillo:
Forma de la celda:
N° de alveolos:

PRISMA RECTO
EXAGONALES
20

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a compresión f _b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 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

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 2% DE ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO - LARGO				
N°	LARGO	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 2%-01	28.48	28.50	0.18	0.06%
UA 2%-02	28.35	28.50	1.52	0.53%
UA 2%-03	28.65	28.50	-1.50	-0.53%
UA 2%-04	28.57	28.50	-0.72	-0.25%
UA 2%-05	29.15	28.50	-6.45	-2.26%
UA 2%-06	28.93	28.50	-4.27	-1.50%
UA 2%-07	28.57	28.50	-0.72	-0.25%
UA 2%-08	28.65	28.50	-1.50	-0.53%
UA 2%-09	28.54	28.50	-0.35	-0.12%
UA 2%-10	28.78	28.50	-2.80	-0.98%
PROMEDIO	28.67	VARIACIÓN DIMENSIONAL	-1.66	-0.58%
Desv. Est	0.23			
CV	0.81%			

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 2% DE ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO - ANCHO				
N°	ANCHO	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 2%-01	11.53	11.50	-0.28	-0.25%
UA 2%-02	11.40	11.50	0.97	0.84%
UA 2%-03	11.48	11.50	0.20	0.17%
UA 2%-04	11.48	11.50	0.23	0.20%
UA 2%-05	11.79	11.50	-2.88	-2.51%
UA 2%-06	11.73	11.50	-2.32	-2.01%
UA 2%-07	11.48	11.50	0.23	0.20%
UA 2%-08	11.62	11.50	-1.17	-1.01%
UA 2%-09	11.46	11.50	0.43	0.38%
UA 2%-10	11.67	11.50	-1.70	-1.48%
PROMEDIO	11.56	VARIACIÓN DIMENSIONAL	-0.63	-0.55%
Desv. Est	0.13			
CV	1.13%			

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 2% DE ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO - ALTO				
N°	ALTO	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 2%-01	18.49	18.50	0.09	0.05%
UA 2%-02	18.50	18.50	0.02	0.01%
UA 2%-03	18.63	18.50	-1.33	-0.72%
UA 2%-04	18.57	18.50	-0.65	-0.35%
UA 2%-05	18.94	18.50	-4.40	-2.38%
UA 2%-06	18.94	18.50	-4.36	-2.36%
UA 2%-07	18.58	18.50	-0.82	-0.45%
UA 2%-08	18.66	18.50	-1.59	-0.86%
UA 2%-09	18.58	18.50	-0.77	-0.41%
UA 2%-10	18.73	18.50	-2.25	-1.22%
PROMEDIO	18.66	VARIACIÓN DIMENSIONAL	-1.61	-0.87%
Desv. Est	0.16			
CV	0.87%			

OBSERVACIONES:

Según los datos obtenidos, las unidades de albañilería con 2% de agregado de carbonato de calcio son menores al 1%, por lo que según la Norma E.070, se clasifican hasta como ladrillos tipo V.



**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022”**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Ladrillos de la fabrica Paucar - Siquani

Fecha : Lunes, 16 de Octubre de 2023

MEDIDA DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

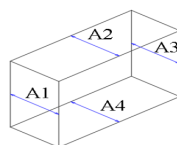
DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD:
PROCEDENCIA:
LADRILLO:

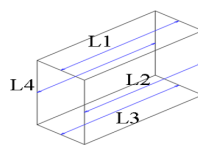
UNIDAD CON 4 % DE CaCO₃
SICUANI
LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12

Forma del ladrillo:
Forma de la celda:
N° de alveolos:

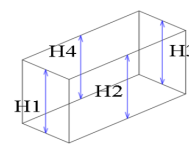
PRISMA RECTO
EXAGONALES
20



Ancho



Largo



Alto

4% de CC	1	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	4% de CC	2	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.43	18.37	18.38	18.39	18.52	ALTO	L1	18.76	18.83	18.80	18.80	18.61
	L2	18.40	18.24	18.53	18.39			L2	18.86	18.45	18.49	18.60	
	L3	18.68	18.79	18.80	18.76			L3	18.58	18.52	18.46	18.52	
	L4	18.73	18.47	18.46	18.55			L4	18.54	18.30	18.70	18.51	
ANCHO	C. Superior	11.43	11.54	11.42	11.46	11.48	ANCHO	C. Superior	11.53	11.50	11.43	11.49	11.49
	C. inferior	11.44	11.54	11.53	11.50			C. inferior	11.56	11.45	11.49	11.50	
LARGO	C. Superior	28.50	28.52	28.77	28.60	28.59	LARGO	C. Superior	28.68	28.66	28.67	28.67	28.69
	C. inferior	28.64	28.58	28.54	28.59			C. inferior	28.70	28.63	28.80	28.71	
4% de CC	1	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	4% de CC	2	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.89	18.80	18.70	18.80	18.55	ALTO	L1	18.78	18.82	18.90	18.83	18.68
	L2	18.65	18.34	18.60	18.53			L2	18.89	18.65	18.67	18.74	
	L3	18.00	18.00	18.65	18.22			L3	18.67	18.56	18.50	18.58	
	L4	18.60	18.42	18.90	18.64			L4	18.56	18.50	18.70	18.59	
ANCHO	C. Superior	11.56	11.56	11.58	11.57	11.56	ANCHO	C. Superior	11.67	11.62	11.42	11.57	11.55
	C. inferior	11.53	11.60	11.53	11.55			C. inferior	11.54	11.60	11.44	11.53	
LARGO	C. Superior	28.63	28.84	28.78	28.75	28.65	LARGO	C. Superior	28.57	28.58	28.63	28.59	28.60
	C. inferior	28.55	28.40	28.70	28.55			C. inferior	28.60	28.54	28.67	28.60	
4% de CC	1	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	4% de CC	2	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.70	18.64	18.73	18.69	18.71	ALTO	L1	18.70	18.69	18.67	18.69	18.47
	L2	18.67	18.55	18.84	18.69			L2	18.67	18.26	18.38	18.44	
	L3	18.80	18.86	18.80	18.82			L3	18.28	18.25	18.33	18.29	
	L4	18.79	18.40	18.68	18.62			L4	18.36	18.37	18.70	18.48	
ANCHO	C. Superior	11.64	11.60	11.55	11.60	11.61	ANCHO	C. Superior	11.48	11.46	11.40	11.45	11.45
	C. inferior	11.60	11.70	11.54	11.61			C. inferior	11.50	11.45	11.43	11.46	
LARGO	C. Superior	28.75	28.66	28.84	28.75	28.73	LARGO	C. Superior	28.39	28.26	28.46	28.37	28.49
	C. inferior	28.73	28.71	28.69	28.71			C. inferior	28.72	28.57	28.53	28.61	
4% de CC	1	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	4% de CC	2	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.70	18.74	18.85	18.76	18.65	ALTO	L1	19.10	19.00	18.98	19.03	18.80
	L2	18.80	18.57	18.70	18.69			L2	19.00	18.48	18.60	18.69	
	L3	18.69	18.61	18.55	18.62			L3	18.60	18.62	18.65	18.62	
	L4	18.58	18.34	18.66	18.53			L4	18.78	18.75	19.00	18.84	
ANCHO	C. Superior	11.56	11.65	11.52	11.58	11.62	ANCHO	C. Superior	11.70	11.40	11.50	11.53	11.53
	C. inferior	11.69	11.73	11.57	11.66			C. inferior	11.65	11.57	11.38	11.53	
LARGO	C. Superior	28.66	28.74	28.63	28.68	28.68	LARGO	C. Superior	28.67	28.70	28.90	28.76	28.73
	C. inferior	28.69	28.56	28.78	28.68			C. inferior	28.70	28.70	28.70	28.70	
4% de CC	1	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	4% de CC	2	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.80	18.78	18.90	18.83	18.56	ALTO	L1	18.55	18.60	18.64	18.60	18.51
	L2	18.89	18.40	18.36	18.55			L2	18.67	18.42	18.61	18.57	
	L3	18.40	18.34	18.37	18.37			L3	18.60	18.44	18.42	18.49	
	L4	18.37	18.28	18.80	18.48			L4	18.40	18.22	18.50	18.37	
ANCHO	C. Superior	11.56	11.42	11.36	11.45	11.46	ANCHO	C. Superior	11.48	11.50	11.38	11.45	11.45
	C. inferior	11.54	11.45	11.40	11.46			C. inferior	11.40	11.47	11.46	11.44	
LARGO	C. Superior	28.56	28.50	28.49	28.52	28.46	LARGO	C. Superior	28.20	28.14	28.38	28.24	28.43
	C. inferior	28.40	28.30	28.50	28.40			C. inferior	28.60	28.66	28.59	28.62	

OBSERVACIONES:

La realización de las medidas de las longitudes de los ladrillos se realizó con un Vernier.



**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022”**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022
 Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza
 Muestra : Ladrillos de la fabrica Paucar - Sicuani
 Fecha : Lunes, 16 de Octubre de 2023

MEDIDA DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD: UNIDAD CON 4 % DE CaCO₃ **Forma del ladrillo:** PRISMA RECTO
PROCEDENCIA: SICUANI **Forma de la celda:** EXAGONALES
LADRILLO: LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12 **N° de alveolos:** 20

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a compresión f_{cd} mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 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

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 4% DE ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO - LARGO				
N°	LARGO	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 4%-01	28.59	28.50	-0.90	-0.32%
UA 4%-02	28.69	28.50	-1.90	-0.67%
UA 4%-03	28.65	28.50	-1.50	-0.53%
UA 4%-04	28.60	28.50	-1.00	-0.35%
UA 4%-05	28.73	28.50	-2.30	-0.81%
UA 4%-06	28.49	28.50	0.10	0.04%
UA 4%-07	28.68	28.50	-1.80	-0.63%
UA 4%-08	28.73	28.50	-2.30	-0.81%
UA 4%-09	28.46	28.50	0.40	0.14%
UA 4%-10	28.43	28.50	0.70	0.25%
PROMEDIO	28.61	VARIACIÓN DIMENSIONAL	-1.05	-0.37%
Desv. Est	0.11			
CV	0.39%			

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 4% DE ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO - ANCHO				
N°	ANCHO	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 4%-01	11.48	11.50	0.20	0.17%
UA 4%-02	11.49	11.50	0.10	0.09%
UA 4%-03	11.56	11.50	-0.60	-0.52%
UA 4%-04	11.55	11.50	-0.50	-0.43%
UA 4%-05	11.61	11.50	-1.10	-0.96%
UA 4%-06	11.45	11.50	0.50	0.43%
UA 4%-07	11.62	11.50	-1.20	-1.04%
UA 4%-08	11.53	11.50	-0.30	-0.26%
UA 4%-09	11.46	11.50	0.40	0.35%
UA 4%-10	11.45	11.50	0.50	0.43%
PROMEDIO	11.52	VARIACIÓN DIMENSIONAL	-0.20	-0.17%
Desv. Est	0.06			
CV	0.55%			

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 4% DE ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO - ALTO				
N°	ALTO	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 4%-01	18.52	18.50	-0.20	-0.11%
UA 4%-02	18.61	18.50	-1.10	-0.59%
UA 4%-03	18.55	18.50	-0.50	-0.27%
UA 4%-04	18.68	18.50	-1.80	-0.97%
UA 4%-05	18.71	18.50	-2.10	-1.14%
UA 4%-06	18.47	18.50	0.30	0.16%
UA 4%-07	18.65	18.50	-1.50	-0.81%
UA 4%-08	18.80	18.50	-3.00	-1.62%
UA 4%-09	18.56	18.50	-0.60	-0.32%
UA 4%-10	18.51	18.50	-0.10	-0.05%
PROMEDIO	18.61	VARIACIÓN DIMENSIONAL	-1.06	-0.57%
Desv. Est	0.10			
CV	0.56%			

OBSERVACIONES:

Según los datos obtenidos, las unidades de albañilería con 4% de agregado de carbonato de calcio son menores al 1%, por lo que según la Norma E.070, se clasifican hasta como ladrillos tipo V.



**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022”**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Ladrillos de la fábrica Paucar - Sicuani

Fecha : Lunes, 16 de Octubre de 2023

MEDIDA DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

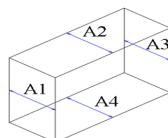
DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD:
PROCEDENCIA:
LADRILLO:

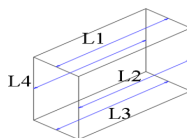
UNIDAD CON 6 % DE CaCO₃
SICUANI
LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12

Forma del ladrillo:
Forma de la celda:
N° de alveolos:

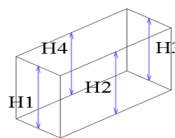
PRISMA RECTO
EXAGONALES
20



Ancho



Largo



Alto

6% de CC	1	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	6% de CC	2	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.75	18.80	18.66	18.74	18.60	ALTO	L1	18.50	18.60	18.70	18.60	18.46
	L2	18.73	18.55	18.52	18.60			L2	18.63	18.36	18.46	18.48	
	L3	18.55	18.50	18.47	18.51			L3	18.45	18.34	18.38	18.39	
	L4	18.48	18.47	18.70	18.55			L4	18.39	18.25	18.50	18.38	
ANCHO	C. Superior	11.50	11.60	11.45	11.52	11.53	ANCHO	C. Superior	11.35	11.36	11.29	11.33	11.34
	C. inferior	11.55	11.58	11.48	11.54			C. inferior	11.30	11.36	11.40	11.35	
LARGO	C. Superior	28.49	28.50	28.64	28.54	28.65	LARGO	C. Superior	28.30	28.22	28.23	28.25	28.32
	C. inferior	28.80	28.65	28.80	28.75			C. inferior	28.49	28.30	28.37	28.39	
6% de CC	3	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	6% de CC	4	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.30	18.34	18.30	18.31	18.48	ALTO	L1	18.83	18.77	18.69	18.76	18.62
	L2	18.38	18.48	18.74	18.53			L2	18.60	18.44	18.46	18.50	
	L3	18.70	18.61	18.53	18.61			L3	18.48	18.52	18.59	18.53	
	L4	18.57	18.44	18.38	18.46			L4	18.66	18.59	18.86	18.70	
ANCHO	C. Superior	11.39	11.28	11.41	11.36	11.39	ANCHO	C. Superior	11.53	11.50	11.49	11.51	11.56
	C. inferior	11.40	11.50	11.38	11.43			C. inferior	11.54	11.76	11.56	11.62	
LARGO	C. Superior	28.68	28.46	28.64	28.59	28.48	LARGO	C. Superior	28.82	28.75	28.99	28.85	28.68
	C. inferior	28.40	28.38	28.33	28.37			C. inferior	28.52	28.47	28.50	28.50	
6% de CC	5	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	6% de CC	6	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.56	18.56	18.60	18.57	18.47	ALTO	L1	18.60	18.67	18.72	18.66	18.57
	L2	18.60	18.40	18.50	18.50			L2	18.74	18.66	18.54	18.65	
	L3	18.50	18.35	18.36	18.40			L3	18.62	18.50	18.40	18.51	
	L4	18.35	18.28	18.55	18.39			L4	18.47	18.36	18.56	18.46	
ANCHO	C. Superior	11.34	11.34	11.30	11.33	11.34	ANCHO	C. Superior	11.30	11.32	11.38	11.33	11.39
	C. inferior	11.48	11.27	11.32	11.36			C. inferior	11.42	11.50	11.43	11.45	
LARGO	C. Superior	28.34	28.20	28.28	28.27	28.31	LARGO	C. Superior	28.64	28.49	28.76	28.63	28.49
	C. inferior	28.30	28.28	28.43	28.34			C. inferior	28.38	28.34	28.30	28.34	
6% de CC	7	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	6% de CC	8	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	18.16	18.35	18.50	18.34	18.45	ALTO	L1	18.60	18.60	18.56	18.59	18.56
	L2	18.53	18.47	18.75	18.58			L2	18.54	18.17	18.57	18.43	
	L3	18.76	18.50	18.51	18.59			L3	18.70	18.68	18.75	18.71	
	L4	18.50	18.14	18.18	18.27			L4	18.70	18.24	18.58	18.51	
ANCHO	C. Superior	11.28	11.25	11.28	11.27	11.30	ANCHO	C. Superior	11.46	11.54	11.44	11.48	11.47
	C. inferior	11.31	11.38	11.28	11.32			C. inferior	11.50	11.51	11.39	11.47	
LARGO	C. Superior	28.50	28.13	28.20	28.28	28.18	LARGO	C. Superior	28.25	28.18	28.30	28.24	28.37
	C. inferior	28.00	28.00	28.24	28.08			C. inferior	28.62	28.40	28.46	28.49	
6% de CC	9	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad	6% de CC	10	L. izquierdo	L. Medio	L. derecho	Promedio Parcial	Promedio de unidad
ALTO	L1	19.05	18.97	18.86	18.96	18.75	ALTO	L1	18.36	18.30	18.31	18.32	18.46
	L2	18.75	18.40	18.59	18.58			L2	18.32	18.36	18.64	18.44	
	L3	18.60	18.67	18.72	18.66			L3	18.68	18.56	18.60	18.61	
	L4	18.72	18.64	19.07	18.81			L4	18.62	18.36	18.40	18.46	
ANCHO	C. Superior	11.60	11.50	11.46	11.52	11.58	ANCHO	C. Superior	11.27	11.16	11.32	11.25	11.24
	C. inferior	11.64	11.80	11.50	11.65			C. inferior	11.26	11.10	11.34	11.23	
LARGO	C. Superior	28.82	28.77	28.95	28.85	28.75	LARGO	C. Superior	28.50	28.28	28.34	28.37	28.46
	C. inferior	28.72	28.65	28.61	28.66			C. inferior	28.58	28.50	28.58	28.55	

OBSERVACIONES:

La realización de las medidas de las longitudes de los ladrillos se realizó con un Vernier.



**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022”**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022
 Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza
 Muestra : Ladrillos de la fabrica Paucar - Sicuani
 Fecha : Lunes, 16 de Octubre de 2023

MEDIDA DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613 "Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS RECOLECTADOS

UNIDAD:
PROCEDENCIA:
LADRILLO:

UNIDAD CON 6 % DE CaCO₃
SICUANI
LADRILLO TIPO BLOQUER N° 12

Forma del ladrillo:
Forma de la celda:
N° de alveolos:

PRISMA RECTO
EXAGONALES
20

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a compresión f _b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 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

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 6% DE ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO - LARGO				
N°	LARGO	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 6%-01	28.65	28.50	-1.47	-0.51%
UA 6%-02	28.32	28.50	1.82	0.64%
UA 6%-03	28.48	28.50	0.18	0.06%
UA 6%-04	28.68	28.50	-1.75	-0.61%
UA 6%-05	28.31	28.50	1.95	0.68%
UA 6%-06	28.49	28.50	0.15	0.05%
UA 6%-07	28.18	28.50	3.22	1.13%
UA 6%-08	28.37	28.50	1.32	0.46%
UA 6%-09	28.75	28.50	-2.53	-0.89%
UA 6%-10	28.46	28.50	0.37	0.13%
PROMEDIO	28.47	ARIACIÓN DIMENSIONAL	0.33	0.11%
Desv. Est	0.18			
CV	0.64%			

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 6% DE ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO - ANCHO				
N°	ANCHO	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 6%-01	11.53	11.50	-0.27	-0.23%
UA 6%-02	11.34	11.50	1.57	1.36%
UA 6%-03	11.39	11.50	1.07	0.93%
UA 6%-04	11.56	11.50	-0.63	-0.55%
UA 6%-05	11.34	11.50	1.58	1.38%
UA 6%-06	11.39	11.50	1.08	0.94%
UA 6%-07	11.30	11.50	2.03	1.77%
UA 6%-08	11.47	11.50	0.27	0.23%
UA 6%-09	11.58	11.50	-0.83	-0.72%
UA 6%-10	11.24	11.50	2.58	2.25%
PROMEDIO	11.42	ARIACIÓN DIMENSIONAL	0.84	0.73%
Desv. Est	0.12			
CV	1.02%			

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 6% DE ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO - ALTO				
N°	ALTO	DISEÑO (cm)	Variación (mm)	% de variación
UA 6%-01	18.60	18.50	-0.98	-0.53%
UA 6%-02	18.46	18.50	0.37	0.20%
UA 6%-03	18.48	18.50	0.19	0.10%
UA 6%-04	18.62	18.50	-1.24	-0.67%
UA 6%-05	18.47	18.50	0.32	0.18%
UA 6%-06	18.57	18.50	-0.70	-0.38%
UA 6%-07	18.45	18.50	0.54	0.29%
UA 6%-08	18.56	18.50	-0.57	-0.31%
UA 6%-09	18.75	18.50	-2.53	-1.37%
UA 6%-10	18.46	18.50	0.41	0.22%
PROMEDIO	18.54	ARIACIÓN DIMENSIONAL	-0.42	-0.23%
Desv. Est	0.10			
CV	0.53%			

OBSERVACIONES:

Según los datos obtenidos, las unidades de albañilería con 6% de agregado de carbonato de calcio son menores al 1%, por lo que según la Norma E.070, se clasifican hasta como ladrillos tipo V.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani

Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

MODULO DE RETURA (ENSAYO DE FLEXIÓN)

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.613 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS DEL ESPÉCIMEN

MUESTRA: LADRILLO CON 0 % DE CaCO₃
PROCEDENCIA: SICUANI
LADRILLO: LADRILLO TIPO BLOQUER

Forma del ladrillo: PRISMA RECTO
Forma de la celda: EXAGONALES
N° de alveolos: 20

$$S = \frac{3W(\frac{l}{2} - x)}{bd^2}$$

Donde:

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla, **Pa**
- W = Máxima carga aplicada con la máquina de ensayo, N
- l = Distancia entre apoyos, mm
- b = Ancho neto (entre caras, restando los huecos) del espécimen en el plano de falla, mm.
- d = Espesor del espécimen en el plano de falla, mm.
- x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla medida en la dirección entre apoyos, a lo largo de la línea central de la superficie sujeta a tracción, mm.

MUESTRA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	SEPARACIÓN (mm)	CARA 1			CARA 2			PROMEDIO (mm)	Carga (N)	S(Pa)
					X1 (mm)	X2 (mm)	X3 (mm)	X4 (mm)	X5 (mm)	X6 (mm)	X (mm)		
F0-1	283.90	114.10	184.80	260.00	13.1	30.1	30.1	16.1	17.1	14.1	20.1	7,359.09	622.95
F0-2	281.00	112.90	183.40	260.00	11.5	13.5	4.5	29.5	61.5	62.5	30.5	7,654.14	601.66
F0-3	282.00	113.00	184.30	260.00	-11.0	-3.0	15.0	4.0	59.0	60.0	20.7	7,353.00	628.36
F0-4	280.90	112.50	183.30	260.00	14.6	22.6	11.6	4.6	14.6	15.6	13.9	7,474.44	688.84
F0-5	282.20	113.20	183.10	260.00	0.9	9.1	13.1	5.1	13.1	13.1	9.1	7,551.12	721.86
Promedio (Pa)													652.73
Desviación Estándar ()													50.43
Coeficiente de variación													7.73%
Resistencia típica (Pa)													602.30

OBSERVACIONES:

Las unidades de albañilería en estudio con 0% de adición de Carbonato de Calcio tiene una resistencia típica de 602.3 Pa.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022
Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza
Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani
Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

MODULO DE RETURA (ENSAYO DE FLEXIÓN)

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.613 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS DEL ESPÉCIMEN

MUESTRA:	LADRILLO CON 2 % DE CaCO ₃	Forma del ladrillo:	PRISMA RECTO
PROCEDENCIA:	SICUANI	Forma de la celda:	EXAGONALES
LADRILLO:	LADRILLO TIPO BLOQUER	N° de alveolos:	20

$$S = \frac{3W(\frac{l}{2} - x)}{bd^2}$$

Donde:

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla, Pa
W = Máxima carga aplicada con la máquina de ensayo, N
l = Distancia entre apoyos, mm
b = Ancho neto (entre caras, restando los huecos) del espécimen en el plano de falla, mm.
d = Espesor del espécimen en el plano de falla, mm.
x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla medida en la dirección entre apoyos, a lo largo de la línea central de la superficie sujeta a tracción, mm.

MUESTRA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	SEPARACIÓN (mm)	CARA 1			CARA 2			PROMEDIO (mm)	Carga (N)	S(Pa)
					X1 (mm)	X2 (mm)	X3 (mm)	X4 (mm)	X5 (mm)	X6 (mm)	X (mm)		
F2-1	289.3	117.3	189.4	260	3.35	38.35	59.35	18.35	17.35	4.35	23.5	10,576.79	802.97
F2-2	285.7	114.8	185.8	260	-4.85	8.15	25.15	62.15	62.15	62.15	35.8	9,354.24	666.92
F2-3	286.5	116.2	186.6	260	29.75	64.75	64.75	-7.25	-31.25	-35.25	14.3	9,522.07	817.23
F2-4	285.4	114.6	185.8	260	2.3	-9.7	-19.7	10.3	52.3	82.3	19.6	9,850.13	824.38
F2-5	287.8	116.7	187.3	260	26.1	66.1	66.1	-14.9	11.1	14.1	28.1	9,315.72	695.61
Promedio (Pa)													761.42
Desviación Estándar ()													74.27
Coeficiente de variación													9.75%
Resistencia típica (Pa)													687.15

OBSERVACIONES:

Las unidades de albañilería en estudio con 2% de adición de Carbonato de Calcio tiene una resistencia típica de 687.15 Pa.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022
Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza
Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani
Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

MODULO DE RETURA (ENSAYO DE FLEXIÓN)

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.613 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS DEL ESPÉCIMEN

MUESTRA:	LADRILLO CON 4 % DE CaCO ₃	Forma del ladrillo:	PRISMA RECTO
PROCEDENCIA:	SICUANI	Forma de la celda:	EXAGONALES
LADRILLO:	LADRILLO TIPO BLOQUER	N° de alveolos:	20

$$S = \frac{3W(\frac{l}{2} - x)}{bd^2}$$

Donde:

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla, Pa
W = Máxima carga aplicada con la máquina de ensayo, N
l = Distancia entre apoyos, mm
b = Ancho neto (entre caras, restando los huecos) del espécimen en el plano de falla, mm.
d = Espesor del espécimen en el plano de falla, mm.
x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla medida en la dirección entre apoyos, a lo largo de la línea central de la superficie sujeta a tracción, mm.

MUESTRA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	SEPARACIÓN (mm)	CARA 1			CARA 2			PROMEDIO (mm)	Carga (N)	S(Pa)
					X1 (mm)	X2 (mm)	X3 (mm)	X4 (mm)	X5 (mm)	X6 (mm)	X (mm)		
F4-1	284.9	114.5	184.7	260	17.55	11.55	19.55	5.55	20.55	19.55	15.7	10,346.41	908.14
F4-2	286.8	116.2	186.5	260	-5.4	15.6	30.6	28.6	25.6	8.6	17.3	9,859.34	825.01
F4-3	287.3	115.3	188	260	13.35	26.35	38.35	13.35	26.35	38.35	26.0	10,660.72	816.07
F4-4	284.6	114.6	185.6	260	-12.3	17.7	17.7	29.7	64.7	65.7	30.5	10,553.21	797.71
F4-5	284.3	114.5	185.1	260	16.85	25.85	38.85	10.85	-9.15	-14.15	11.5	10,977.61	994.64
Promedio (Pa)													868.31
Desviación Estándar ()													82.37
Coeficiente de variación													9.49%
Resistencia típica (Pa)													785.95

OBSERVACIONES:

Las unidades de albañilería en estudio con 4% de adición de Carbonato de Calcio tiene una resistencia típica de 785.95 Pa.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani

Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

MODULO DE RETURA (ENSAYO DE FLEXIÓN)

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.613 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería"

DATOS DEL ESPÉCIMEN

MUESTRA:	LADRILLO CON 6 % DE CaCO ₃	Forma del ladrillo:	PRISMA RECTO
PROCEDENCIA:	SICUANI	Forma de la celda:	EXAGONALES
LADRILLO:	LADRILLO TIPO BLOQUER	N° de alveolos:	20

$$S = \frac{3W(\frac{l}{2} - x)}{bd^2}$$

Donde:

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla, **Pa**
- W = Máxima carga aplicada con la máquina de ensayo, N
- l = Distancia entre apoyos, mm
- b = Ancho neto (entre caras, restando los huecos) del espécimen en el plano de falla, mm.
- d = Espesor del espécimen en el plano de falla, mm.
- x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla medida en la dirección entre apoyos, a lo largo de la línea central de la superficie sujeta a tracción, mm.

MUESTRA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	SEPARACIÓN (mm)	CARA 1			CARA 2			PROMEDIO (mm)	Carga (N)	S(Pa)
					X1 (mm)	X2 (mm)	X3 (mm)	X4 (mm)	X5 (mm)	X6 (mm)	X (mm)		
F6-1	284.9	113.9	185.7	260	8.55	28.55	29.55	2.55	11.55	8.55	14.9	9,593.91	843.54
F6-2	281.8	113	184.5	260	5.1	-1.9	-10.9	-28.9	-33.9	-26.9	-16.2	7,408.42	844.93
F6-3	283.7	114.7	185.6	260	23.15	43.15	42.15	12.15	38.15	45.15	34.0	9,786.03	713.44
F6-4	287.5	115.8	187.5	260	-3.75	13.25	4.25	19.25	58.25	66.25	26.3	9,714.28	742.69
F6-5	284.6	112.4	184.6	260	-4.3	19.7	29.7	15.7	7.7	-15.3	8.9	8,995.41	853.45
Promedio (Pa)													799.61
Desviación Estándar (σ)													66.23
Coeficiente de variación													8.28%
Resistencia típica (Pa)													733.38

OBSERVACIONES:

Las unidades de albañilería en estudio con 6% de adición de Carbonato de Calcio tiene una resistencia típica de 733.38 Pa.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani

Fecha : 05 Y 06 de diciembre del 2023

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE DOS UNIDADES

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.605 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESION DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA"

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: PILAS CON LADRILLO BLOQUER TRADICIONAL
PROCEDENCIA: SICUANI
LADRILLO: LADRILLO TIPO BLOQUER

Forma del ladrillo:
Forma de la celda:
N° de alveolos:

PRISMA RECTO
EXAGONALES
20

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg/cm ²)				
Materia Prima	Denominación	Unidad	Pilas	Muretes
		f _b	f _m	v _m
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Silice - cal	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar y mecano (*)	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
Concreto	Bloque Tipo P(*)	4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.1)
		6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)

Código	h1	h2	h3	h4	Promedio
P0-1	37.5	37.8	37.7	37.9	37.7
P0-2	37.6	37.7	37.7	37.7	37.7
P0-3	38.4	38.7	38.6	38.6	38.6

LARGO	ANCHO	ALTO
28.12	11.20	18.29
28.09	11.25	18.33
28.22	11.32	18.31

hp/tp	f. corrección
3.37	1.0799
3.35	1.0793
3.41	1.0809

DENOMINACIÓN DE MUESTRA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	HP/TP	FC	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)
P0-1	315.01	3.37	1.080	22798.92	78.16
P0-2	315.91	3.35	1.079	20980.58	71.68
P0-3	319.42	3.41	1.081	19924.50	67.42
PROMEDIO f _m (kg/cm ²)					72.42
DESVIACIÓN ESTANDAR					5.41
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)					7.46%
f _m					67.01

OBSERVACIONES:

Según la Norma E.070, se clasifica a las Pilas con 0% de adición de carbonato de calcio como un equivalente a King Kong Industrial.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani

Fecha : miércoles, 6 de Diciembre de 2023

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE DOS UNIDADES

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.605 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESION DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA"

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: PILAS CON 2 % DE CaCO₃
PROCEDENCIA: SICUANI
LADRILLO: LADRILLO TIPO BLOQUER

Forma del ladrillo: PRISMA RECTO
Forma de la celda: EXAGONALES
N° de alveolos: 20

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg/cm ²)				
Materia Prima	Denominación	Unidad	Pilas	Muretes
		f'b	f'm	v'm
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Silice - cal	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar y mecano (*)	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
Concreto	Bloque Tipo P(*)	4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.1)
		6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)

Código	h1	h2	h3	h4	Promedio
P2-1	38.4	38.3	38.3	38.4	38.4
P2-2	38.0	38.0	38.4	38.5	38.2
P2-3	38.5	38.5	38.0	38.1	38.3

LARGO	ANCHO	ALTO
28.93	11.73	18.94
28.57	11.48	18.58
28.65	11.62	18.66

hp/tp	f. corrección
3.27	1.0772
3.33	1.0788
3.30	1.078

DENOMINACIÓN DE MUESTRA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	HP/TP	FC	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)
P2-1	339.36	3.27	1.077	24038.58	76.30
P2-2	327.91	3.33	1.079	25919.52	85.27
P2-3	332.82	3.30	1.078	23520.58	76.18
PROMEDIO (kg/cm ²)					79.25
DESVIACIÓN ESTANDAR					5.21
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)					6.58%
f'm					74.04

OBSERVACIONES:

Según la Norma E.070, se clasifica a las Pilas con 2% de adición de carbonato de calcio como un equivalente a King Kong Industrial.



**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022”**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani

Fecha : miércoles, 6 de Diciembre de 2023

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE DOS UNIDADES

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.605 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESION DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA"

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: PILAS CON 4 % DE CaCO₃
PROCEDENCIA: SICUANI
LADRILLO: LADRILLO TIPO BLOQUER

Forma del ladrillo: PRISMA RECTO
Forma de la celda: EXAGONALES
N° de alveolos: 20

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg/cm ²)				
Materia Prima	Denominación	Unidad	Pilas	Muretes
Arcilla	King Kong Artesanal	f _b 5.4 (55)	f _m 3.4 (35)	v _m 0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
Silice - cal	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar y mecano (*)	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
		4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.1)
Concreto	Bloque Tipo P(*)	6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)

Código	h1	h2	h3	h4	Promedio
P4-1	38.3	38.6	38.2	38.4	38.4
P4-2	37.9	38.1	38.0	38.5	38.1
P4-3	38.6	38.6	38.5	38.1	38.5

LARGO	ANCHO	ALTO
28.49	11.45	18.47
28.68	11.62	18.65
28.73	11.53	18.80

hp/tp	f. corrección
3.35	1.0793
3.28	1.0775
3.34	1.0791

DENOMINACIÓN DE MUESTRA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	HP/TP	FC	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)
P4-1	326.21	3.35	1.079	26259.37	86.88
P4-2	333.26	3.28	1.078	28168.6	91.08
P4-3	331.26	3.34	1.079	27924.5	90.97
PROMEDIO (kg/cm ²)					89.64
DESVIACIÓN ESTANDAR					2.39
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)					2.67%
f _m					87.25

OBSERVACIONES:

Según la Norma E.070, se clasifica a las Pilas con 4% de adición de carbonato de calcio como un equivalente a Rejilla Industrial.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Siquani

Fecha : Lunes, 18 de Diciembre de 2023

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE DOS UNIDADES

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.605 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESION DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA"

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: PILAS CON 6 % DE CaCO₃
PROCEDENCIA: SICUANI
LADRILLO: LADRILLO TIPO BLOQUER

Forma del ladrillo: PRISMA RECTO
Forma de la celda: EXAGONALES
N° de alveolos: 20

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg/cm ²)				
Materia Prima	Denominación	Unidad	Pilas	Muretes
		f'b	f'm	v'm
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Silice - cal	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar y mecano (*)	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
Concreto	Bloque Tipo P(*)	4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.1)
		6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)

Código	h1	h2	h3	h4	Promedio
P6-1	38.7	39.1	38.9	38.8	38.9
P6-2	38.3	38.6	38.2	38.5	38.4
P6-3	38.3	38.3	38.0	38.5	38.3

LARGO	ANCHO	ALTO
28.49	11.39	18.57
28.18	11.30	18.45
28.37	11.47	18.56

hp/tp	f. corrección
3.41	1.0809
3.40	1.0807
3.34	1.0791

DENOMINACIÓN DE MUESTRA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	HP/TP	FC	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)
P6-1	324.49	3.41	1.081	32298.05	107.59
P6-2	318.32	3.40	1.081	29833.00	101.28
P6-3	325.48	3.34	1.079	30395.96	100.78
PROMEDIO (kg/cm ²)					103.22
DESVIACIÓN ESTANDAR					3.79
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)					3.68%
f'm					99.42

OBSERVACIONES:

Según la Norma E.070, se clasifica a las Pilas con 6% de adición de carbonato de calcio como un equivalente a Rejilla Industrial.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani

Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.621 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería"

DATOS DEL MURETE

MUESTRA:	MURETE CON 0 % DE CaCO ₃	Forma del ladrillo:	PRISMA RECTO
PROCEDENCIA:	SICUANI	Forma de la celda:	EXAGONALES
LADRILLO:	LADRILLO TIPO BLOQUER	N° de alveolos:	20

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg/cm ²)				
Materia Prima	Denominación	Unidad	Pilas	Muretes
		f'b	f'm	v'm
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Silice - cal	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar y mecano (*)	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
Concreto	Bloque Tipo P(*)	4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.1)
		6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)

$$vm = \frac{0.707 * P}{Ab}$$

Donde

vm = esfuerzo cortante sobre el área bruta, en kg/cm²
P = Carga aplicada en kg
Ab = Área bruta total del murete, en cm²

Donde:

l = largo del murete, en cm
h = altura del murete, en cm
t = espesor total del murete, en cm

$$Ab = \frac{l + h}{2} * t$$

MUESTRA	LARGO (cm)	ALTO (cm)	ESPELOR (cm)	DIAGONAL (cm)	Ab (cm ²)	Pmax (kg)	vm
M0-1	77.30	77.20	11.28	108.90	871.38	5467.06	4.44
M0-2	78.00	78.00	11.30	110.40	881.40	5324.24	4.27
M0-3	77.50	77.30	11.25	110.00	870.75	5132.61	4.17
Promedio (kg/cm ²)							4.29
Desviación Estándar ()							0.153
Coeficiente de variación							3.56%
Resistencia típica (v'm)							4.14

OBSERVACIONES:

Según la clasificación de la Norma E.070 "Albañilería", los muretes con 0% de adición de Carbonato de Calcio tienen una resistencia típica de 4.14 kg/cm², estos se encuentran por debajo de la resistencia de muretes de materia prima de King Kong Artesanal.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani

Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.621 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería"

DATOS DEL MURETE

MUESTRA: MURETE CON 2 % DE CaCO₃
PROCEDENCIA: SICUANI
LADRILLO: LADRILLO TIPO BLOQUER

Forma del ladrillo: PRISMA RECTO
Forma de la celda: EXAGONALES
N° de alveolos: 20

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg/cm ²)				
Materia Prima	Denominación	Unidad	Pilas	Muretes
		f'b	f'm	v'm
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Silice - cal	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar y mecano (*)	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
Concreto	Bloque Tipo P(*)	4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.1)
		6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)

$$vm = \frac{0.707 * P}{Ab}$$

$$Ab = \frac{l + h}{2} * t$$

Donde

vm = esfuerzo cortante sobre el área bruta, en kg/cm²
P = Carga aplicada en kg
Ab = Área bruta total del murete, en cm²

Donde:

l = largo del murete, en cm
h = altura del murete, en cm
t = espesor total del murete, en cm

MUESTRA	LARGO (cm)	ALTO (cm)	ESPELOR (cm)	DIAGONAL (cm)	Ab (cm ²)	Pmax (kg)	vm
M2-1	77.20	77.80	11.56	110.00	895.90	5968.77	4.71
M2-2	77.50	77.50	11.58	109.90	897.45	6115.94	4.82
M2-3	78.02	78.02	11.54	111.20	900.35	5876.41	4.61
Promedio (kg/cm ²)							4.71
Desviación Estándar ()							0.113
Coeficiente de variación							2.40%
Resistencia típica (v'm)							4.60

OBSERVACIONES:

Según la clasificación de la Norma E.070 "Albañilería", los muretes con 2% de adición de Carbonato de Calcio tienen una resistencia típica de 4.60 kg/cm², estos se encuentran por debajo de la resistencia de muretes de materia prima de King Kong Artesanal.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani

Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.621 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería"

DATOS DEL MURETE

MUESTRA: MURETE CON 4 % DE CaCO₃
PROCEDENCIA: SICUANI
LADRILLO: LADRILLO TIPO BLOQUER

Forma del ladrillo: PRISMA RECTO
Forma de la celda: EXAGONALES
N° de alveolos: 20

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg/cm ²)				
Materia Prima	Denominación	Unidad	Pilas	Muretes
		f ^b	f ^m	v ^m
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Silice - cal	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar y mecano (*)	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
Concreto	Bloque Tipo P(*)	4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.1)
		6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)

$$vm = \frac{0.707 * P}{Ab}$$

$$Ab = \frac{l + h}{2} * t$$

Donde

vm = esfuerzo cortante sobre el área bruta, en kg/cm²
P = Carga aplicada en kg
Ab = Área bruta total del murete, en cm²

Donde:

l = largo del murete, en cm
h = altura del murete, en cm
t = espesor total del murete, en cm

MUESTRA	LARGO (cm)	ALTO (cm)	ESPESOR (cm)	DIAGONAL (cm)	Ab (cm ²)	Pmax (kg)	vm
M4-1	78.40	78.30	11.52	111.00	902.59	7699.50	6.03
M4-2	77.56	77.50	11.54	110.40	894.70	7427.60	5.87
M4-3	78.50	78.00	11.48	111.00	898.31	7934.18	6.24
Promedio (kg/cm ²)							6.05
Desviación Estándar ()							0.188
Coeficiente de variación							3.11%
Resistencia típica (v'm)							5.86

OBSERVACIONES:

Según la clasificación de la Norma E.070 "Albañilería", los muretes con 4% de adición de Carbonato de Calcio tienen una resistencia típica de 5.86 kg/cm², estos se encuentran por debajo de la resistencia de muretes de materia prima de King Kong Artesanal.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Tesis : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA ADICIÓN DE CARBONATO DE CALCIO, SICUANI 2022

Tesista : Bach. Franco Aldair Alata Meza

Muestra : Muestra alterada, Fabrica de Labrillos - Sicuani

Fecha : jueves, 21 de Setiembre de 2023

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.621 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería"

DATOS DEL MURETE

MUESTRA: MURETE CON 6 % DE CaCO₃
PROCEDENCIA: SICUANI
LADRILLO: LADRILLO TIPO BLOQUER

Forma del ladrillo: PRISMA RECTO
Forma de la celda: EXAGONALES
N° de alveolos: 20

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg/cm ²)				
Materia Prima	Denominación	Unidad	Pilas	Muretes
		f'b	f'm	v'm
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Sílice - cal	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar y mecano (*)	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
Concreto	Bloque Tipo P(*)	4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.1)
		6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)

$$vm = \frac{0.707 * P}{Ab}$$

Donde

vm = esfuerzo cortante sobre el área bruta, en kg/cm²
P = Carga aplicada en kg
Ab = Área bruta total del murete, en cm²

$$Ab = \frac{l + h}{2} * t$$

Donde:

l = largo del murete, en cm
h = altura del murete, en cm
t = espesor total del murete, en cm

MUESTRA	LARGO (cm)	ALTO (cm)	ESPEJOR (cm)	DIAGONAL (cm)	Ab (cm ²)	Pmax (kg)	vm
M6-1	78.10	78.10	11.42	111.10	891.90	6968.79	5.52
M6-2	79.20	78.30	11.40	112.00	897.75	6530.63	5.14
M6-3	78.10	77.60	11.43	110.50	889.83	6399.51	5.08
Promedio (kg/cm ²)							5.25
Desviación Estándar ()							0.239
Coeficiente de variación							4.55%
Resistencia típica (v'm)							5.01

OBSERVACIONES:

Según la clasificación de la Norma E.070 "Albañilería", los muretes con 6% de adición de Carbonato de Calcio tienen una resistencia típica de 5.01 kg/cm², estos se encuentran por debajo de la resistencia de muretes de materia prima de King Kong Artesanal.