

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“CAPACIDADES DE RESISTENCIA DE ESPECÍMENES DE  
ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS DE ARCILLA ATLAS  
(BLOCKER II) SOMETIDOS A ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL  
Y DIAGONAL, TACNA 2021”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. EDWIN DEVIS CCAMA APAZA**

**Bach. WILBER PAULO MAMANI CHURA**

**TACNA – PERÚ**

**2023**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“CAPACIDADES DE RESISTENCIA DE ESPECÍMENES DE  
ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS DE ARCILLA ATLAS  
(BLOCKER II) SOMETIDOS A ENSAYO DE COMPRESIÓN  
AXIAL Y DIAGONAL, TACNA 2021”**

Tesis sustentada y aprobada el 20 de Abril de 2023; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE : Mtro. EDGAR HIPÓLITO CHAPARRO QUISPE**

**SECRETARIO : Mtro. EVER RUDY ANCCO HUANACUNI**

**VOCAL : Mtro. GIANCARLOS JAVIER MACHACA FRÍAS**

**ASESOR : Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Edwin Devis Ccama Apaza, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificada con DNI 48045451.

Yo, Wilber Paulo Mamani Chura, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificada con DNI 75089836.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada: *“Capacidades De Resistencia De Especímenes De Albañilería De Ladrillos De Arcilla Atlas (Blocker Ii) Sometidos A Ensayo De Compresión Axial Y Diagonal, Tacna 2021”* La misma que se presentó para optar el *Título Profesional de Ingeniero Civil*.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

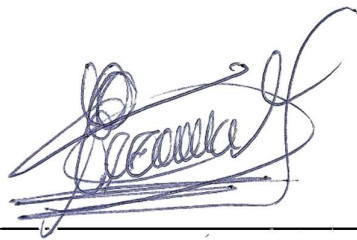
Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a *La Universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada.

En consecuencia, nos hacemos responsables frente a *La Universidad* y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con

motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se derive, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 20 de Abril del 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Edwin Devis Ccama Apaza', written over a horizontal line.

Bach. Edwin Devis Ccama Apaza

DNI: 48045451

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Wilber Paulo Mamani Chura', written over a horizontal line.

Bach. Wilber Paulo Mamani Chura

DNI: 75089836



**UPT**  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FAING**

*Sin fines de lucro*

**CONSTANCIA**

**QUIEN SUSCRIBE COODINADOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE  
LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DE  
TACNA, HACE CONSTAR:**

Que, los bachilleres; EDWIN DEVIS CCAMA APAZA y WILBER PAULO MAMANI CHURA de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, han presentado la Tesis titulada "CAPACIDADES DE RESISTENCIA DE ESPECÍMENES DE ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS DE ARCILLA ATLAS (BLOCKER II) SOMETIDOS A ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL, TACNA 2021" el cual presenta un 29 % de similitud, comprobada por el software Turnitin. Se adjunta el recibo digital.

Se expide la presente, para trámites del Título Profesional.

Tacna, 1 de junio de 2023



**Dr. RAUL CARTAGENA CUTIPA**  
**Coordinador**  
**Unidad de Investigación – FAING**

# CAPACIDADES DE RESISTENCIA DE ESPECÍMENES DE ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS DE ARCILLA ATLAS (BLOCKER II) SOMETIDOS A ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL, TACNA 2021

## INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

30%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

15%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Privada de Tacna Trabajo del estudiante	2%
4	<a href="http://www.doccity.com">www.doccity.com</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="http://www.upt.edu.pe">www.upt.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.unjbg.edu.pe">repositorio.unjbg.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	1%





## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Edwin Devis Ccama Apaza - Wilber Paulo Mamani Chura  
Título del ejercicio: INGENIERÍA CIVIL  
Título de la entrega: CAPACIDADES DE RESISTENCIA DE ESPECÍMENES DE ALBAÑIL...  
Nombre del archivo: TESIS\_-\_WILBER\_-\_DEVIS\_29.05.23.pdf  
Tamaño del archivo: 4.09M  
Total páginas: 104  
Total de palabras: 22,243  
Total de caracteres: 120,770  
Fecha de entrega: 30-may.-2023 11:06a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 2105344239



## DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo y trabajo alcanzado a mi señor padre Teófilo Erasmo por su apoyo incondicional, a mi Madre Julia y mi Hermana menor Mariela Danaé por brindar sus consejos y confianza en mí. Esta tesis es una manifestación de su sacrificio, dedicación hacia mi habiendo cumplido con una de mis metas en la vida.

Edwin Devis Ccama Apaza

Dedico este trabajo a Dios por guiarme en este recorrido muy especial en mi vida, y agradecer de corazón a mi padre Paulino por tener confianza en mí, a mi madre Norma por darme la confianza y a mi hermana menor Sara por alegrarme en momentos difíciles. A mis tíos, a mis primos y compañeros de trabajo que esperaron este momento muy especial que es una meta cumplida.

Wilber Paulo Mamani Chura



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por brindarme la voluntad necesaria para seguir adelante, a mis Padres maravillosos y mi querida hermana, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo. A la familia Cormilluni Aguilar por brindarme su apoyo desde mi niñez y Maestros de la EPIC de la UPT enfocados a la consecución de este logro.

Edwin Devis Ccama Apaza

Doy gracias a Dios que él está conmigo todo el recorrido que he dado. A mis padres que me enseñaron lo orgulloso que están de su hijo Gracias a mi familia por todo su apoyo incondicional que me dieron en los momentos difíciles, compañeros y Docentes de la Escuela de Ingeniería Civil de la UPT por guiarme y orientarme en este proceso de aprendizaje Damos un sincero agradecimiento a la Mtra. Ing. Dina Marlene Cotrado Flores por brindar su colaboración profesional, quien expresó su incondicional disposición en la presente tesis.

Wilber Paulo Mamani Chura

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS .....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE GENERAL .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.1. Descripción del problema .....	3
1.2. Formulación del problema .....	5
1.2.1. Problema general .....	5
1.2.2. Problemas específicos .....	5
1.3. Justificación e importancia de la investigación .....	5
1.4. Objetivos .....	10
1.4.1. Objetivo general .....	10
1.4.2. Objetivos específicos .....	10
1.5. Hipótesis .....	10
1.5.1. Hipótesis general .....	10
1.5.2. Hipótesis específicas .....	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	11
2.1. Antecedentes de Investigación .....	11
2.1.1. A nivel internacional .....	11
2.1.2. A nivel nacional .....	12
2.1.3. A nivel local .....	13
2.2. Bases teóricas .....	16
2.2.1. Requisitos mínimos según la Norma E. 070 albañilería .....	16
2.2.1.1. Clasificación de las unidades para fines estructurales .....	16
2.2.1.2. Limitaciones en su aplicación .....	17

2.2.1.3.	Pruebas en unidades.....	18
2.2.1.4.	Aceptación de la unidad .....	19
2.2.2.	Resistencia de especímenes de unidad de arcilla .....	19
2.3.	Definición de términos .....	21
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....		24
3.1.	Tipo y Diseño de la Investigación .....	24
3.2.	Población y/o muestra de estudio.....	24
3.3.	Operacionalización de variables .....	25
3.3.1.	Definición conceptual de las variables .....	25
3.3.1.1.	Variable independiente .....	25
3.3.1.2.	Variable dependiente.....	25
3.3.2.	Operacionalización de las variables.....	26
3.4.	Técnicas e instrumentos para recolección de datos .....	28
3.4.1.	Acciones y las actividades .....	28
3.4.2.	Materiales.....	29
3.5.	Procesamiento y análisis de datos.....	31
3.5.1.	Procesamiento.....	31
3.5.1.1.	Muestreo .....	31
3.5.1.2.	Preparación de especímenes para ensayos en unidades.....	33
3.5.1.3.	Ensayo de resistencia a la compresión.....	34
3.5.1.4.	Ensayo de variación dimensional.....	36
3.5.1.5.	Ensayo de alabeo .....	37
3.5.1.6.	Ensayo de absorción .....	38
3.5.1.7.	Ensayo de % de vacíos .....	39
3.5.1.8.	Ensayo de compresión axial .....	40
3.5.1.9.	Ensayo de compresión diagonal.....	43
3.5.2.	Análisis de datos .....	45
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....		46
4.1.	Determinación de peso en unidades de albañilería .....	46
4.2.	Ensayo de Variación dimensional.....	47
4.3.	Ensayo de alabeo.....	48
4.4.	Ensayo de porcentaje de vacíos.....	49
4.5.	Ensayo de resistencia a la comprensión.....	50
4.6.	Ensayo de absorción .....	51
4.7.	Ensayo de comprensión axial.....	51
4.8.	Ensayo de comprensión diagonal.....	53

4.9.	Fallas presentes en los ensayos.....	54
4.9.1.	Ensayo de compresión axial .....	54
4.9.2.	Ensayo de compresión diagonal .....	56
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....		58
5.1.	Comprobación de hipótesis .....	58
5.1.1.	Hipótesis específica 1 .....	58
5.1.2.	Hipótesis específica 2.....	58
5.1.3.	Hipótesis general.....	61
CONCLUSIONES.....		63
RECOMENDACIONES.....		65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		66
ANEXOS .....		70

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Zonificación Sísmica de las Provincias y Distritos de la Región de Tacna (Norma E 0.30 Diseño sismorresistente, 2018).....	8
Tabla 2. Resultados de Ensayos en Unidades de ladrillo Maxx de arcilla Blocker II (2015).....	14
Tabla 3. Resultados de los ensayos de Compresión Axial de pilas y Compresión Diagonal de los muretes de Ladrillos Maxx de arcilla Blocker II. ....	14
Tabla 4. Valores de Ensayos en Unidades de ladrillo Maxx de arcilla Blocker II (2016). ....	15
Tabla 5. Resultados de ensayos de compresión axial en pilas y compresión diagonal en muretes del ladrillo Maxx de arcilla Blocker II. ....	16
Tabla 6. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales (Norma E.070 Albañilería, 2006) (Propuesta Norma E.070 Albañilería, 2019).....	17
Tabla 7. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales (Norma E.070 Albañilería, 2006).....	17
Tabla 8. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para muros confinados (Propuesta Norma E.070 Albañilería, 2019).....	18
Tabla 9. Métodos para determinar f'm y v'm en unidades (Propuesta Norma E.070 Albañilería, 2019).....	20
Tabla 10. Resistencias características de la albañilería MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) (Propuesta Norma E.070 Albañilería, 2019).....	21
Tabla 11. Factores de corrección de f'm por esbeltez (Propuesta Norma E.070 Albañilería, 2019).....	21
Tabla 12. Operacionalización de las Variables .....	27
Tabla 13. Factores de corrección por esbeltez para la resistencia en compresión de pilas de albañilería.....	43
Tabla 14. Determinación del peso seco de las muestras en gramos.....	46
Tabla 15. Variación Dimensional de ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II). ....	47
Tabla 16. Alabeo de ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II). ....	48

Tabla 17. Porcentaje de vacíos de ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II). .....	49
Tabla 18. Resistencia a la compresión $f'_b$ de ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II). .....	50
Tabla 19. Absorción de ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II).....	51
Tabla 20. Determinación de la resistencia a la Compresión Axial de Pilas de Ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II).....	51
Tabla 21. Determinación de la resistencia a la Compresión Diagonal de Muretes de Ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II).....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Sísmico del Perú (Periodo: 1960 - 2019).....	4
Figura 2. Vivienda Típica de la Ciudad de Tacna.....	6
Figura 3. Viviendas vulnerables en Tacna por una incorrecta construcción. ....	7
Figura 4. Zonas sísmicas, (Norma E 0.30 Diseño sismorresistente, 2018) .....	7
Figura 5. Vista de combinación de unidades de albañilería en la construcción de muros. ....	9
Figura 6. Vista de la mala calidad de la construcción y uso de ladrillo inadecuado en Tacna. ....	9
Figura 7. Unidad de Albañilería - Ladrillo Blocker II. ....	29
Figura 8. Cemento IP Yura (peso de bolsa de 42.5 kg.).....	30
Figura 9. Agregado y agua potable.....	30
Figura 10. Empresa fabricante de ladrillos de arcilla ATLAS.....	31
Figura 11. Empresa YOLA E.I.R.L. distribidora de la ladrillera ATLAS.....	32
Figura 12. muestreo de unidades de albañilería ATLAS Blocker II .....	32
Figura 13. consideraciones necesarias para proteger las unidades, al ser enviados a la Ciudad de Lima.....	33
Figura 14. Ubicación de las medidas en el prisma. ....	42
Figura 15. peso seco del espécimen M4.....	46
Figura 16. representación gráfica de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería. ....	52
Figura 17. representación gráfica de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería. ....	54
Figura 18. Ensayo de Compresión Axial de Pilas de Ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II). ....	55
Figura 19. Identificación de fallas en las pilas. ....	55
Figura 20. Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes de Ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II). ....	56
Figura 21. Identificación de fallas en los Muretes.....	57

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	71
Anexo 2. Panel Fotográfico.....	72
Anexo 3. Informe de Ensayos .....	76



## RESUMEN

La siguiente investigación tuvo como objetivo principal determinar las capacidades de resistencia de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla *Atlas "Blocker II"* sometidos a pruebas de concentración de carga axial y diagonal, Tacna 2021, para un grosor de 1,5 cm de mortero. Para llevar a cabo esta investigación de tesis, se hizo muestras de 5 pilas con dimensiones de 28,1 cm x 11,9 cm x 73,4 cm y 5 muretes con dimensiones de 72,3 cm x 1,20 cm x 7,25 cm, los insumos se transportaron de la ciudad de Tacna a la ciudad de Lima. Se emplearon unidades de albañilería de arcilla Atlas "Blocker II" proveniente de la ladrillera Santa Lucía S.C.R.L., asimismo cemento Yura Tipo I. La relación del mortero fue de 1:4. Las pilas y muretes fueron ensayados en las instalaciones del Laboratorio de Estructuras del Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). De los ensayos realizados se tiene, el resultado promedio de la resistencia característica a la compresión axial ( $f'_m$ ) de las pilas corresponde a 27,95 kg/cm<sup>2</sup> y al corte ( $v'_m$ ) en los muretes corresponden a 2,18 kg/cm<sup>2</sup>, valores que determinan a la unidad de albañilería como un Ladrillo Artesanal y según su clasificación estructural normativo es un Ladrillo Tipo I, asimismo posee un porcentaje de vacíos en promedio de 56,62 % superior a lo esperado clasificándola como unidad hueca, por lo tanto se determina que no es apta para uso constructivo de viviendas u otras edificaciones en la Ciudad de Tacna. Además, se recomienda llevar a cabo estudios e investigaciones en diferentes laboratorios certificados y comparar resultados, recabando datos promedios y de esta manera consolidar investigaciones enmarcados a la rama de estudio.

**Palabras claves:** Unidad de albañilería Blocker II, Ensayos en unidades, Ensayo de compresión axial, Ensayo de compresión diagonal, mortero, propiedades físico mecánicas.

## ABSTRACT

The main objective of this research was to determine the resistance capacities of Atlas "Blocker II" clay brick masonry specimens subjected to axial and diagonal compression tests, Tacna 2021, for a mortar thickness of 1,5 cm. To carry out this thesis research, 5 piles with dimensions of 28,1 cm x 11,9 cm x 73,4 cm and 5 walls with dimensions of 72,3 cm x 1,20 cm x 7,25 cm had to be built. The materials were transported from the city of Tacna to the city of Lima. Atlas "Blocker II" clay masonry units from the Santa Lucia S.C.R.L. brickyard were used, as well as Yura Type I cement. The mortar ratio was 1:4. The piles and walls were tested at the Structures Laboratory of the Peruvian-Japanese Center for Seismic Research and Disaster Mitigation (CISMID) of the National University of Engineering (UNI). From the tests performed, the average axial compressive strength ( $f'm$ ) of the piles corresponds to 27,95 kg/cm<sup>2</sup> and the shear strength ( $v'm$ ) of the walls corresponds to 2,18 kg/cm<sup>2</sup>, values that determine the masonry unit as an Artisan Brick and according to its normative structural classification it is a Type I Brick, it also has an average void percentage of 56,62 % higher than expected classifying it as a hollow unit, therefore it is determined that it is not suitable for construction use in housing or other buildings in the city of Tacna. In addition, it is recommended to carry out studies and research in different certified laboratories and compare results, collecting average data and thus consolidate research framed to the branch of study.

**Keywords:** Blocker II masonry unit, unit tests, axial compression test, diagonal compression test, mortar, physical-mechanical properties.

## INTRODUCCIÓN

Los eventos sísmicos en el mundo son considerados uno de los fenómenos catastróficos naturales más arrasadoras que existen. Estas provocan que la superficie terrestre presente movimientos vibratorios, provocando el temor de las personas que deben superar esta etapa de condiciones mortales y su impotencia ante estos fenómenos naturales causando pérdidas de vidas humanas, esto debido comúnmente al colapso de viviendas y edificaciones y asociado a la vulnerabilidad que estas poseen.

En el caso del Perú los resultados indican que la costa peruana es la de mayor peligro frente a la ocurrencia de eventos sísmicos a gran escala. Durante los años anteriores, la ciudad de Tacna ha sido afectada por temblores en menor y mayor escala debido a la informalidad y mala proyección del catastro urbano, ya que la población emergente procede a invadir en áreas de terreno no admitidos para uso urbano y a edificar viviendas con materiales incorrectos, sin una indagación de la estratigrafía y mecánica del suelo.

Las viviendas existentes construidas Tacna es comúnmente de sistema estructural de tipo albañilería confinada, utilizando en su mayoría el Blocker II (unidades de arcilla) de la empresa ladrillera Maxx S.A.C. y la Bloqueta de concreto que generalmente son artesanales, las cuales en diversas investigaciones efectuadas por la EPIC de la Universidad Privada de Tacna (UPT) determinando que estas viviendas son propensas a sufrir daños frente a estos movimientos sísmicos. Además de la empresa ladrillera Maxx, para las construcciones de viviendas y edificaciones generalmente por su bajo costo utilizan a menudo los ladrillos de arcilla Atlas "Blocker II" de la empresa ladrillera Santa Lucía S.C.R.L., sin embargo, no está claro si tienen especificaciones técnicas adecuadas de acuerdo con nuestros estándares existentes.

Es por ello que desafortunadamente todos los terremotos, además de las víctimas mortales que provocan, causan cuantiosos daños materiales y dejan miles de personas damnificadas. Estos desastres hacen quedar en evidencia de los materiales incorrectos que se usan, respecto a los ladrillos que no reúnen características según la Norma E.070, son empleados para las edificaciones construidas sin previo estudio de investigación de dichos materiales.

En tal sentido, hemos realizado la tesis correspondiente denominada “Capacidades de resistencia de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla Atlas (Blocker II) sometidos a ensayo de compresión axial y diagonal, Tacna 2021”; con la finalidad de aportar con información técnica en futuras investigaciones, estudios y en lo principal dar a conocer la propiedades mecánicas resistentes ( $f'm$ ,  $V'm$ ) de esta unidad de albañilería ya mencionada a la población Tacneña; permitiendo reducir la probabilidad de causar daños de las futuras edificaciones. Al respecto de la presente investigación, se efectuó en el área del laboratorio estructural (CISMID) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) de la Ciudad de Lima.

Esta investigación se divide estructuradamente en cinco partes: En la primera parte, designado planteamiento del problema, que trata de la formulación y presentación de la problemática de las unidades de arcilla, destacando la explicación y objeto de tesis. Además, se muestran las hipótesis que enmarcan el desarrollo de la elaboración de nuestra tesis.

En la segunda parte, denominado al marco teórico, es decir a los antecedentes e investigaciones similares referidos a unidades de albañilería. Además, se exponen fundamentos teóricos y dando a conocer algunos conceptos de términos técnicos.

En la tercera parte, designado a las técnicas, procesos que se utilizan para formular y dar soluciones a problemas, empleando muestras de análisis, operacionalización de variables, técnicas para la recopilación de datos, el procesamiento e indagación de resultados de la tesis.

En la cuarta parte, está referido a los datos obtenidos de nuestro estudio, con la descripción de los datos obtenidos en las tablas respectivamente según los ensayos realizados.

En la quinta parte, referido al razonamiento e hipótesis de los resultados. Posteriormente las conclusiones se presentan junto a las recomendaciones obtenidas del desarrollo de nuestra investigación. Por último, se hace mención las informaciones bibliográficas consultadas para la ejecución de la tesis y se adjunta en los Anexos el panel fotográfico, así como la matriz de consistencia y las muestras analizadas en el Lab. estructural del CISMID-UNI y los ensayos en unidades de albañilería realizadas en el Lab. de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos de la UPT.

## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción del problema

Nuestro país se localiza cerca del borde sur occidental de Sudamérica, el cual se distingue por pertenecer en las zonas altamente sísmicas (Ver Figura 1), debido a que se localiza en el “cinturón del fuego del pacífico” la cual registra a lo largo de los últimos años el 85 % de la actividad sísmica global. A causa de ello en la Ciudad de Tacna, Moquegua, Arequipa se han detectado constantes sismos, ya que esta zona está ligada a la actividad convergente de la placa de Nazca y la placa sudamericana formando un proceso de subducción. Uno de los eventos sísmicos suscitados, tuvo lugar, el veintitrés de junio del año del 2001 con uno de los movimientos sísmicos más trágicos y devastadores de esta última década. Se calculó una intensidad máxima de VIII en la escala de Mercalli, siendo los más afectados por el sismo en los Departamentos de Tacna, Moquegua y Arequipa.

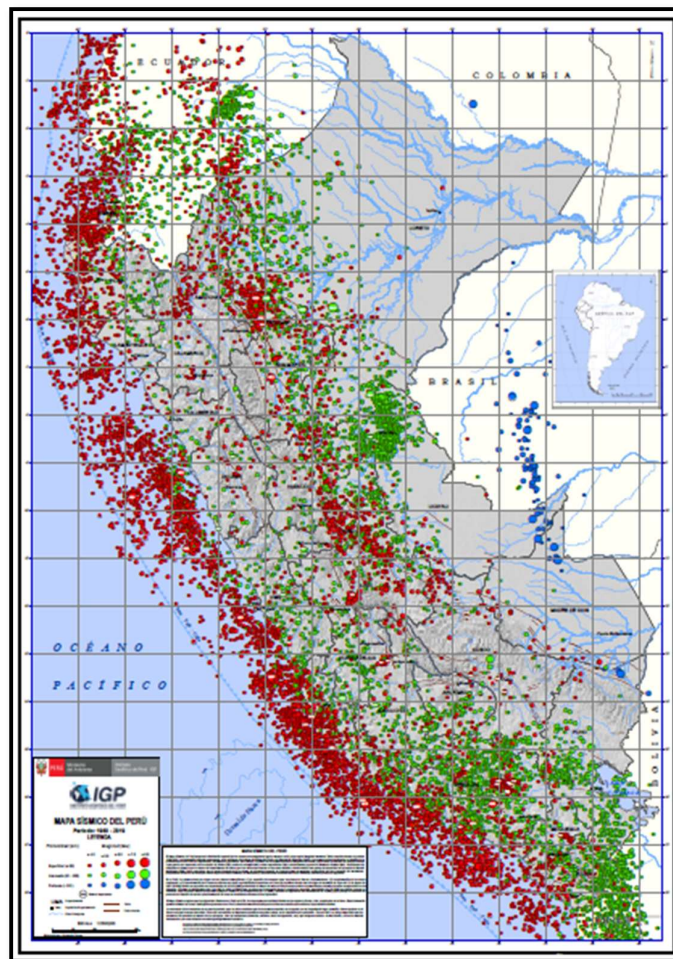
Debido a lo descrito en el párrafo anterior es importante considerar un arduo trabajo en la educación de la población de Tacna ya que no están en condiciones o incapacitados para actuar durante terremoto de alta sismicidad, por otro lado se debe comprender que los eventos sísmicos (terremotos) no producen la muerte de las personas, si no las estructuras que colapsan debido al uso de materiales inadecuados, a su mal diseño, proceso constructivo y por estar situados en suelos geológicamente inestables, pese a que se han organizado simulacros de terremoto durante años, talleres, conferencias bajo la organización del Instituto Geofísico del Perú y INDECI; en su gran mayoría para la construcción de viviendas de albañilería no se basan en la Normativa E 070, por lo tanto se siguen presentando patologías y fallas en las construcciones de viviendas y edificaciones.

Por lo regular las viviendas y edificaciones de Tacna como construcción cuenta como unidad de arcilla al Hércules tipo 1 y con mayor uso al Blocker tipo 2 (unidades de arcilla) de ladrillos maxx, las cuales en diversas investigaciones efectuadas por la EPIC de la Universidad Privada de Tacna determinaron que son muy propensos a estos movimientos sísmicos en la Ciudad de Tacna. Además de la empresa ladrillera maxx, para las construcciones de viviendas y edificaciones generalmente por su bajo costo se acostumbrar a emplear las unidades de arcilla

“Blocker II (Atlas)” de la empresa ladrillera Santa Lucia S.C.R.L., sin embargo, no se sabe si tienen suficientes parámetros técnicos de acuerdo con nuestros estándares actuales. Contemplando el nivel alto de riesgo sísmico al utilizar estas unidades de albañilería para la construcción de viviendas en el Departamento de Tacna, se llevó a cabo la investigación “Capacidades de resistencia de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla Atlas (Blocker II) sometidos a ensayo de compresión axial y diagonal, Tacna 2021”.

**Figura 1**

*Mapa Sísmico del Perú (Periodo: 1960 - 2019)*



*Nota.* el Mapa Sísmico sugiere que la peligrosidad sísmica en el Perú es ALTA, concentrándose la mayor actividad en las regiones Centro y Sur. Esta información permite conllevar a la prevención sísmica. Tomado del Mapa sísmico, Instituto Geofísico del Perú (IGP).

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuáles son las capacidades de resistencia de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla Atlas (Blocker II) sometidos a ensayo de compresión axial y diagonal, Tacna 2021?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a. ¿Cómo se clasifica para fines estructurales, la unidad de albañilería de ladrillos de arcilla Atlas “Blocker II” mediante la realización de ensayos en unidades, Tacna 2021?
- b. ¿Los especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla Atlas “Blocker II”, cumplen con los requisitos mínimos de la Norma E 070 -2019 (Albañilería) del Reglamento Nacional de Edificaciones?

## **1.3. Justificación e importancia de la investigación**

A partir del punto de vista sísmico, nuestro país se localiza cerca del borde sur occidental de Sudamérica, el cual se distingue por pertenecer en las zonas altamente sísmicas. En Tacna se han detectado constantes sismos, las cuales se han registrado a lo largo de los años, siendo vulnerables la población no capacitada para actuar frente a estas grandes intensidades sísmicas tal como fue el caso el día el veintitrés de junio del año del 2001 con uno de los eventos sísmicos más devastadores de esta última década (Ver Figura 5 y 6). Contemplando este aspecto se realizará la presente investigación.

Desde el punto de vista de la construcción, las edificaciones que actualmente se encuentran en la ciudad de Tacna en gran porcentaje fueron edificadas informalmente utilizando unidades de arcilla con defectos que degradan su durabilidad o resistencia. Además, se aprecian en las edificaciones típicas de Tacna (Ver Figura 2, 3, 5 y 6) que predomina la unidad de albañilería Atlas Blocker II en los muros portantes donde se puede observar la mala empleabilidad de la construcción de las edificaciones utilizando estas unidades de ladrillos de arcilla sólidos, pero se debe hacer mención de estas unidades de albañilería de la ladrillera Atlas no se encuentran fichas técnicas de control de calidad,

A partir del punto de vista de la norma, de acuerdo a la Tabla 2 “Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para muros confinados” de la Norma (Propuesta Norma E 070 albañilería), no recomienda emplear las unidades de arcilla tubulares o huecas para muro portante en la zona sísmica 3 y 4 (Ver Figura 4) las cuales corresponden a Tacna según la “Tabla 1”. Las unidades de arcilla que sean consideradas o empleadas en los muros portantes deben clasificarse como ladrillos sólidos y satisfagan los términos descritos en la Norma de albañilería.

**Figura 2**

*Vivienda Típica de la Ciudad de Tacna*



*Nota.* En la presente imagen se muestra el tipo de sistema convencional que se edifican en Tacna.



**Figura 3**

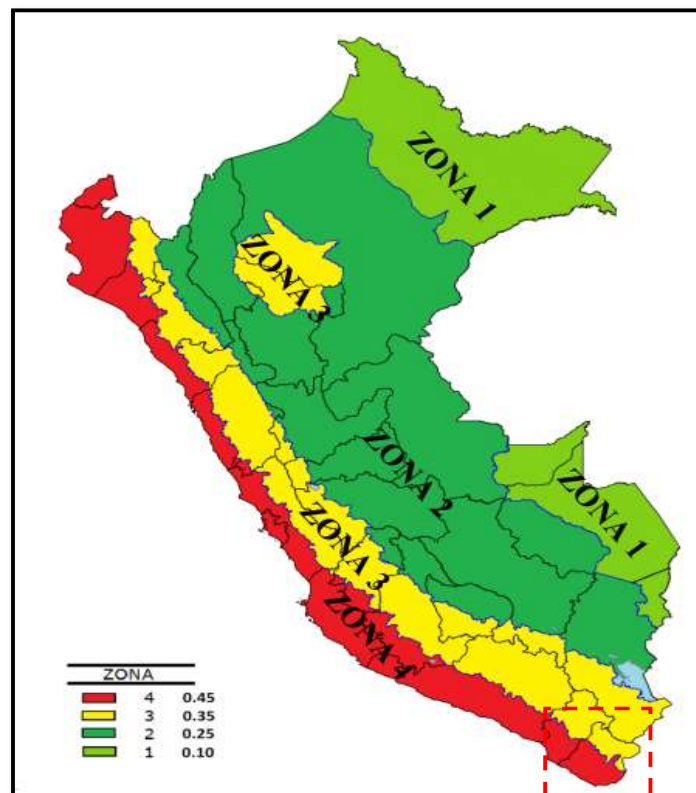
*Viviendas vulnerables en Tacna por una incorrecta construcción*



*Nota.* El 60 % de infraestructura se construye con ladrillos no aptos para viviendas, un sismo de 8 grados Richter podría acabar con las viviendas en la ciudad, esto por haber sido construidas de manera informal y emplear un material incorrecto. Según *investigación efectuada por la EPIC.*

**Figura 4**

*Zonas sísmicas*



*Nota.* Según la (Norma E 030 Dis. sismorresistente, 2018).

**Tabla 1**

*Zonificación Sísmica de las Provincias y Distritos de la Región de Tacna (Norma E 030 Dis. sismorresistente, 2018)*

Región (Dpto.)	Provincia	Distrito	Zona Sísmica	Ámbito
Tacna	Tarata	Chucatamani	3	Todos los distritos
		Estique		
		Estique-Pampa		
		Sitajara		
		Susapaya		
		Tarata		
	Candarave	Tarucachi	3	Todos los distritos
		Ticaco		
		Cairani		
		Camilaca		
Jorge Basadre	Candarave	4	Todos Los distritos	
	Curibaya			
Palca	Huanuara	3	Un distrito	
	Quilahuani			
Tacna	Tacna	Ilabaya	4	Nueve distritos
		Ite		
		Locumba		
		Alto De La Alianza		
		Calana		
		Ciudad Nueva		
		Inclán		
		Pachia		
		Pocollay		
	Sama			
Tacna				
La Yarada Los Palos				

*Nota.* El territorio peruano y la región de Tacna se distribuyen en estas zonas sísmicas que nos sirven para establecer los fines de uso o limitaciones en el empleo de tipo de ladrillos para muros confinados según la normativa (Propuesta Norma E 070 albañilería).

**Figura 5**

*Empleo de variedad de unidades de albañilería en la edificación de muros*



*Nota.* Actualmente en los Distritos del Cono Norte de la Ciudad de Tacna se emplean unidades de arcilla Blocker II en la construcción de viviendas informales, muchas de estas también son combinadas con unidades de albañilería tubular o pandereta.

**Figura 6**

*Vista de la mala calidad de la construcción y uso de ladrillo inadecuado en Tacna*



*Nota.* Existe una influencia resaltante en la inseguridad de las viviendas, por el empleo de malos materiales y procedimientos de construcción que son habituales en la zona. Tomado de (Inst.-Nacional-de-Defensa-Civi-INDECI PNUD PER/02/051) citado por (Caraza Salas, 2015, págs. 14-15).

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar las capacidades de resistencia de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla Atlas (Blocker II) sometidos a ensayo de compresión axial y diagonal, Tacna 2021.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Clasificar para fines estructurales la unidad de albañilería de ladrillos de arcilla Atlas “Blocker II” mediante la realización de ensayos en unidades, Tacna 2021.
- b. Comparar los resultados obtenidos de los especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla Atlas “Blocker II”, con los requisitos mínimos de la Norma E.070 (Albañilería) del Reglamento Nacional de Edificaciones.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis general**

Las Pilas y Muretes de albañilería son especímenes cuyos ensayos de compresión axial y diagonal, permiten determinar las capacidades de resistencia a compresión axial ( $f'm$ ) y compresión diagonal ( $v'm$ ).

### **1.5.2. Hipótesis específicas**

- a. Para fines estructurales-constructivos los ladrillos se clasifican en 05 clases. La unidad de albañilería de ladrillos de arcilla Atlas “Blocker II” está clasificado como ladrillos Tipo II, mediante la realización de ensayos en unidades.
- b. Los resultados obtenidos de los especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla Atlas “Blocker II” nos indican que cumple con los requisitos mínimos indicados en la Norma E.070-2019 (Albañilería) del Reglamento Nacional de Edificaciones.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de Investigación

Con el propósito de llevar a cabo la presente investigación se tuvo que consultar como base diferentes tesis realizadas tanto a nivel internacional, nacional y local relacionados al tema de investigación. Teniendo a continuación una breve descripción y comentario de las siguientes tesis;

#### 2.1.1. A nivel internacional

Baqueiro, Marin, Varela, & Vargas (2009) desarrollaron el estudio titulado “*Determinación de la resistencia a compresión diagonal y el módulo de cortante de la mampostería de bloques huecos de concreto*” a falta de Reglamentos técnicos que se aplican en la ciudad de Mérida (México) para la elaboración del diseño y edificación de estructuras con bloques de mampostería, en base a las propiedades y el desempeño que presentan los materiales, también en los métodos de construcción utilizados en la región. El artículo expone los hallazgos o conclusiones del estudio de 18 muretes de mampostería expuestos a una fuerza de compresión en diagonal en su plano. Los muretes construidos con unidades de albañilería fueron elaborados utilizando bloques d huecos con mortero, lo cual refleja el método constructivo comúnmente utilizado en la ciudad de Mérida. Los hallazgos obtenidos de estos muretes indican que la capacidad de la mampostería para soportar la resistencia a compresión diagonal está relacionada con la adhesión entre los bloques y el mortero utilizado en su construcción. La forma en que se produjeron las fallas comunes en los pequeños muros construidos fue en la unión entre los bloques y el mortero, a veces ocurriendo a lo largo de una línea diagonal y en otros casos por deslizamiento a lo largo de las juntas horizontales.”.

García, Guerrero, & Sepúlveda (2012) desarrollaron el artículo de investigación “*Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos cerámicos para mampostería*” en la Ciudad de Bogotá (Colombia), en primer lugar, se llevaron a cabo pruebas para caracterizar las propiedades físicas de la arcilla utilizada como materia prima, seguido de la realización de ensayos de control de calidad, tanto destructivos como no destructivos, en los ladrillos de mampostería seleccionados de diferentes unidades. Estos ensayos se realizaron utilizando diversas técnicas y

herramientas., según la norma técnica Colombiana NTC-4017 “Métodos para muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla”.

Esta investigación permitió conocer la importancia de tener un conocimiento detallado de las características y propiedades de los materiales utilizados en los elementos estructurales, centrándose principalmente en el módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión. Estos parámetros tienen una influencia directa en la rigidez de la construcción.

### **2.1.2. A nivel nacional**

Castillo (2016), desarrolló la tesis titulada “*Evaluación de la incidencia de la calidad del Mortero preparado con arena de canteras locales*. En la resistencia de la albañilería en la ciudad de Chachapoyas” de la Universidad Cesar Vallejo, en Chiclayo. La investigación se desarrolló con fines de determinar la calidad de la mezcla del mortero elaborados con agregados de la zona, las propiedades mecánicas de las unidades de arcilla. En primer lugar, se ubicaron los bancos de cantera correspondientes a San Isidro, Cerro Colorado y Río Utcubamba con el fin de analizarlas, posteriormente estudiar la arena, mortero y unidad de albañilería; *recopilando dichas muestras se procedió a realizar pruebas en prismas elaboradas con unidades de arcilla.*

Quispe Amudio (2016), realizó la tesis denominada “*Determinación de las propiedades físico mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento Portland tipo IP*”, en la cual presentó una investigación en Cusco, donde se usó material de ladrillos artesanales reciclados para elaborar unidades de albañilería. Orientando su investigación en la determinación de las propiedades físico mecánicas para ello realizaron pruebas como variación de dimensiones, propiedades mecánicas a compresión, módulo de rotura, alabeo, peso, absorción, coeficiente de saturación, finalmente la eflorescencia. Estas pruebas se efectuaron de acuerdo a bases normativas técnico peruano 399.605, 399.613. Según la obtención de sus características y propiedades mecánicas de los ladrillos de arcilla de residuos sólidos satisfacen con los márgenes normativos (N.T.P. E 070).

### 2.1.3. A nivel local

Caraza Salas (2015), desarrolló la investigación "*Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería Blocker II de la ladrillera Martorell en relación a la norma RNE E.070 con fines de uso en viviendas de la Ciudad de Tacna*" con el objetivo de descubrir las propiedades físicas y mecánicas que afectan el comportamiento estructural de las casas construidas con albañilería confinada con ladrillos Blocker tipo II en Tacna, donde se incrementa en la utilización de esta unidad de construcción."

De la investigación se resalta la evaluación de la magnitud de las edificaciones que utilizan los ladrillos Blocker tipo II en los Distritos de Cono-Norte y Cono-Sur de la Ciudad de Tacna. Además de la evaluación de los factores internos de dichas unidades de albañilería de Martorell (Maxx), como lo especifica el RNE E.070. Las primordiales pruebas realizadas en el Laboratorio de Mecánica de Rocas, Suelos y Concreto de la Facultad de Ingeniería de la UNJBG de la Ciudad de Tacna y en el Laboratorio de Concreto de la Universidad Nacional de San Agustín (UNSA) de la Ciudad de Arequipa se tiene los ensayos de resistencia a la compresión ( $f'_b$ ), ensayos de compresión axial de Pilas ( $f'_m$ ), ensayos de compresión diagonal de Muretes ( $v'_m$ ).

En tal sentido se realizó un modelamiento y análisis sobre la estructura de las casas construidas con albañilería confinada con ladrillos huecos Blocker II (un modelo de edificación de vivienda de albañilería confinada autoconstruida y una que sea diseñado teniendo en cuenta las recomendaciones de la norma E.070) considerando los datos del resultado de las pruebas de laboratorio para insertarlos al diseño de análisis según la "Tabla 2 y 3". Concluyendo que las propiedades de la unidad de albañilería Blocker II son importantes para su proceso de construcción de las mismas.

**Tabla 2**

*Resultados de Ensayos en Unidades de ladrillo Maxx de arcilla Blocker II (2015)*

Tipo De Ensayo		Unidad	Ladrillos Maxx Blocker Tipo ii
Var. Dimensional	Largo	%	4,45
	Anchura	%	1,75
	Altura	%	0,65
Alabeo	Concavidad	mm	2,10
	Convexidad	mm	0,00
% De Vacíos		%	56,34
Resist. A La Compresión (F'b)		Kg.f/cm <sup>2</sup>	46,60
Absorción		%	13,72
Succión		gr/200cm <sup>2</sup> min	23,42

*Nota.* Se muestra las pruebas realizadas con el fin de clasificar las unidades de albañilería ensayadas para ello emplearon la (Norma E070 albañilería, 2006) y NTP-331.018 Tomado de (Caraza Salas, 2015).

**Tabla 3**

*Resultados de las pruebas de Comp. Axial de pilas y Comp. Diagonal de los muretes de Ladrillos Maxx de arcilla Blocker II*

Ubicación De Laboratorios	Especímen	F'm	Em	Especímen	V'm	Gm
		(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )
(Tacna, 2015) UNJBG - UNSA	P1	63,19	-	MURETE 01	3,90	-
	P2	-	-	MURETE 02	4,08	-
	P3	48,80	-	MURETE 03	3,87	-
	Promedio	55,99	-		3,95	-
	Desviación Estándar	10,17	-		0,11	-
	Corregido	45,82	22 910		3,84	9 164

*Nota.* Se muestra un resumen del resultado obtenido en el laboratorio de UNGBJ y la UNAS. De las cuales la prueba del espécimen 2 (P<sup>2</sup>) por excentricidad de carga tu una falencia, por lo que no se tomó en cuenta para el examen de los hallazgos obtenidos., por su margen de variación de 37,18 Kg/cm<sup>2</sup> respecto a los demás especímenes. Tomado de (Caraza Salas, 2015, pág. 148).

Acero Martínez & Cotrado Flores (2016), desarrollaron un proyecto de investigación titulada "Propuesta de fórmula para la determinación de la densidad de muros contruidos con Blocker II" la investigación menciona de las pruebas de pilas y muretes de unidades de ladrillo elaboradas con Blocker tipo II de la Martorell



(Ladrillos Maxx), y mediante otros experimentos se pudo establecer las características mecánicas de los materiales del Blocker II como son  $F'm$  y  $V'm$ . La investigación lo realizaron con el fin de demostrar las propiedades mecánicas de las unidades del Blocker II, teniendo en cuenta que los fabricantes indican en sus especificaciones técnicas emplearlas en cercos perimétricos y muros livianos, y los propietarios lo utilizan en la edificación de los muros portantes de sus hogares. También se indica que Se trata de un bloque cuyo espacio interior no está relleno y representa un 53,96 % de área hueca y a través de la tabla 2 de la norma E 0.70 (Albañilería, Limitaciones de uso de la unidad de albañilería), dichas unidades no son recomendable, es mas no se debería utilizar en edificaciones de muros portantes localizados en la Zona (Z3) (en la E030 del 2016 es zona 4), como las ciudades de Arequipa, Moquegua y sobre todo Tacna.

De la investigación anteriormente expuesto, resaltamos los valores generados a partir de los experimentos efectuados en las piezas de mampostería Blocker tipo II y a los especímenes construidos a base de estos ladrillos de arcilla de las cuales se obtuvo un resumen en las siguientes “Tabla 4 y 5”;

**Tabla 4**

*Valores de pruebas en Unidades de ladrillo Maxx de arcilla Blocker tipo II (2016)*

<b>Tipos De Ensayos</b>		<b>Unidades</b>	<b>Ladrillos Maxx Blocker Tipo II</b>
Var. Dimensional	Largo	%	3,14
	Anchura	%	-3,83
	Altura	%	-1,18
Alabeo	Concavidad	mm.	1,80
	Convexidad	mm.	0,00
	% De Vacíos	%	53,96
	Resist. A La Compresión ( $F'b$ )	Kg.f/cm <sup>2</sup>	91,86
	Absorción	%	14,25
	Succión	gr/200cm <sup>2</sup> .min	16,66

*Nota.* Los valores que se obtienen a raíz de los ensayos permiten clasificar el ladrillo según la (Norma E070 albañilería, 2006) tomado de (Acero Martínez & Cotrado Flores, 2016).

**Tabla 5**

*Resultados de pruebas de compresión axial en pilas y compresión diagonal en muretes de los ladrillos Maxx de arcilla Blocker tipo II*

Ubicación De Laboratorios	Descripción	F'm	Em	Descripción	V'm	G
		(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )
Cismid Uni (Upt 2016)	BLOQII.P01	51,84	39 927	BLOQII.M01	4,36	10 000
	BLOQII.P02	46,59	47 222	BLOQII.M02	5,64	13 333
	BLOQII.P03	45,13	43 380	BLOQII.M03	5,78	10 437
	BLOQII.P04	51,05	42 299	BLOQII.M04	5,39	10 464
	BLOQII.P05	47,25	43 073	BLOQII.M05	3,92	8 589
Pucp (Aliaga & Vicente, 2009)	P1	72,7	33 462,2	M1	3,2	7 956,9
	P2	71,2	49 416,7	M2	3,28	10 599,7
	P3	82,6	57 790,5	M3	3,06	7 449,3
	P4	68,42	54 158,1	M4	2,28	8 505
Cismid Uni (Tarqui & Copaja, 2007)	M1	72,1	91 298,98	.	.	.
	M2	78	100 192,6	.	.	.
	M3	81,4	103 770,9	.	.	.
	Prom	64,035	58 832,57		4,101	9 703.776
	D.E.	14,5	24 848,9		1,266	1 802.469
	Corregido	49,53	33 983,67		2,834	7 901.306

Nota: D.E. (Desviación Estándar)

Nota. Se presenta una síntesis de los resultados conseguidos en los laboratorios del CISMID.UNI y PUCP tomado de Copaja Quispe & Tarqui Mamani (2007), Aliaga Rodríguez & Brañez Gonzales (2009) y citado por Acero Martínez & Cotrado Flores (2016), siendo conservadores en su análisis tomaron como resultado obtenido fue la media aritmética de los datos menos su desviación estándar.

## 2.2. Bases teóricas

Estas comprenden un conjunto de conceptos, requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el control de calidad de los materiales en la construcción de viviendas y edificaciones que constituyen el punto de vista o enfoque determinado de esta investigación, esta nos permitirá a explicar el problema planteado.

### 2.2.1. Requisitos mínimos según la Norma E. 070 albañilería

#### 2.2.1.1. Clasificación de las unidades para fines estructurales

Según el capítulo 3 de la Norma E.070 Albañilería (2019), se establece que las unidades de arcilla utilizadas en el diseño estructural deben cumplir con las características mencionadas en la "Tabla 6".

**Tabla 6***Clase de unidad de albañilería para fines estructurales*

<b>Tabla I</b>					
<b>Clase de und. de albañ. para fines estructurales</b>					
Clases	Variación De La Dimensión (Máximo En %)			Alabeo (máxim. en mm)	Resistencia Característica a Compresión $F_b$ Mínimo En Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) del área bruta
	Hasta. 100 mm	Hasta. 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo 1	±8	±6	±4	10	4,9 (50)
Ladrillo 2	±7	±6	±4	8	6,9 (70)
Ladrillo 3	±5	±4	±3	6	9,3 (95)
Ladrillo 4	±4	±3	±2	4	12,7 (130)
Ladrillo 5	±3	±2	±1	2	17,6 (180)
Bloque P <sup>(1)</sup>	±4	±3	±2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	±7	±6	±4	8	2,0 (20)

*Nota.* Se presenta un resumen de los tipos de unidades de arcilla utilizados para propósitos estructurales tomado de (Norma E.070 Albañilería, 2006) (Propuesta Norma E.070 Albañilería, 2019).

### 2.2.1.2. Limitaciones en su aplicación

De acuerdo a la Norma E 070 albañilería, se establece que la utilización o empleo de las unidades de arcilla estará sujeto a lo mencionado en la “Tabla 7 y 8” según el tipo y las zonas sísmicas identificadas en la (Norma E 030 Dis. sismorresistente, 2018).

**Tabla 7***Restricciones en el empleo de las unidades con propósitos estructurales*

<b>Tabla 2</b>			
<b>Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales</b>			
Tipo	Zona sísmica 2 y 3		Zona sísmica 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todos edificios
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Celdas totalmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueco	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

*Nota.* las restricciones mencionadas corresponden a requisitos mínimos de acuerdo a la normativa Norma E.070 Albañilería, 2006.

**Tabla 8***Restricciones en el empleo de las unidades para muros confinados*

<b>Tabla 2</b>			
<b>Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para muros confinados</b>			
Tipo	Zona Sísmica 3 Y 4		Zona Sísmica 1 Y 2
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todos edificios
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

*Nota.* las restricciones mencionadas corresponden a requisitos mínimos de acuerdo a la normativa.

### **2.2.1.3. Pruebas en unidades**

Según la Norma E 070 albañilería, hacen mención las siguientes pruebas en unidades de albañilería:

- a. Muestreo: se llevará a cabo In-situ de la construcción, se seleccionará al azar 10 unidades siendo estas muestras representativas de un lote conformado por hasta 50 millares de unidades, estas emplearemos para efectuar los ensayos de variación de dimensiones y de alabeo. posteriormente cinco de las unidades se ensayarán a compresión, y los 5 restantes se emplearán para la prueba de absorción. Además, se empleará unidades de arcilla del muestreo para la construcción de especímenes. Correspondiente a pila y murete.
- b. Resistencia a la Compresión, para determinar la propiedad mecánica de las unidades de arcilla ( $f'b$ ) se procederá a realizar los ensayos conforme lo estipulado en la normativa (Instituto Nacional de Calidad - NTP 399.613, 2017).
- c. Variación Dimensional, para obtener la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas (Instituto Nacional de Calidad - NTP 399.613, 2017).
- d. Alabeo, Para calcular el alabeo de las unidades de arcilla, se aplicará el proceso especificado en la normativa siguiente (Instituto Nacional de Calidad - NTP 399.613, 2017).
- e. Absorción, se llevarán a cabo las pruebas siguiendo las instrucciones especificadas en la normativa siguiente (Instituto Nacional de Calidad - NTP 399.613, 2017).

#### **2.2.1.4. Aceptación de la unidad**

Para las unidades de arcilla la normativa menciona puntos a tener en cuenta para la aceptación de la unidad para los ensayos en unidades:

- a. En caso de que la muestra exhiba una dispersión en los resultados superior al 20 % (coeficiente de variación) para unidades producidas industrialmente, o superior al 40 % para unidades producidas artesanalmente, se llevará a cabo un nuevo ensayo con otra muestra. Si la dispersión de resultados persiste, el lote se procederá a rechazar.
- b. La capacidad de absorción de las unidades de arcilla no superará el 22 %.
- c. La superficie y el interior de la unidad de arcilla no contendrán elementos extraños como piedras, fragmentos de concha o depósitos de naturaleza calcárea.
- d. La unidad de arcilla tendrá que estar completamente cocida, mostrando un color uniforme y no mostrará signos de vitrificación, siendo esto corroborado golpeando con un martillo a la unidad la cual no deberá emitir un sonido metálico.
- e. La unidad de arcilla no exhibirá marcas ni rayas blanquecinas derivadas de la presencia de salitre u otras causas.

#### **2.2.2. Resistencia de especímenes de unidad de arcilla**

La Norma E 070 albañilería en el capítulo 5 especifica que, la propiedad mecánica correspondientes a compresión axial ( $f'm$ ) y a corte ( $v'm$ ) se podrá hallar de manera empírica utilizando tablas o datos históricos, o a través de pruebas en especímenes. Esto dependerá de la importancia de la construcción y de la zona sísmica Insitu, de acuerdo con lo indicado en la tabla 9.

Los prismas se fabricarán en el laboratorio de pruebas, empleando el mismo nivel de humedad de las unidades de arcilla, el mismo grosor de juntas, el mismo tipo de mortero y la mano de obra calificada utilizada en la construcción final. Los especímenes serán curados y almacenados durante un periodo de 28 días.

**Tabla 9**Métodos para determinar  $f'm$  y  $v'm$  en unidades

Resistencia característica	Tabla 5 métodos para determinar $f'm$ y $v'm$								
	Edificios de 1 a 3 pisos			Edificios de 4 a 5 pisos			Edificios más de 5 pisos		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3 y 4	2	1	3 y 4	2	1	3 y 4	2	1
( $f'm$ )	A	A	A	B	B	A	B	B	B
( $v'm$ )	A	A	A	B	A	A	B	B	A

Nota. se tendrá en cuenta los siguiente;

A: Al conocer la calidad tanto de la unidad de arcilla como del mortero se puede obtener de forma empírica.

B: se realizarán pruebas en laboratorio según lo establecido en las normas técnicas peruanas 399.605 y 399.621 en pilas y muretes para medir las propiedades mecánicas.

Tomado de la normativa (Propuesta Norma E.070 Albañilería, 2019).

Los ensayos previos a la obra se harán sobre cinco especímenes, y las resistencias características  $f'm$  en pilas y  $v'm$  en muretes se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar (ver Ec. 1 y 2).

Valor promedio:

$$x = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

Desviación Estándar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2)$$

El valor de  $v'm$  para diseño no será mayor de  $0,319\sqrt{f'm}$  MPa  $\left(\sqrt{f'm} \frac{kg}{cm}\right)$

Además, en la Norma E 070 albañilería indica que, en el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 10 (Ver Tabla 10), correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: ½: 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos. Correspondientes a los valores  $f'm$  de la Tabla 10 (Ver Tabla

10) han sido obtenidos contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que especifican en la Tabla 11 (Ver Tabla 11).

**Tabla 10**

*Parámetros de resistencia en unidades de arcilla y especímenes MPa (kg/cm<sup>2</sup>)*

<b>Tabla 7</b>				
<b>Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				
Materia	Clase	Unidad	Pilas	Muretes
Prima		F'b	F'm	V'm
Arcilla	Clase I - Artesanal	4,9 (50)	3,4 (35)	0,50 (5,1)
	Clase II - Artesanal	6,9 (70)	3,9 (40)	0,55 (5,6)
	Clase III - Artesanal	9,3 (95)	4,6 (47)	0,64 (6,5)
	Clase IV - Artesanal	12,7 (130)	6,4 (65)	0,79 (8,1)
	Clase V - Artesanal	17,6 (180)	8,3 (85)	0,90 (9,2)
Concreto	Industrial portante	17,5 (178)	7,0 (71)	0,44 (4,5)
Sílice-cal	Industrial portante	12,6 (129)	10,1 (103)	0,93 (9,5)

*Nota.* parámetros de resistencia según su característica, tomado de (Propuesta Norma E.070 Albañilería, 2019).

**Tabla 11**

*Variables de corrección correspondiente a f'm*

<b>Tabla 8</b>						
<b>Factores de corrección de f'm por esbeltez</b>						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

*Nota.* para determinar el f'm, es necesario considerar los factores de corrección, tomado de (Propuesta Norma E 070 albañilería)

### 2.3. Definición de términos

A continuación, se define los términos usados en la (Propuesta Norma E 070 albañilería) y el (Instituto Nacional de Calidad - INACAL - NTP 399.605, 2013) para la presente tesis:

- Albañilería o mampostería: Este tipo de estructura se compone de unidades de arcilla que son colocadas con mortero o integrados con concreto líquido para obtener mayor estabilidad.
- Albañilería confinada: muro de unidad de arcilla reforzada mediante la incorporación de materiales de hormigón armado en todo su perímetro, vaciado

posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.

- Unidad de albañilería: Los ladrillos y bloques son elementos de construcción elaborados con arcilla cocida, concreto o sílice-cal, que se diferencian por su tamaño y peso. Mientras que los ladrillos pueden manipularse con una sola mano debido a su tamaño y peso reducidos, los bloques requieren el uso de dos manos para su transporte. Además, tanto los ladrillos como los bloques pueden ser sólidos, huecos, alveolares o tubulares, y se fabrican mediante procesos artesanales o industriales.
- Unidad de albañilería hueca: La sección transversal de la Unidad de arcilla se distingue por tener un área de asiento que no supera el 70 % de la superficie bruta en cualquier plano paralelo a su superficie de asentamiento.
- Unidad de albañilería sólida (o maciza): La Unidad de arcilla cuya su sección transversal cumple con la condición de tener un área igual o superior al 70 % del área bruta en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento.
- Unidad de Albañilería Tubular (o Pandereta): Unidad de arcilla con vacíos que corren en paralelo a la superficie de apoyo.
- Mortero: Componente esencial, formado por una combinación de cemento, arena y agua, es una sustancia adhesiva utilizada para unir tanto horizontal como verticalmente bloques de construcción.
- Tabique: Muro que no soporta peso en forma vertical, que se usa como separador de espacios o para cerrar el perímetro.
- Muro No Portante: El muro está diseñado y construido de manera que únicamente soporta las fuerzas que provienen de su propio peso y cargas que actúan transversalmente en su plano, como los parapetos y los cercos.
- Muro portante: Se refiere a un tipo de pared que se ha diseñado y construido con el objetivo de transmitir las cargas, tanto horizontales como verticales,



desde un nivel del edificio, hacia el nivel inferior o hasta la cimentación. Estas paredes, que se utilizan en la construcción de edificios de albañilería, deben ser continuas a lo largo de toda la estructura vertical del edificio.

- Construcciones de Albañilería: Construcciones que cuentan mayoritariamente con paredes portantes de albañilería como soporte estructural.
- Prismas: Se fabrican en laboratorios de prueba utilizando muestras llamadas Pilas y Muretes que tienen el mismo grado de humedad, consistencia de mortero, grosor de juntas y calidad de mano de obra que se utilizará en la construcción real. Se prueba su rendimiento después de 28 días.
- Muestra: La muestra consta como mínimo de al menos 3 prismas hechos del mismo material y ejecutados mediante pruebas a la misma edad.(Instituto Nacional de Calidad - INACAL - NTP 399.605, 2013).
- Compresión axial: Prueba correspondiente a la presión a que se somete la pila de albañilería por la acción de fuerzas opuestas, permitiendo calcular la propiedad mecánica ( $f'm$ ) de la albañilería.
- Compresión diagonal: Prueba correspondiente a la presión diagonal a que se somete el murete de albañilería por la acción de fuerzas opuestas, permitiendo calcular la propiedad mecánica ( $v'm$ ) de un muro de dimensiones iguales.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo y Diseño de la Investigación

#### 3.1.1. Tipo de Investigación

Debido a su investigación, este estudio se enmarca dentro de las características de una investigación exploratoria y explicativa., del nivel aprehensivo y comprensivo; porque está orientada a realizar una investigación experimental para describir las causas que se presenten en particular en las de resistencia de muestras de albañilería fabricadas con ladrillos de arcilla Atlas (Blocker II) sometidos a pruebas de compresión axial y compresión diagonal.

#### 3.1.2. Diseño de Investigación

De acuerdo a la metodología la investigación se clasifica como un diseño experimental, según los hallazgos del estudio por hacer uso de un laboratorio de ensayos permitiendo establecer relaciones de causalidad entre las variables, Se trata de un diseño de investigación de campo en el ámbito de la gestión de riesgos. (sismos, peligro, vulnerabilidad y riesgos en obras civiles)

### 3.2. Población y/o muestra de estudio.

La población de Tacna ha sentido constantes eventos sísmicos, las cuales se han registrado a lo largo de los últimos años, por lo que nuestra población de estudio estará conformada por las edificaciones construidas con Las unidades de mampostería construidas con ladrillos de arcilla Atlas (Blocker II), a causa de que diversas infraestructuras actualmente presentan patologías por diferentes factores como los defectos propios de la unidad de albañilería, de los morteros o provocados por agentes externos.

La muestra representativa para la investigación estará conformada por 400 unidades de albañilería de ladrillos de arcilla Atlas "Blocker II" para utilizarlos en los ensayos en unidades, y en especímenes para los ensayos de compresión axial y diagonal.

### **3.3. Operacionalización de variables**

#### **3.3.1. Definición conceptual de las variables**

##### **3.3.1.1. Variable independiente**

###### a. Ladrillos de arcilla Atlas Blocker II

Son Las unidades son rectangulares, hechas de arcilla cocida, y su tamaño y peso las hacen manejables con una sola mano, puede ser de tipo sólida, tipo hueca, alveolar o tubular.

Para En esta investigación se abordará el estudio de los ladrillos de arcilla “Blocker II” de la Empresa Atlas, la ubicación de la producción de la mencionada arcilla es en el Distrito de Calana, zona Piedra Blanca de Tacna.

##### **3.3.1.2. Variable dependiente**

###### a. Ensayo en unidades

Las unidades de arcilla se ensayarán con la finalidad de determinar si son aptas los ladrillos de arcilla de acuerdo a las normas vigentes. Se llevarán a cabo pruebas para el análisis de las unidades de albañilería de las cuales son las siguientes:

- Prueba de Variación Dimensional.
- Prueba de Alabeo.
- Prueba de Área de Vacíos.
- Resistencia a la compresión.
- Ensayo de Absorción.

###### b. Ensayo de compresión axial

Los ensayos de compresión en pilas de albañilería se llevan a cabo para caracterizar el comportamiento de un prisma, determinando a resistencia a la compresión requerida para la unidad de albañilería. (f'm).

###### c. Ensayo de compresión diagonal

Los ensayos de compresión en muretes de albañilería se llevan a cabo para determinar la resistencia a la compresión diagonal (v'm), mediante la aplicación de una carga, conllevando una fractura en diagonal por tracción puede generar fisuras en el espécimen.

### **3.3.2. Operacionalización de las variables**

#### **3.3.2.1. Variable independiente**

- a. Ladrillos de arcilla Atlas (Blocker Tipo II)

Indicadores:

De acuerdo al muestreo para la elección de las muestras para el análisis experimental, se seleccionará unidades de arcilla representativas seleccionados en base a su gama completa de colores, texturas y tamaños, además de verificar que estén libres de impurezas, limo u otros materiales que no estén relacionados con el proceso de producción. Posteriormente, se determinará si la muestra es adecuada para continuar con el estudio indicado en la Tabla 12.

#### **3.3.2.2. Variable dependiente**

- a. Ensayo en unidades.

Indicadores:

- Ensayo de Var. Dimensional (%)
- Ensayo de Alabeo (mm)
- Ensayo de % de Vacíos (%)
- Resist. a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)
- Ensayo de Absorción (%)

- b. Ensayo de Compresión Axial.

Indicadores: F'm

- c. Ensayo de Compresión Diagonal

Indicadores: V'm

**Tabla 12**  
*Proceso de operacionalización de Variables*

variable	definición	dimensión	indicador
Atlas Blocker II	El estudio se llevará a cabo en ladrillos de arcilla como objeto de investigación "BLOCKER II" de los "Ladrillos ATLAS".	Acceptable  No Aceptable	De acuerdo al muestreo para la selección de los especímenes de ensayo, se seleccionará unidades de arcilla representativas del rango completo de colores, texturas y tamaños, libres de impureza, limo u otros materiales que no están relacionados con el proceso de fabricación. Y se evaluará si la muestra cumple con los criterios de aceptabilidad para determinar si se continúa con el estudio.
Ensayo en unidades	Los ensayos serán realizados en las unidades de albañilería con el propósito de asegurar el control de calidad como unidades de albañilería.	Prueba de Variación Dimensional Prueba de Alabeo Prueba de Área de Vacíos Resistencia a la compresión Ensayo de Absorción	% mm % kg/cm <sup>2</sup> %
Ensayo de Compresión Axial	Este método de ensayo se utiliza en las pilas de albañilería con el objetivo de obtener la resistencia a la compresión axial (f'm) haciendo alusión al área bruta de la sección transversal. En el caso de los prismas de ladrillos, se analiza la proporción entre la altura y el ancho del prisma estará entre 2 y 5, y el alto no será menor de 30 cm.	Pilas	f'm
Ensayo de Compresión Diagonal	Este método de ensayo se utiliza para calcular la resistencia a la compresión diagonal (v'm), en muretes de albañilería de dimensiones de 600 mm x 600 mm como mínimo, aplicando una carga de compresión diagonal.	Muretes	v'm

### **3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos**

#### **3.4.1. Acciones y las actividades**

Con el fin de llevar a cabo la investigación es necesario tener como base las siguientes actividades, detalladas a continuación:

Etapa I: procesos previos a los ensayos.

- Indagar y recopilar información Bibliográfica relacionadas con el tema de investigación.
- Visitas a campo, correspondientes a zonas de adquisición de materiales de unidad de albañilería Atlas "Blocker II", cemento tipo IP, agregado. Además, identificar edificaciones que utilizaron la unidad de albañilería "Blocker II" para su construcción como se ve en la Figura 7,8 y 9.
- Procesar datos e información recopilada a través de las visitas a campo mediante apuntes, fotografías; y mediante la web de estudios e investigaciones.
- Coordinar la disponibilidad del laboratorio de estructuras en CISMID-UNI de Lima y establecer una fecha para llevar a cabo las pruebas necesarias.
- Obtener los bloques de albañilería Atlas "Blocker II" y los cementos Yura tipo IP, luego enviar los materiales al laboratorio de estructuras CISMID-UNI en Lima. En cuanto al suministro de agregado y agua para el mortero, se adquirirá en la Ciudad de Lima.

Etapa II: proceso durante la ejecución de las pruebas.

- Realizar los ensayos en unidades de ladrillo aplicando el control de calidad en los ladrillos de arcilla cocida en base a la Norma E 070-2019, siendo a utilizar 20 ladrillos para realizar los ensayos de prueba de variación dimensional, prueba de alabeo, prueba de área de vacíos, resistencia a la compresión, ensayo de absorción.
- Proceder con la elaboración de 5 especímenes de albañilería tanto para pilas y muretes, a las cuales se realizará ensayos de compresión axial y diagonal con base a la Norma NTP 399.605 y la norma NTP 399.621. Determinando y comparando sus capacidades de resistencia de cada espécimen.

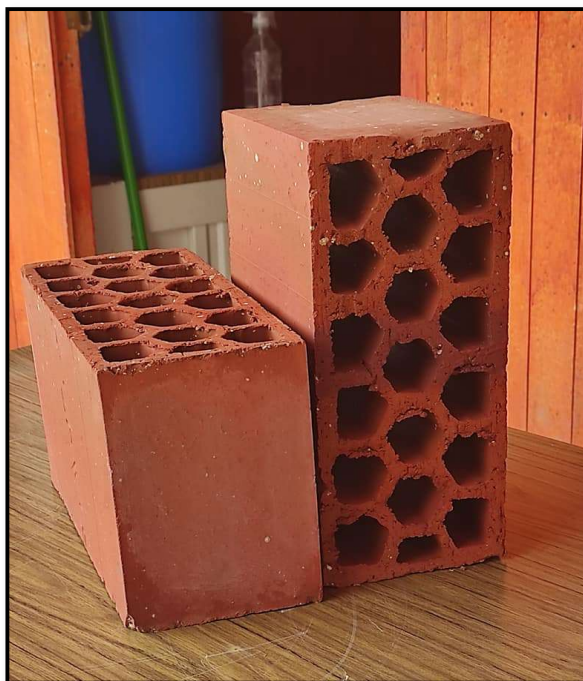
Etapa III: procesos posteriores a la ejecución de los ensayos.

- Procesar, clasificar y comparar los resultados obtenidos de las unidades y muestras de albañilería con unidades de arcilla. Atlas "Blocker II", cumpliendo con los estándares mínimos establecidos por la Norma E.070 (Albañilería) del reglamento Nacional de Edificaciones.
- Redactar el informe de la investigación final.
- Presentar el proyecto de investigación.

### 3.4.2. Materiales

**Figura 7**

*Unidad de Albañilería - Ladrillo Blocker II*



*Nota.* la unidad de albañilería Atlas (Blocker II) no presenta ficha técnica por parte del fabricante.

**Figura 8**

*Cemento IP Yura (peso de bolsa de 42.5 kg.)*



*Nota.* Producto de la empresa Yura, de acuerdo a los estándares de la NTP 334.090 y la Norma ASTM C 595, para así recomendar el uso para todo tipo de obra civil.

**Figura 9**

*Agregado y agua potable*



*Nota.* Para la preparación del mortero, se utilizó agregado y agua adquiridos en la Ciudad de Lima.



### 3.5. Procesamiento y análisis de datos

#### 3.5.1. Procesamiento

##### 3.5.1.1. Muestreo

###### a) Normativa

Tomado de la (Propuesta Norma E 070 albañilería) y siguiendo las indicaciones establecidas en la Norma Técnica Peruana (Instituto Nacional de Calidad - NTP 399.613, 2017).

###### b) Procedimiento

Según la normativa la recolección de muestras se llevará a cabo a pie de obra. Para este procedimiento por temas de investigación, buscando las muestras lo cual se visitó Empresa ladrillera Atlas de Santa Lucia según la Figura 10 el muestreo se realizó en los almacenes de la Empresa Yola E.I.R.L. (ver Figura 11), siendo esta una de las distribuidoras del fabricante de ladrillos Atlas Blocker II - Empresa ladrillera Santa Lucia S.C.R.L.

**Figura 10**

*Empresa fabricante de ladrillos de arcilla Atlas*



*Nota.* la empresa ladrillera Atlas “Santa Lucia S.C.R.L.” se Encuentra ubicada en el anexo Cerro Blanco (fundo Santa Lucía) del Distrito de Calana, Departamento de Tacna.

**Figura 11**

*Empresa YOLA E.I.R.L. distribuidora de la ladrillera Atlas*



*Nota.* esta empresa distribuidora se encuentra ubicada en el Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, provincia y departamento de Tacna.

Con el fin de realizar los ensayos, se eligieron de manera aleatoria unidades representativas del lote, tomando una cantidad de 400 unidades (ver Figura 12), teniendo en cuenta la amplia gama de colores, texturas y tamaños, se seleccionaron elementos sin impurezas, limo u otros materiales que no estén relacionados con el proceso de fabricación. Entre ellas, se realizaron pruebas de variación dimensional, resistencia a la compresión, absorción, alabeo, porcentaje de vacíos, la construcción de pilas y muretes para las pruebas de compresión axial y diagonal respectivamente.

**Figura 12**

*muestreo de unidades de albañilería ATLAS Blocker II*



La cantidad de muestras representativas fueron enviados al Laboratorio del (CISMID) de la Ciudad de Lima para la construcción de los prismas y al Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concretos y Pavimentos de la (UPT) para el ensayo en unidades, manteniendo las precauciones para preservar la integridad de las unidades de cualquier daño que pudiese suceder en el transcurso del envío, ya sean por factores climáticos u otro tipo fueron forrados con cinta plástica (ver figura 13). Asimismo, se enviaron tres sacos de cemento para la elaboración del mortero.

**Figura 13**

*consideraciones necesarias para proteger las unidades, al ser enviados a la Ciudad de Lima*



### **3.5.1.2. Preparación de especímenes para ensayos en unidades**

#### **a) Normativa**

Tomado de la Norma E.070 (Propuesta Norma E 070 albañilería) y según lo establecido en la normativa correspondiente Norma Técnica Peruana (Instituto Nacional de Calidad - NTP 399.613, 2017).

#### **b) Secado**

Es necesario someter los especímenes a un proceso de secado en un horno ventilado a una temperatura de 105 °C a 115 °C, durante un período mínimo de 24 horas.

c) Enfriamiento

Una vez concluido el proceso de secado, los especímenes serán enfriados en una cámara a una temperatura de  $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , manteniendo una humedad relativa entre el 30 % y 70 %. Además, las unidades se guardarán de manera individual y separada (no apiladas), los especímenes deben estar protegidos de corrientes de aire durante al menos 4 horas como mínimo. Es importante no utilizar unidades muy calientes en ensayos que requieran muestras secas.

Existe una opción alternativa aceptada para enfriar los especímenes, que consiste en almacenar las unidades de forma separada, sin apilar, en un entorno ventilado con una temperatura de  $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa entre el 30 % y el 70 %, durante al menos 4 horas.

d) Determinación del peso

Se procederá a determinar el peso de cinco especímenes completos, secos y enfriados. Se utilizará una balanza con una capacidad mínima de 3000 g y una precisión de 0,5 g. En el informe de resultados se indicará individualmente el peso de cada unidad con una precisión de 0,1 g, así como el promedio de todos los especímenes ensayados con una precisión de 0,1 g.

### **3.5.1.3. Ensayo de resistencia a la compresión**

a) Normativa

Tomado de la Norma E 070 albañilería y según lo establecido en la normativa correspondiente la norma Técnica Peruana (Instituto Nacional de Calidad - NTP 399.613, 2017)

b) Equipo

Los aparatos y materiales necesarios para el ensayo constaron de un horno de secado, se utilizará una máquina de compresión junto con yeso, cemento, arena, agua y cinco unidades representativas de ladrillos de arcilla del tipo Hércules.

c) Procedimiento

Iniciamos con la selección de los 5 especímenes a ensayar, se remarcó cada espécimen de manera que pueda ser identificado en cualquier momento. Y para la preparación de los especímenes para el ensayo se procedió a Las unidades serán

sometidas a un proceso de secado en un horno ventilado con una temperatura de 105 °C a 115 °C, durante un mínimo de 24 horas. Posteriormente, los especímenes se enfriarán en un ambiente ventilado a una temperatura de 24°C ± 8°C durante un periodo de 4 horas.

Debido a que las superficies de contacto del espécimen presentan hendiduras, se procederá a rellenar dichas depresiones utilizando un mortero compuesto cemento y arena dejando reposar por lo menos 48 horas. posteriormente cubrimos las caras y se aplicará una capa de goma laca en las caras opuestas de contacto del espécimen., dejamos secar y apoyamos una de las bases laqueadas sobre una capa delgada de refrentado con yeso, repetimos este proceso con la otra cara se aplicará una capa de refrentado de 3 mm en las caras opuestas de contacto del ladrillo. Esta capa se dejará secar durante al menos 24 horas antes de realizar el ensayo.

Seguidamente realizamos las pruebas de los especímenes de ladrillos en su dimensión más grande, colocando los especímenes de manera centrada debajo del soporte esférico superior del equipo de ensayo.

La velocidad de carga se aplicó conveniente hasta la mitad de la máxima esperada, posteriormente, se realizaron los ajustes necesarios en los controles de la máquina para garantizar una aplicación uniforme del resto de la carga, dentro de un rango de tiempo que osciló entre un minuto y dos minutos.

#### d) Cálculo

Calcular la resistencia a la compresión de cada espécimen utilizando la Ec. 3 proporcionada a continuación.

$$fb = \frac{W}{A} \quad (3)$$

Donde:

$fb$  = res. a la compresión del ladrillo en  $kgf/cm^2$

$W$  = carga máxima indicada por la máquina de ensayo en  $kgf$ .

$A$  = Prom. del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del ladrillo en  $cm^2$ .

Se ajustará la resistencia a la compresión axial obtenida del ensayo en unidades completas de arcilla Atlas utilizando el coeficiente de correlación entre la resistencia a la compresión de unidades completas y medias unidades de albañilería, según se indica en el anexo A de la norma NTP 399.613, mediante la Ec. 4.

$$R_{ue} = 0.92 * R_{mu} \quad (4)$$

Donde:

$R_{ue}$  = res. a la compresión en unidad entera en  $kgf/cm^2$ .

$R_{mu}$  = res. a la compresión en media unidad en  $kgf/cm^2$ .

#### **3.5.1.4. Ensayo de variación dimensional**

##### a) Normativa

Tomado de la Norma E 070 albañilería y Siguiendo las directrices establecidas en la normativa (Instituto Nacional de Calidad - NTP 399.613, 2017).

##### b) Equipo

Los aparatos de medición que se utilizó en las unidades consistieron en una regla de acero de 30 cm de longitud, con marcas milimétricas para las mediciones. y una muestra para efectuar los ensayos de var. dimensional de 10 unidades representativas seleccionadas inicialmente y descrito en 3.5.1.1., siendo estos ladrillos de arcilla Blocker II.

##### c) Procedimiento

Inicialmente se efectuó el muestreo de las 10 unidades siendo estas remarcadas para su identificación y posteriormente se realizó la preparación de los especímenes 3.5.1.2.

Seguidamente se realizarán mediciones individuales de ancho, longitud y altura de las unidades, tomando las medidas desde los extremos y en ambas caras, registrando cada ladrillo con aproximación de 1 mm y reportando su promedio con una aproximación de 0,5 mm.

## d) Cálculo

Se reportó y determinó el promedio de los valores de ancho, longitud y altura de las 10 unidades ensayadas empleando la Ec. 5.

$$V(\%) = \frac{Df - Dp}{Df} * 100 \quad (5)$$

Donde:

$V(\%)$  = % de la variación dimensional.

$Df$  = Las medidas indicadas por el fabricante en milímetros, (en este caso la ladrillera Atlas no especifica estas características).

$Dp$  = el promedio de la medida en mm (ancho, longitud y altura).

### 3.5.1.5. Ensayo de alabeo

## a) Normativa

Tomado de la (Propuesta Norma E 070 albañilería) y según lo establecido en la normativa (Instituto Nacional de Calidad - NTP 399.613, 2017)

## b) Equipo

Los aparatos necesarios para el proceso de medida del alabeo fueron de una varilla de acero con un borde recto y una regla metálica graduada de acero con divisiones de 1 mm, escobilla de cerdas suaves y se utilizó las 10 unidades representativas seleccionadas inicialmente y descrito en 3.5.1.1, siendo estos ladrillos de arcilla Blocker II.

## c) Procedimiento

Los especímenes fueron sometidos a ensayos sin realizar ningún cambio en su estado original. Únicamente se removió el polvo adherido a las superficies mediante el uso de una escobilla, siendo estas remarcadas también para su identificación.

Se efectuó el ensayo identificando la distorsión a ser medida de las superficies y bordes cóncavos como también convexas. Colocando la varilla de borde recto longitudinal o diagonalmente a lo largo de la superficie. Se eligió la distancia más grande con una precisión de 1 mm desde la superficie del espécimen hasta la varilla de borde recto, registrando como la distorsión si son cóncavos o convexas.

d) Cálculo

Al culminar el ensayo, registramos individualmente todas las medidas de distorsión de cada espécimen ensayado con una precisión de 1 mm y las reportamos. Promediando finalmente la distorsión obtenida del alabeo de las 10 unidades.

### **3.5.1.6. Ensayo de absorción**

a) Normativa

Tomado de la (Propuesta Norma E 070 albañilería) y según lo establecido en la normativa (Instituto Nacional de Calidad - NTP 399.613, 2017)

b) Equipo

Los aparatos que se utilizó para realizar el ensayo de absorción, se utilizaron una balanza con una capacidad mínima de 2000 g y una precisión de 0.5 g, un horno de secado, un recipiente con agua y 5 unidades representativas seleccionadas inicialmente y descrito en 3.5.1.1, siendo estos ladrillos de arcilla Blocker II.

c) Procedimiento

La ejecución del ensayo es efectuada en la sumersión de 5 y 24 horas.

Inicialmente se seleccionó una muestra representativa las que tuvieron una etapa de preparación de especímenes descritos en 3.5.1.2, de las cuales se identificó según su nomenclatura 05 unidades para realizar el ensayo.

Para el proceso de saturación se sumergió las cinco especímenes seco y enfriado, sin sumergirlas previamente en agua, simplemente se mantuvieron en contacto con agua limpia durante el tiempo indicado. Retiramos los cinco especímenes, secamos la superficie de las muestras con un paño y las pesamos dentro de los cinco minutos siguientes después de haber sido retiradas del agua.

d) Cálculo

Calculamos y reportamos la absorción de cada muestra se calcula utilizando la Ec. 6, con una aproximación al 0,1 %:



$$\text{absorción (\%)} = \frac{Wd - Ws}{Ws} * 100 \quad (6)$$

Donde:

$W_s$  = Peso seco de la muestra en gramos (g.)

$W_d$  = Peso de la muestra saturada en gramos, después de la sumersión en agua fría (g.)

### 3.5.1.7. Ensayo de % de vacíos

#### a) Normativa

Tomado de la (Propuesta Norma E 070 albañilería) y según lo establecido en la normativa (Instituto Nacional de Calidad - NTP 399.613, 2017).

#### b) Equipo

Los aparatos que se utilizó para efectuar el ensayo de % de vacíos se utilizó una regla de acero., cilindro graduado de vidrio con capacidad de 500 ml, se requirió una hoja de papel de superficie lisa y dura con dimensiones de al menos 610 mm x 610 mm, 500 ml de arena limpia y seca, una escobilla con cerdas suaves, una balanza con una capacidad mínima de 3 000 g y una precisión de 0,5 g, finalmente una muestra de 10 unidades representativas, siendo estos ladrillos de arcilla Blocker II.

#### c) Procedimiento

Los especímenes fueron ensayados en su estado original sin realizar modificaciones. Solamente se removieron cualquier partícula adherida a las superficies utilizando una escobilla, siendo estas remarcadas también para su identificación.

Luego realizamos la medición y el registro de las dimensiones del espécimen, incluyendo la longitud, el ancho y la altura con la finalidad de obtener el volumen del espécimen ensayado.

Colocamos sobre la superficie plana la hoja de papel, sobre la cual colocamos el espécimen a ensayar en una posición vertical, con las perforaciones orientadas hacia arriba. Luego procedimos a llenar las perforaciones con arena,

permitiendo que esta se distribuyera de manera libre sin ejercer presión. Utilizamos una varilla de acero con un borde recto para nivelar la arena de las perforaciones con la parte superior del espécimen. Posteriormente, utilizamos una escobilla para eliminar cualquier exceso de arena tanto de la parte superior del espécimen como de la hoja de papel.

Posteriormente elevamos el espécimen de manera que la arena de las perforaciones se depositara sobre las hojas de papel. Luego, transferimos la arena desde la hoja de papel a la balanza, procediendo a pesar y registrar el valor con una precisión de 0,5 g.

Con una porción de arena aparte, llenamos un cilindro de 500 ml hasta alcanzar la marca de graduación, asegurándonos de verter la arena de manera suave y sin agitar ni vibrar el cilindro. Luego, transferimos esta arena a la balanza y procedemos a pesar y registrar el valor con una aproximación de 0,5 g.

#### d) Cálculo

Determinamos el porcentaje de vacíos como se indica en la Ec. 7 y reportamos el % de área de vacíos, con un margen de 1 %:

$$\% \text{ Área vacíos} = \frac{V_s}{V_u} * 100 \quad (7)$$

Donde:

$V_u$  : vol. del espécimen en  $\text{cm}^3$ .

$V_s$  : vol. de la arena contenido en el espécimen en  $\text{cm}^3$ .

### 3.5.1.8. Ensayo de compresión axial

#### a) Normativa

Tomado de la norma E.070 albañilería y según lo establecido en la normativa (Instituto Nacional de Calidad - INACAL - NTP 399.605, 2013) y la norma ASTM C1314 (American S. for Testing and Materials, del 2010), establece los procedimientos e indicaciones para la prueba de prismas de albañilería y los cálculos realizados para obtener la resistencia a la compresión ( $f'm$ ), estableciendo parámetros de control.

#### b) Condiciones generales

Este procedimiento de prueba ofrece una forma de evaluar las propiedades de resistencia a la compresión axial ( $f'_m$ ), a través de la construcción y pruebas en los prismas que se han obtenido de la construcción en el campo.

Cuando este método de ensayo es usado como referencia en investigación para determinar los efectos de diversos parámetros que se permitirán variaciones en la resistencia a la compresión de la albañilería

#### c) Equipo y materiales

Los aparatos y materiales necesarios para el equipo utilizado en el ensayo incluyeron una máquina de compresión, así como cemento, arena, agua y unidades de albañilería representativas para la construcción de 6 pilas de ladrillos Atlas de arcilla Blocker II.

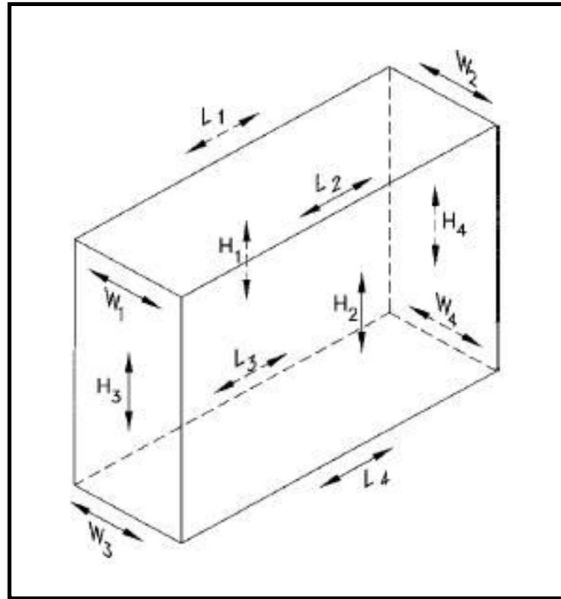
#### d) Procedimiento

Se construyeron las pilas en el laboratorio de ensayos CISMID, con las unidades representativas muestreadas las cuales las unidades de albañilería se colocaron apiladas una sobre otra en una base plana y nivelada, igualmente se utilizaron la misma dosificación y materiales para el mortero, el mismo contenido de humedad, espesor de juntas ( $e = 1,5$  cm) y la calidad de la mano de obra que se emplean en la construcción definitiva.

Las pilas fueron juntados y curados en el laboratorio a una temperatura de  $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 28 días, además se aplicó una capa de cemento-yeso con un grosor adecuado para corregir las imperfecciones superficiales de la albañilería.

La medición de los prismas se realizó con una aproximación de 1 mm, como se muestra en la Figura 14, se tomaron medidas de longitud y ancho en los bordes y centro de las caras superior e inferior de los prismas, obteniendo un promedio de las cuatro medidas.

En cuanto al cálculo del área neta de sección transversal efectiva los prismas se determinaron mediante la medición de una muestra representativa de las unidades de ensayo, de acuerdo con los métodos de ensayo de la norma NTP 399.613.

**Figura 14***Localización de las longitudes en el prisma*

*Fuente.* (Instituto Nacional de Calidad - INACAL - NTP 399.605).

Finalmente, se efectuó el ensayo con la colocación del prisma en la máquina de compresión axial la cual tuvo una precisión aproximada del 1 % en relación al rango de carga previsto. Teniendo en cuenta que se aplicó una carga inicial al prisma equivalente a la mitad de la carga total prevista. Y se observó el modo de falla, capturando imágenes que describen los patrones de grietas y despostillamiento.

e) Cálculo

Se calculó la resistencia  $f'm$  soportada por cada prisma de albañilería (ver Ec. 8) mediante la división de la carga entre el área neta de sección transversal del prisma (P/A).

$$f'm = \frac{P}{A} \quad (8)$$

Donde:

P: Carga insertada en la Pila, en kgf

A: Área de la Pila en,  $\text{cm}^2$ .

Se calculó por prisma la relación  $\frac{h_p}{t_p}$  entre la altura  $h_p$  y la menor dimensión lateral  $t_p$  del prisma, con la finalidad de determinar el factor de corrección según la Tabla 13 de la norma E.070 (Propuesta Norma E 070 albañilería).

$$E = \frac{h_p}{t_p} \quad (9)$$

Donde:

$h_p$ : altura de pila, en cm.

$t_p$ : ancho de pila, en cm.

**Tabla 13**

*Factores de corrección por esbeltez para la resistencia en compresión de pilas de albañilería*

<b>Tabla 8</b>						
<b>Factor de corrección f'm debido a la esbeltez</b>						
Esbel. $\frac{h_p}{t_p}$	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

*Nota.* Interpolarse linealmente para valores intermedios de esbeltez. Tabla 8 obtenido de la norma (Propuesta Norma E 070 albañilería).

### **3.5.1.9. Ensayo de compresión diagonal**

#### a) Normativa

Tomado de la norma E.070 (Propuesta Norma E 070 albañilería), según lo indicado en la normativa (Instituto Nacional de Calidad - INACAL - NTP 399.621, 2004 (revisada el 2015)) y la norma ASTM E 519 (American Society for Testing and Materials, 2000).

#### b) Condiciones generales

Este método de prueba ofrece una manera de determinar las propiedades de resistencia a la compresión diagonal (v'm), a través de la construcción y pruebas de los muretes de albañilería con un tamaño mínimo 600 mm x 600 mm este tamaño se seleccionó como el mínimo que sería adecuadamente representativo de un muro de albañilería a escala real y que permitiría el uso de máquinas de ensayo comúnmente utilizadas en varios laboratorios.

c) Equipos y materiales

Los aparatos y materiales necesarios se utilizó una máquina de compresión que cumplía con los requisitos de capacidad y velocidad de carga adecuados para llevar a cabo el ensayo, utilizando cemento, arena, agua y unidades de albañilería representativas para la construcción de 5 muretes de ladrillos Atlas de arcilla Blocker II.

d) Procedimiento

Se construyeron los muretes en el laboratorio de ensayos CISMID, con las unidades representativas muestreadas las cuales fueron asentadas las unidades enteras de albañilería se dispusieron en hiladas, abarcando dos unidades por cada nivel, sobre una superficie plana y nivelada, igualmente se utilizaron la misma dosificación, materiales para el mortero, el mismo contenido de humedad, espesor de juntas ( $e = 1.5$  cm) y la habilidad y destreza de los trabajadores involucrados en la construcción final son determinantes para la calidad.

Los muretes fueron juntados y curados en el laboratorio a una temperatura de  $24\text{ °C} \pm 8\text{ °C}$  durante 28 días, además se aplicó una capa de cemento-yeso con un espesor adecuado en las unidades de albañilería que estuvieron en contacto con las escuadras, con el fin de corregir cualquier irregularidad superficial (cabezal, la cual distribuye la carga puntual en el murete).

Finalmente, se efectuó el ensayo con la colocación del murete en la máquina de compresión diagonal la cual tuvo La carga se aplicó con una precisión aproximada del 1% dentro del rango de carga previsto. Se consideró apropiado aplicar una carga inicial que alcanzara la mitad de la carga esperada, posteriormente prosiguiendo aplicar una carga uniforme. Y se observó el modo de falla, donde se capturaron fotografías detalladas que describen los patrones de grietas y despostillamientos presentes en los especímenes.

e) Cálculo

Se calculó la resistencia  $v'm$  de cada murete de albañilería (ver Ec.10) dividiendo la carga máxima aplicada entre el área neta de la sección del murete ( $P/A$ ).

$$V'_m = \frac{0.707 * P}{A_b} \quad (10)$$

Donde:

$V'_m$  : esfuerzo cortante sobre área bruta del murete, en kgf/cm<sup>2</sup>

$P$  : Carga aplicada en el murete, en kg.f

$A_b$ : Área bruta del presente murete, en cm<sup>2</sup>.

Cálculo del área bruta del espécimen:

$$A_b = \frac{l * h}{2} * t \quad (11)$$

Donde:

$l$  : largo del murete, en cm

$h$  : altura del murete, en cm

$t$ : espesor total del murete en cm<sup>2</sup>.

### 3.5.2. Análisis de datos

Posterior al desarrollo de las pruebas expuestas en el ítem 3.5.1 se describe un análisis de los datos obtenidos, en efecto a ello se muestran en el CAPÍTULO IV: RESULTADOS y serán contrastados en el CAPÍTULO V: DISCUSIÓN con otros datos de investigaciones que preceden.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Determinación de peso en unidades de albañilería

En el presente reporte se muestra los resultados correspondientes en peso de 5 unidades (ver Tabla 14) que forman parte de la muestra de las 10 unidades representativas. Este peso seco se utilizará para calcular el ensayo de absorción de cada una de las cinco muestras.

**Tabla 14**

*determinación del peso seco de las muestras en gramos*

Especímenes	und	Peso seco
M1	g	4 705,60
M2	g	4 653,00
M3	g	4 663,00
M4	g	4 641,00
M5	g	4 745,00

**Figura 15**

*peso seco del espécimen M4*



*Nota.* En el presente se ve el peso de la unidad en gramos sobre la tara.



#### 4.2. Ensayo de Variación dimensional

**Tabla 15**  
*Variación Dimensional de ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II)*

Código de la muestra	Larg (mm)					Anch (mm)					Altur (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprrom	H1	H2	H3	H4	Hprom
2354-072-M1	280,00	280,00	280,00	279,00	279,75	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00
2354-072-M2	281,00	279,00	281,00	279,00	280,00	124,00	120,00	124,00	120,00	122,00	171,00	172,00	170,00	172,00	171,25
2354-072-M3	278,00	278,00	276,00	276,00	277,00	119,00	118,00	122,00	115,00	118,50	172,00	171,00	169,00	169,00	170,25
2354-072-M4	279,00	280,00	279,00	277,00	278,75	119,00	117,00	122,00	115,00	118,25	170,00	170,00	168,00	169,00	169,25
2354-072-M5	280,00	279,00	280,00	278,00	279,25	120,00	116,00	121,00	116,00	118,25	171,00	170,00	170,00	169,00	170,00
2354-072-M6	279,00	280,00	281,00	280,00	280,00	120,00	118,00	121,00	118,00	119,25	171,00	172,00	171,00	170,00	171,00
2354-072-M7	276,00	278,00	277,00	274,00	276,25	120,00	118,00	121,00	118,00	119,25	170,00	170,00	170,00	168,00	169,50
2354-072-M8	280,00	281,00	281,00	278,00	280,00	119,00	119,00	120,00	119,00	119,25	171,00	170,00	169,00	170,00	170,00
2354-072-M9	278,00	279,00	278,00	274,00	277,25	120,00	118,00	119,00	120,00	119,25	171,00	171,00	169,00	169,00	170,00
2354-072-M10	279,00	281,00	279,00	277,00	279,00	121,00	118,00	120,00	120,00	119,75	172,00	169,00	169,00	170,00	170,00
					L = 278,73					A = 119,38					H = 170,13
					L nominal = 280,00					A nominal = 120,00					H nominal = 170,00
					V% (Largo) = 0,46%					V% (Ancho) = 0,52%					V% (Altura) = -0,07%

*Nota.* Estos resultados de variación dimensional (%) en la presente Tabla repercuten en la clasificación de la unidad, y estará condicionado a lo indicado en la "Tabla 1 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales" de la (Propuesta Norma E 070 albañilería, pág. 12).

Como se observa en los resultados de la Tabla 15, al haber realizado el ensayo la unidad de albañilería presenta regularmente variación dimensional por lo que no cumple precisamente con la uniformidad de las dimensiones del ladrillo que produce el fabricante. Siendo así estas imperfecciones genera un mayor o menor espesor en las juntas del mortero, la cual disminuye la resistencia del muro.

### 4.3. Ensayo de alabeo

**Tabla 16**

*Alabeo de ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II)*

<b>Código de la muestra</b>	<b>car 1 (mm)</b>		<b>car 2 (mm)</b>		<b>bord 1 (mm)</b>		<b>bord 2 (mm)</b>	
2354-098-M1	1,00	cóncavo	1,08	cóncavo	2,00	convexo	2,00	convexo
2354-098-M2	1,00	cóncavo	0,90	cóncavo	1,90	convexo	2,00	convexo
2354-098-M3	0,61	cóncavo	0,78	cóncavo	1,90	convexo	2,00	convexo
2354-098-M4	0,92	cóncavo	0,70	cóncavo	1,80	convexo	2,10	convexo
2354-098-M5	1,00	cóncavo	1,00	cóncavo	2,00	convexo	1,80	convexo
2354-098-M6	0,67	cóncavo	0,50	cóncavo	1,70	convexo	2,00	convexo
2354-098-M7	1,48	cóncavo	0,95	cóncavo	1,90	convexo	2,00	convexo
2354-098-M8	0,61	cóncavo	0,54	cóncavo	1,70	convexo	2,00	convexo
2354-098-M9	1,18	cóncavo	0,89	cóncavo	1,90	convexo	2,00	convexo
2354-098-M10	1,53	cóncavo	0,56	cóncavo	1,90	convexo	2,10	convexo
Promedio	cóncavo convexo	1,00 -	cóncavo convexo	0,79 -	cóncavo convexo	- 1,87	cóncavo convexo	- 2,00

*Nota.* Estos resultados de ensayo de alabeo en la presente Tabla repercuten en la clasificación de la unidad, y estará condicionado a lo indicado en la “Tabla 1 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales” de la (Propuesta Norma E 070 albañilería, pág. 12).

En la Tabla 16 se observa los resultados del ensayo de alabeo, en la cual presenta deformaciones a concavidades o convexidades que puede causar que las juntas presenten vacíos en el muro y esto conllevaría a una menor adherencia entre el mortero y el ladrillo, disminuyendo su resistencia.

#### 4.4. Ensayo de porcentaje de vacíos

**Tabla 17**

*Porcentaje de vacíos de ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II)*

Código de la muestra	Larg (mm)	Anch (mm)	Altur (mm)	Vol Vu (cm <sup>3</sup> )	Pes (g)	Peso de la arena Su (g.)	Volumen de la arena Vs (cm <sup>3</sup> )	% de Área de vacíos
L - 1	279,75	120,00	170,00	5 706,90	4 730,00	4 512,70	3 263,06	57,18
L - 2	280,00	122,00	171,25	5 849,90	4 685,00	4 512,50	3 305,03	56,50
L - 3	277,00	118,50	170,25	5 588,37	4 743,00	4 502,80	3 150,12	56,37
L - 4	278,75	118,25	169,25	5 578,85	4 726,00	4 500,00	3 148,61	56,44
L - 5	279,25	118,25	170,00	5 613,62	4 676,00	4 507,30	3 167,96	56,43
L - 6	280,00	119,25	171,00	5 709,69	4 734,00	4 512,00	3 259,57	57,09
L - 7	276,25	119,25	169,50	5 583,81	4 680,20	4 442,80	3 143,89	56,30
L - 8	280,00	119,25	170,00	5 676,30	4 694,60	4 510,00	3 250,25	57,26
L - 9	277,25	119,25	170,00	5 620,55	4 664,90	4 508,70	3 159,33	56,21
L - 10	279,00	119,75	170,00	5 679,74	4 773,00	4 511,50	3 207,27	56,47
Promedio								56,62

*Nota.* La presente Tabla muestra los resultados del % de área de vacíos obtenidos a partir del ensayo que realizamos a las unidades de albañilería, cumpliendo el procedimiento de la norma (Instituto Nacional de Calidad - NTP 399.613, 2017)

Según la normativa (Propuesta Norma E 070 albañilería), los ladrillos que presenten vacíos en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento menores al 70 % del área bruta o cuando supere el 30 % de vacíos, el ladrillo se dispone como unidad vacía, Por lo tanto, el ladrillo de arcilla Atlas (Blocker II) se clasifica como unidad de albañilería hueca con un porcentaje de vacíos de 56,62 % (ver Tabla 17), teniendo un 43,38 % de área bruta en el lado de asentamiento. Siendo así según la Normativa E.070 este ladrillo de arcilla Atlas “Blocker II” no son recomendables emplearlas en construcciones de muros portantes en zona sísmica 3 y 4.

#### 4.5. Ensayo de resistencia a la compresión

**Tabla 18**

*Resistencia a la compresión  $f'b$  de ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II)*

<b>Código de la muestra</b>	<b>Área superior (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Área inferior (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga máxima (kgf)</b>	<b>Resistencia a la compresión (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>
2354-099-M1	336,00	336,00	336,00	18 767,88	55,86
2354-099-M2	325,20	325,20	325,20	19 044,22	58,56
2354-099-M3	333,20	333,20	333,20	18 280,45	54,86
2354-099-M4	336,00	337,20	336,60	16 162,50	48,02
2354-099-M5	336,00	338,80	337,40	18 574,13	55,05
Resistencia a la compresión en unidad entera $R_{ue}$					54,47
Resistencia a la compresión en media unidad ( $R_{mu} = R_{ue} / 0.92$ )					59,21
Desviación Estándar en unidad entera ( $\sigma$ )					3,90
Resistencia Característica a la Compresión en unidad entera ( $f'b$ )					50,57

*Nota.* El resultado de resistencia a la compresión  $f'b$  en la presente Tabla repercuten en la clasificación de la unidad, y por consiguiente estará relacionado de acuerdo a la "Tabla 1 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales" de la (Propuesta Norma E 070 albañilería, pág. 12).

Comparando nuestros resultados de los ensayos (ver Tabla 18) clasificatorios de variación dimensional, alabeo y resistencia característica a compresión con lo indicado en la Tabla 1 de la norma (Propuesta Norma E 070 albañilería) se utilizó el criterio más desfavorable para ordenar la unidad de albañilería Atlas "Blocker II".

De acuerdo al ensayo de resistencia a la compresión el ladrillo clasifica como clase I, pero este ladrillo presenta variación dimensional que se encuentran óptimos con respecto a lo que se establece a las normativas que lo conduce a la clase V y presenta alabeos mínimos en sus superficies de asiento que lo clasifica como clase V, cabe resaltar que la unidad de albañilería Atlas "Blocker II" no mostró un alabeo y ni una variación dimensional considerable.

#### 4.6. Ensayo de absorción

**Tabla 19**  
*Absorción de ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II)*

Código de muestra	Peso natural (g)	Peso seco (g)	Peso saturado (5h) (g)	Peso seco (24h) (g)	% de absorción (5h)	% de absorción (24h)
2 354-066- M1	4 734,00	4 705,60	5 444,60	5 460,00	15,7047%	16,0320%
2 354-066- M2	4 680,20	4 653,00	5 319,30	5 383,00	14,3198%	15,6888%
2 354-066- M3	4 694,60	4 663,00	5 387,90	5 402,00	15,5458%	15,8482%
2 354-066- M4	4 664,90	4 641,00	5 318,10	5 357,00	14,5895%	15,4277%
2 354-066- M5	4 773,00	4 745,00	5 439,17	5 469,00	14,6295%	15,2582%
promedio					15,00%	15,65%

*Nota.* La presente Tabla muestra los resultados del % de absorción obtenidos a partir del ensayo que realizamos a las unidades de albañilería, cumpliendo el procedimiento de la norma (Instituto Nacional de Calidad - NTP 399.613, 2017)

Según la norma E.070 (Propuesta Norma E 070 albañilería) el límite máximo de absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22 %, ya que cuanto más alto sea la absorción del ladrillo, la unidad será porosa y por lo tanto menos resistente a la acción de la intemperie. Como se observa en los resultados (ver Tabla 19), el porcentaje de absorción del ladrillo de arcilla Atlas (Blocker II) no supera el límite por lo que cumple la aceptación de la unidad.

#### 4.7. Ensayo de compresión axial

**Tabla 20**  
*Determinación de la resistencia a la Compresión Axial de Pilas de Ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II)*

Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esbeltez	Factor de Corrección	Carga máxima (Tf)	Resistencia compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )
PLTAC-1	28,00	11,90	73,40	333,20	6,17	1	10,97	32,91
PLTAC-2	28,00	11,90	73,70	333,20	6,19	1	11,77	35,31
PLTAC-3	28,20	11,90	73,00	335,58	6,13	1	5,11	15,22
PLTAC-4	28,40	11,90	74,40	337,96	6,25	1	10,37	30,67
PLTAC-5	28,20	11,80	72,70	332,76	6,16	1	9,06	27,24
PLTAC-6	28,00	11,90	73,00	333,20	6,13	1	14,22	42,68
Promedio								33,76
Desviación Estándar								5,80
Resistencia Característica a la Compresión axial								27,95

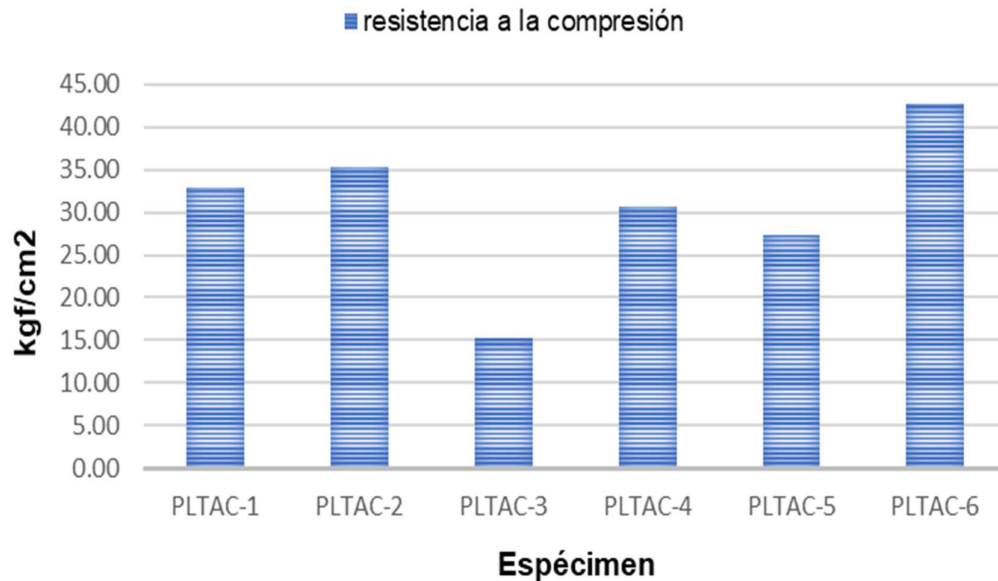
*Nota.* La resistencia a la compresión axial del espécimen fue evaluada restando la desviación estándar al valor promedio obteniendo la resistencia característica a la compresión axial.

Se determinó la resistencia a la compresión axial de 6 pilas (ver Tabla 20) con unidades huecos de arcilla Atlas Blocker II producido por la empresa ladrillera Santa Lucia S.C.R.L. de la Ciudad de Tacna, estos especímenes fueron ensayados a la compresión según a los requerimientos de la Normativa E.070 que son a los 28 días de edad.

Se ha obtenido una resistencia a la compresión característico  $f'_m$  de 27,95  $\text{kgf/cm}^2$  (2,74 MPa) llegando a no cumplir con los requisitos mínimos de la normativa (ver Figura 16).

**Figura 16**

*representación gráfica de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería*



*Nota.* La resistencia a la compresión axial del espécimen PLTAC-3 es de 15.22  $\text{kgf/cm}^2$  siendo este un resultado inferior respecto a los demás especímenes por lo que no se ha tomado en cuenta el resultado del espécimen.

#### 4.8. Ensayo de compresión diagonal

**Tabla 21**

*Determinación de la resistencia a la Compresión Diagonal de Muretes de Ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II)*

Espécimen	Ancho (L) (cm)	Espesor (t) (cm)	Altura (H) (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carg Máxima (Tonf)	Esfuerzo (kgf/cm <sup>2</sup> )
MUTAC-1	72,50	11,80	72,40	854,91	3,27	2,71
MUTAC-2	72,20	12,10	72,70	876,65	2,51	2,03
MUTAC-3	72,50	12,10	72,40	876,65	3,19	2,58
MUTAC-4	72,20	11,90	72,40	860,37	1,66	1,36
MUTAC-5	72,20	11,90	72,40	860,37	3,22	2,64
					promedio	2,49
					desviación estándar	0,31
					característico	2,18

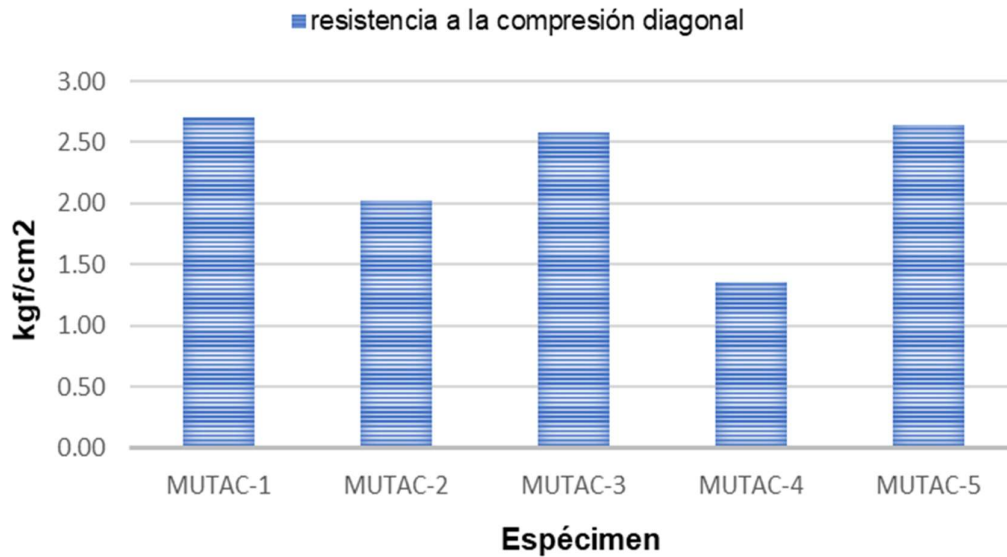
*Nota.* la resistencia a la compresión diagonal del espécimen fue evaluada restando la desviación estándar al valor promedio obteniendo la resistencia característica al corte del murete.

Se determinó la resistencia a la compresión diagonal de 5 muretes con unidades huecos de arcilla Atlas Blocker II, estos especímenes fueron ensayados (ver Tabla 21) a la compresión según a los requerimientos de la Normativa E.070 que son a los 28 días de haberlos construidos.

Se ha obtenido una resistencia a la compresión diagonal característico (ver Figura 17) V'm de 2,18 kgf/cm<sup>2</sup> (0,21 MPa).

**Figura 17**

representación gráfica de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería



*Nota.* la resistencia a la compresión axial del espécimen MUTAC-4 es de 1,36 kgf/cm<sup>2</sup> siendo este un resultado inferior respecto a los demás especímenes por lo que no se ha tomado en cuenta el resultado del espécimen.

#### 4.9. Fallas presentes en los ensayos

##### 4.9.1. Ensayo de compresión axial

Posterior al ensayo realizado (ver Figura 18) describimos las fallas características que podemos visualizar en las pilas de ladrillo de arcilla Atlas "Blocker II" con un espesor de junta de 1,5 cm.



**Figura 18**

*Ensayo de Compresión Axial de Pilas de Ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II)*

**Figura 19**

*Identificación de fallas en las pilas*



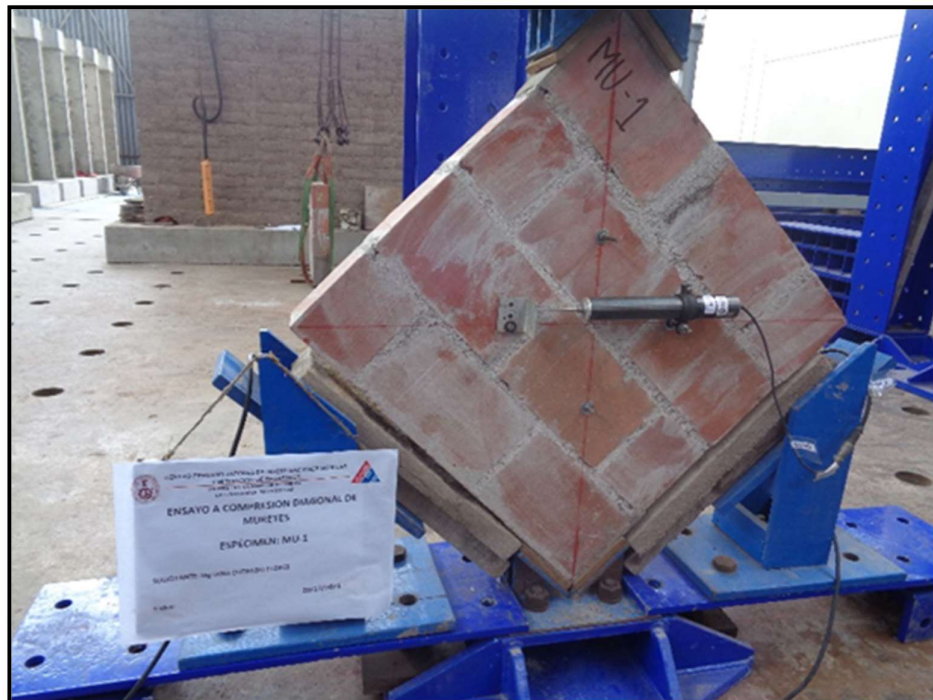
Se aprecian las fallas (ver Figura 19) que se produjeron en las pilas de unidades de arcilla "Blocker II" bajo el efecto de la carga vertical, las cuales sufrieron deformaciones como la aparición de fisuras verticales debido a la tracción lateral, iniciando en el bloque, extendiéndose a las juntas de mortero, como se representa en las figuras anteriores. Cabe mencionar que también se apreciaron fallas por aplastamiento debido a la concentración de esfuerzos en las esquinas o bordes de las pilas.

#### 4.9.2. Ensayo de compresión diagonal

Al haber realizado los ensayos describimos las fallas características que podemos visualizar en los especímenes de ladrillo de albañilería ATLAS "Blocker II" con un grosor de junta de 1,5 cm y proporción de mortero 1:4 según la Figura 20 y 21.

**Figura 20**

*Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes de Ladrillos de arcilla ATLAS (Blocker II)*



**Figura 21***Identificación de fallas en los Muretes*

Se aprecian las fallas que se produjeron en los muretes de unidades de arcilla "Blocker II" bajo el efecto de la carga diagonal, las cuales presentaron en algunos especímenes una falla mixta, es decir escalonadas por tensión diagonal en juntas o por desplazamiento y tracción diagonal. Debido a lo cual la resistencia alcanzada en los muretes fue menor por la reducida adherencia ladrillo-mortero.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

### 5.1. Comprobación de hipótesis

#### 5.1.1. Hipótesis específica 1

En la primera hipótesis, inicialmente en el ítem 1.5.2 se planteó:

*“Para fines estructurales los ladrillos se clasifican en 05 clases. La unidad de albañilería de ladrillos de arcilla Atlas “Blocker II” mediante la realización de ensayos en unidades se clasifican como ladrillos Tipo II.”*

De acuerdo al cap. 3 de la Norma E.070 Albañilería se especifica que las características especificadas en la Tabla 22 serán consideradas para las unidades de albañilería en el diseño estructural. Los resultados de los ensayos variación de la dimensión (Largo = 0,46 %, Anchura = 0,52 %, Altura= -0,07 %), Alabeo máx. (2,00 mm) y resistencia característica a compresión  $f_b$  (50,57 kg/cm<sup>2</sup>) repercuten en la clasificación de la unidad.

Por lo tanto, según los resultados obtenido de los ensayos en;

- Resistencia a la compresión, el ladrillo clasifica como clase I.
- Este ladrillo muestra una variación dimensional que resulta a la clase V.
- Presenta alabeos en sus superficies de asiento que lo lleva a la clase V.

Basándonos en el criterio a partir del resultado menos favorable se pudo identificar la categoría de la unidad de albañilería del ladrillo de arcilla Atlas “Blocker II”, por lo que este ladrillo de arcilla Atlas “Blocker II” se clasifica como unidad de albañilería tipo I, pese a ello no se recomienda su uso para muros portantes según normativa por considerarse una unidad de albañilería hueca.

#### 5.1.2. Hipótesis específica 2

En la segunda hipótesis, inicialmente en el ítem 1.5.2 se planteó:

*“Los resultados obtenidos de los especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla Atlas “Blocker II” nos indican que cumple con los requisitos mínimos indicados en la Norma E.070-2019 (Albañilería) del Reglamento Nacional de Edificaciones.”*

Con el propósito de relacionar los resultados obtenidos de las pruebas siguiendo las especificaciones técnicas. RNE E.070 (albañilería) y aportar a la sociedad de la Ciudad de Tacna con este trabajo de investigación, fue imprescindible efectuar las pruebas básicas en unidades de ladrillo Atlas Blocker II, conllevando a la categorización de la unidad de albañilería utilizada en aplicaciones estructurales viendo si cumplen o no con los requisitos mínimos requeridos.

– Ensayo de % de vacíos

Siguiendo las directrices establecidas de la E.070 para clasificar la unidad de albañilería de acuerdo al porcentaje de vacío, se entiende de que el ladrillo es hueco cuando la sección transversal o área de asiento (con la mezcla de mortero) posee un área efectiva que representa menos del 70 % del área total en el mismo plano o cuando supere el 30 % de vacíos. Se considera como ladrillo sólido (o maciza) cuando el área de asiento tiene un área igual o mayor que el 70 % del área bruta en el mismo plano. Por lo tanto, la unidad de ladrillo Atlas (Blocker II) se clasifica como unidad de albañilería hueca con un porcentaje de vacíos de 56,62 %, teniendo un 43,38% de superficie total en la cara de colocación. Siendo así, este ladrillo de arcilla Atlas “Blocker II” no son recomendables emplearlas en Edificaciones de muros estructurales en áreas clasificadas como sísmicas 3 y 4.

– Ensayo de variación dimensional

La variabilidad dimensional es una de las características de la unidad de la albañilería que permite clasificarlo. Además, esta característica establece la medida vertical de las filas de unidades de albañilería, es decir el conjunto de unidades de albañilería, debido a que presentan mayores fluctuaciones en los requisitos de incrementar el grosor de la junta de mortero, lo que resulta en una estructura de albañilería con una resistencia a cortante y compresión más baja. Por ello la Norma E.070 (albañilería) recomienda una junta mínima de 1,0 cm y como máximo de 1,5 cm. Siendo así, la unidad cumple según la normativa con los requisitos mínimos con respecto al porcentaje de variación dimensional clasificándolo como ladrillo V,

resaltando que las unidades disminuyen la importancia de la variación dimensional por su mínimo resultado.

– Ensayo de alabeo

El alabeo es una característica que al igual que la variabilidad dimensional permite clasificar la unidad de albañilería y puede causar que las juntas que conforman un muro de albañilería presenten vacíos debido a la concavidad y convexidad, esto resultaría en una reducida adhesión entre el mortero y el ladrillo, lo cual disminuiría la resistencia del muro. Según el resultado del ensayo es de 2,00 mm clasificándolo como ladrillo V, resaltando que los ladrillos no presentan un alabeo importante.

– Ensayo de resistencia a la compresión

De acuerdo al ensayo de resistencia a la compresión el ladrillo de arcilla Atlas “Blocker II” presenta una capacidad de resistencia característica a la compresión en dirección axial de 50,57 kg/cm<sup>2</sup> sobre el área bruta, según la Norma E.070 (albañilería) cumple satisfactoriamente los requerimientos mínimos clasificándolo como unidad de albañilería clase I.

– Ensayo de absorción

La absorción es la asimilación del líquido en el interior del sistema poroso del material, es decir la capacidad de absorción está estrechamente vinculada a las propiedades texturales, nos referimos a la superficie específica y porosidad. Además, la absorción está ligada a la capacidad de impermeabilidad de la unidad y los grados de saturación, por ello la prueba se realizó sumergiendo totalmente la unidad en agua.

Según la normativa E.070 (albañilería) el límite máximo de absorción de las unidades de arcilla y la cantidad de sílice y calcio en las unidades no superará el 22 %, a medida que la absorción del ladrillo aumente, la unidad será más porosa y, por lo tanto, menos resistente a los efectos de la intemperie. El porcentaje de absorción del ladrillo de arcilla Atlas (Blocker II) es de 15,65 % y no supera el límite por lo que cumple con el requerimiento mínimo de la unidad.

- Limitaciones en su aplicación

Según la Norma E.070 Albañilería se especifica que la utilización o aplicación de las unidades de albañilería estará sujeta a las indicaciones establecidas en Tabla 2 según el tipo y las zonas sísmicas identificadas en la (Norma E 0.30 Diseño sismorresistente, 2018).

Los ladrillos de arcilla Atlas “Blocker II” son elaborados de manera artesanal, las cuales, de acuerdo con las regulaciones, no se recomienda utilizarlos para la construcción de muros portantes en las zonas 3 y 4.

### **5.1.3. Hipótesis general**

En la hipótesis general, inicialmente en el ítem 1.5.1 se planteó:

*“Las pilas y muretes de albañilería son especímenes cuyos ensayos de compresión axial y diagonal, permiten determinar las capacidades de resistencia a compresión axial ( $f'm$ ) y compresión diagonal ( $v'm$ ).”*

- Métodos para calcular la resistencia característica  $f'm$  y  $v'm$

Las viviendas y edificaciones que regularmente se construyen en los distritos de la ciudad de Tacna son de 1 a 5 pisos y estas pertenecen a la Zona Sísmica 4 según la normativa E 0.30 (Diseño sismorresistente). De acuerdo a la Tabla 5 de la normativa E.070 (Albañilería, métodos para determinar  $f'm$  y  $v'm$ ) puede obtenerse la resistencia característica  $f'm$  y  $v'm$  de manera empírica o mediante ensayos, cabe aclarar que la empresa que produce las unidades de albañilería Atlas “Blocker II” no se encuentran fichas técnicas que corrobore el control de calidad de las unidades.

Por lo tanto, para conocer la calidad del ladrillo Atlas “Blocker II” y el cumplimiento de condiciones mínimas según normativa para hacer uso en construcciones de edificios en la Ciudad de Tacna se determinó mediante ensayos de compresión axial de pilas y ensayos de compresión diagonal de muretes.

– Ensayo de compresión axial

Este método de prueba ofreció una manera de evaluar la resistencia a la compresión axial de manera precisa, a través de la construcción y pruebas de las pilas obtenidos a partir de la construcción con ladrillos de arcilla Atlas “Blocker” empleando una junta de mortero de 1,5 cm.

Se evalúa la capacidad de resistencia a la compresión axial de 6 pilas construidas con unidades de arcilla con huecos, Atlas “Blocker II” que es de 27,95 kg/cm<sup>2</sup> (2,74 MPa) y la desviación estándar de 5,80 kg/cm<sup>2</sup>, estos especímenes fueron ensayados a la compresión axial según a los requerimientos de la Normativa E.070 (albañilería) que son a los 28 días de edad.

Según la Tabla 7 de la Norma E.070 (Albañilería, Resistencia característica de la albañilería para pilas f'm), el ladrillo de arcilla Atlas “Blocker II” llega a tener una resistencia muy de bajo con respecto a los requisitos mínimos de la normativa.

– Ensayo de compresión diagonal

Este método de prueba proporcionó un medio para obtener la característica de resistencia al corte (V'm), a través de la construcción y pruebas de los muretes obtenidos a partir de la construcción con ladrillos de arcilla Atlas “Blocker” utilizando un espesor de mortero de 1,5 cm.

Se obtiene la resistencia al corte de 5 muretes con unidades huecos de arcilla Atlas “Blocker II” que es de 2,18 kg/cm<sup>2</sup> (0,21 MPa) y los especímenes fueron sometidos a ensayos de compresión diagonal de acuerdo con los requisitos establecidos en la Normativa E.070, y se obtuvo una desviación estándar de 0,31 kg/cm<sup>2</sup>. (albañilería) que son a los 28 días de edad.

De acuerdo a la Tabla 7 según la normativa E.070 (Albañilería, Resistencia característica de la albañilería V'm) el ladrillo de arcilla Atlas “Blocker II” llega a tener una resistencia muy de bajo con respecto a los requisitos mínimos de la normativa.



## CONCLUSIONES

Una vez realizado los ensayos en un total de 6 pilas y 5 muretes de albañilería., los resultados obtenidos influyeron en su clasificación y resistencia característica, llegando a las siguientes conclusiones:

De acuerdo a las pruebas efectuadas en pilas y muretes de ladrillos de albañilería Atlas "Blocker II" se concluye que la capacidad de resistencia típica a la compresión axial en pilas de albañilería de arcilla elaboradas en la ciudad de Tacna es de  $f'm = 27,95 \text{ kg/cm}^2$  a (2,74 MPa), y la capacidad de resistencia característica compresión diagonal en muretes de albañilería de arcilla es de  $v'm = 2,18 \text{ kg/cm}^2$  (0,21 Mpa).

- a. Según la normativa E.070 albañilería (Propuesta Norma E 070 albañilería) del ítem 5.2 clasificación de unidad de albañilería para fines estructurales se concluye que;
  - En base al ensayo de Variación Dimensional se tiene igual a  $\pm 1 \%$ .
  - En base al ensayo de Alabeo se tiene igual a 2,00 mm.
  - En base al ensayo de Resistencia característica a compresión se tiene igual a  $f'b = 50,57 \text{ kg/cm}^2$ , llegando a cumplir con los requisitos mínimos de la norma.
  - basándonos en el criterio del resultado más desfavorable se pudo definir la clase de unidad de albañilería del ladrillo de arcilla Atlas "Blocker II"; llegando a cumplir con los requisitos mínimos, pese a ello no se recomienda su uso para muros portantes según normativa por considerarse una unidad de albañilería hueca.
  
- b. Comparando los resultados obtenidos de las pruebas en unidades, pilas y muretes de albañilería de albañilería de arcilla Atlas "Blocker II" con los requisitos mínimos de la Norma E.070 Albañilería (Propuesta Norma E 070 albañilería) se tiene;
  - En base al ensayo de % de Vacíos, la unidad se clasifica como albañilería hueca con un % de vacíos de 56,62 %, teniendo solo 43,38 % de área bruta

en la cara de asentamiento, la cual se desaconseja su uso en la construcción de muros estructurales en zonas sísmicas 3 y 4.

- En base al ensayo de Absorción se determina que la unidad cumple al no superar el límite máximo de absorción que es el 22 %, ya que la unidad de arcilla Atlas "Blocker II" llega a tener un porcentaje de absorción de 15,65 %.
- La capacidad de resistencia característica a compresión axial en pilas de albañilería de arcilla es de  $f'm = 27,95 \text{ kg/cm}^2$  (2,74 Mpa) llegando a no cumplir con los requisitos mínimos de resistencia de la norma.
- La capacidad de la resistencia típica a la compresión diagonal en muretes de albañilería de arcilla es de  $v'm = 2,18 \text{ kg/cm}^2$  (0,21 Mpa) llegando a no cumplir con los requisitos mínimos de resistencia de la norma.
- Una de las virtudes de los ensayos en prismas es la capacidad de determinar el mecanismo de falla que influye en la resistencia a compresión axial y diagonal, comprobándose teóricamente que predominan las fallas por adherencia en las juntas de mortero y por tracción en las unidades. Por lo cual la resistencia alcanzada en las pilas y muretes fue menor por la reducida adherencia ladrillo-mortero.

## RECOMENDACIONES

Se hace imprescindible promover la fortaleza de la albañilería “Blocker II” de arcilla fabricadas por empresas ladrilleras en la ciudad Tacna. además, por su mala empleabilidad actualmente por la población para construcciones de viviendas se sugiere a estudiantes de ingeniería civil crear tablas con la recopilación de resistencia en futuras investigaciones.

De acuerdo a los ensayos en unidades realizados se recomienda a la población de Tacna prever el empleo de la unidad de ladrillos Atlas “Blocker II”, ya que según la normativa se considera una unidad de albañilería hueca, llegando a obtener una resistencia característica a compresión baja para optar en construcciones de muros portantes. La unidad no clasifica como ladrillo V – industrial de resistencia muy altas para ser empleadas en construcciones de manera que pueda transferir fuerzas tanto horizontales como verticales de un nivel a otro nivel inferior.

Se sugiere al colegio de ingenieros, empresas dedicadas al rubro de la construcción desarrollar capacitaciones tanto a la parte técnica, mano de obra calificada y a la población de Tacna exponiendo los datos obtenidos y con la iniciativa de las universidades de la rama de la ingeniería civil difundan el empleo de esta unidad de albañilería Blocker II en muros no portantes, mas no en muros construidos para transmitir cargas con el fin de evitar viviendas vulnerables ante eventos sísmicos severos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero Martínez, J., & Cotrado Flores, D. (2016). *Propuesta de fórmula para la determinación de la densidad de muros construidos con Blocker II*. Proyecto de investigación, Universidad Privada de Tacna, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Tacna, Tacna. Recuperado el septiembre de 2021
- Afanador García, N., Guerrero Gómez, G., & Monroy Sepúlveda, R. (2012). Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos cerámicos para mampostería. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91125275003>. Recuperado el 2021
- Aliaga Rodríguez, I., & Brañez Gonzales, V. (2009). *Estudio comparativo del módulo de elasticidad en unidades típicas de arcilla aplicado en el análisis sísmico de una vivienda unifamiliar del Distrito de Ciudad Nueva del Departamento de Tacna*. Tacna.
- Arbildo Huamaní, B., & Rojas Paco, M. (2017). *Ensayo de Compresión Axial y Compresión Diagonal de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla (Hércules I) fabricados en la ciudad de Tacna*. Repositorio institucional, Tacna.
- ASTM - American Society for Testing and Materials. (2000). *ASTM E 519, Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages*. West Conshohocken, Pensilvania, Estados Unidos.
- ASTM - American Society for Testing and Materials. (2010). *ASTM C 1314, Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms*. West Conshohocken, Pensilvania, Estados Unidos.
- Camara Anculli, M. E. (2015). *Estudio de las unidades de arcilla calcinada semi industrial caso ladrillera Choque y aplicación en el diseño de un edificio de 4 pisos*. Tesis, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa.
- Caraza Salas, V. E. (2015). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería Blocker II de la ladrillera Martorell en relación a la Norma RNE E.070 con fines de uso en viviendas de la Ciudad de Tacna*. Tesis, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Tacna. Recuperado el

jueves 24 de septiembre de 2021, de  
<http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2812>

Castillo, L. F. (2016). *Evaluación de la incidencia de la calidad del Mortero preparado con arena de canteras locales. En la resistencia de la albañilería en la ciudad de Chachapoyas*. Repositorio institucional, Chiclayo.

Copaja Quispe, N., & Tarqui Mamani, H. (2007). *Módulo de elasticidad en las unidades típicas de albañilería del Distrito de Ciudad Nueva del Departamento de Tacna*. Tacna.

Fernández Baqueiro, L., Marín Gómez, F., Varela Rivera, J., & Vargas Marín, G. (2009). Determinación de la resistencia a compresión diagonal y el módulo de cortante de la mampostería de bloques huecos de concreto. *Ingeniería*, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46713053005>. Recuperado el 2021

Hammer, Jürg; Zavala Toledo, Carlos; Sánchez Recuay, Robert;. (s.f.). *Informe sobre el reconocimiento del 27 al 30 de agosto del 2001 en las zonas afectadas (Tacna, Moquegua y Arequipa)*. World Institute for Disaster Risk Management (DRM), Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), Lima.

Idrogo Salazar, E. (2015). *Determinación de la resistencia a compresión diagonal y el módulo de cortante de la mampostería de bloques huecos de concreto elaborados artesanalmente en la ciudad de Cajamarca*. Tesis, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL - NTP 399.605. (2013). *Catálogo Normas Técnicas Peruanas*. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>

Instituto Nacional de Calidad - INACAL - NTP 399.613. (2017). *Catálogo Normas Técnicas Peruanas*. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>

Instituto Nacional de Calidad - INACAL - NTP 399.621. (2004 (revisada el 2015)). *Catálogo Normas Técnicas Peruanas*. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>

- Instituto Nacional de Defensa Civil-INDECI-PNUD-PER/02/051. (2007). *Programa de Prevención y Medidas de Mitigación Ante Desastres de la Ciudad de Tacna*. Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI – PNUD – PER/02/051, Tacna, Tacna.
- Ministerio del Ambiente; Instituto Geofísico del Perú (IGP). (s.f.). *Mapa Sísmico 2019*. Obtenido de Portal Instituto Geofísico del Perú (IGP): <https://ultimosismo.igp.gob.pe/mapas-sismicos>
- Norma E 0.30 Diseño sismorresistente. (2018). *Diseño Sismoresistente*. Recuperado el 2021, de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Norma E.070 Albañilería. (2006). *Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Propuesta Norma E.070 Albañilería. (2019). *Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENSICO)*. Obtenido de <http://page.sencico.gob.pe/documentos.php?id=176>
- Quispe Amudio, M. (2016). *Determinación de las propiedades físico mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento Portland tipo IP*. Tesis, Universidad Andina del Cusco, facultad de ingeniería y arquitectura, Cusco, Cusco. Recuperado el septiembre de 2021
- San Bartolomé Ramos, Ángel; Quiun, Daniel; Silva, Wilson;. (2018). *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería* (Segunda edición ed.). Lima: Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica.
- San Bartolomé Ramos, Ángel; SENCICO. (2008). *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070 "Albañilería"*. Obtenido de Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO.
- San Bartolomé, Á. (2013). *Edificios de concreto armado con muros delgados de ductilidad limitada*. Académica española.

Tavera, Hernando; Instituto Geofísico del Perú. (2020). *Informe Técnico N°004-2020/IGP : Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú*. Lima.

**ANEXOS**



### Anexo 1. Matriz de Consistencia

Interrogante	Objetivos	Hipótesis	Operacionalización				
			Variables	Definición	Indicadores	Dimensión	Método
Interrogante Principal:	Objetivo General:	Hipótesis General:	Variable Independiente:				
¿Cuáles son las capacidades de resistencia de especímenes de albañilería de <u>ladrillos de arcilla ATLAS (BLOCKER II)</u> sometidos a <u>ensayo de compresión axial y diagonal</u> , Tacna 2021?	Determinar las capacidades de resistencia de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla ATLAS (BLOCKER II) sometidos a ensayo de compresión axial y diagonal, Tacna 2021.	Las Pilas y Muretes de albañilería son especímenes cuyos ensayos de compresión axial y diagonal, permiten determinar las capacidades de resistencia a compresión axial (f'm) y compresión diagonal (v'm).	LADRILLOS DE ARCILLA BLOCKER II	En la investigación se realizará el estudio en ladrillos de arcilla "BLOCKER II" de los "Ladrillos ATLAS".	De acuerdo al muestreo para la selección de los especímenes de ensayo, se seleccionará unidades de arcilla representativas del rango completo de colores, texturas y tamaños, libres de impureza, limo u otros materiales no asociados con el proceso de fabricación. Y se considerará si la muestra es aceptable o no para seguir con el estudio.	- Aceptable - No Aceptable	Muestreo
Interrogante Secundaria:	Objetivos Específico:	Hipótesis Específica:	Variable Dependiente:				
A. ¿Cómo se clasifica para fines estructurales, la unidad de albañilería de ladrillos de arcilla ATLAS "BLOCKER II" mediante la realización de ensayos en unidades, Tacna 2021?	a) Clasificar para fines estructurales la unidad de albañilería de ladrillos de arcilla ATLAS "BLOCKER II" mediante la realización de ensayos en unidades, Tacna 2021	Para fines estructurales los ladrillos se clasifican en 05 clases. La unidad de albañilería de ladrillos de arcilla ATLAS "BLOCKER II" mediante la realización de ensayos en unidades se clasifican como ladrillo Tipo II.	* ENSAYO EN UNIDADES	Los ensayos en las unidades de albañilería se aplicarán para el control de calidad de los ladrillos de arcilla cocida como unidades de albañilería.	- Evaluación negativa, valores que superan lo permitido. - No se observan resultados desfavorables.	- Aceptable - No Aceptable	- Prueba de Variación Dimensional. - Prueba de Alabeo. - Prueba de Área de Vacíos. - Resistencia a la compresión. - Ensayo de Eflorescencia. - Ensayo de Sales Solubles. - Ensayo de Absorción.
B. ¿Los especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla ATLAS "BLOCKER II", cumplen con los requisitos mínimos de la Norma E.070-2019 (Albañilería) del Reglamento Nacional de Edificaciones?	b) Comparar los resultados obtenidos de los especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla ATLAS "BLOCKER II", con los requisitos mínimos de la Norma E.070-2019 (Albañilería) del Reglamento Nacional de Edificaciones.	Los resultados obtenidos de los especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla ATLAS "BLOCKER II" nos indican que cumple con los requisitos mínimos indicados en la Norma E.070-2019 (Albañilería) del Reglamento Nacional de Edificaciones.	* ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL	Este ensayo es empleado en las pilas de albañilería para determinar la resistencia a la compresión axial (f'm) referida al área bruta de la sección transversal. Para el caso de los prismas de ladrillos la relación alto y ancho del prisma estará entre 2 y 5, y el alto no será menor de 30 cm.	f'm	Pilas	Ensayo de Compresión Axial
			* ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL	Este ensayo es empleado para la determinación de la resistencia a la compresión diagonal (v'm), en muretes de albañilería de dimensiones de 600 mm x 600 mm como mínimo, aplicando una carga de compresión diagonal.	v'm	Muretes	Ensayo de Compresión Diagonal

**Anexo 2: Panel Fotográfico**

Verificación de espesor de junta para la construcción de las pilas de albañilería



Construcción de las pilas de albañilería



Construcción de muretes de albañilería



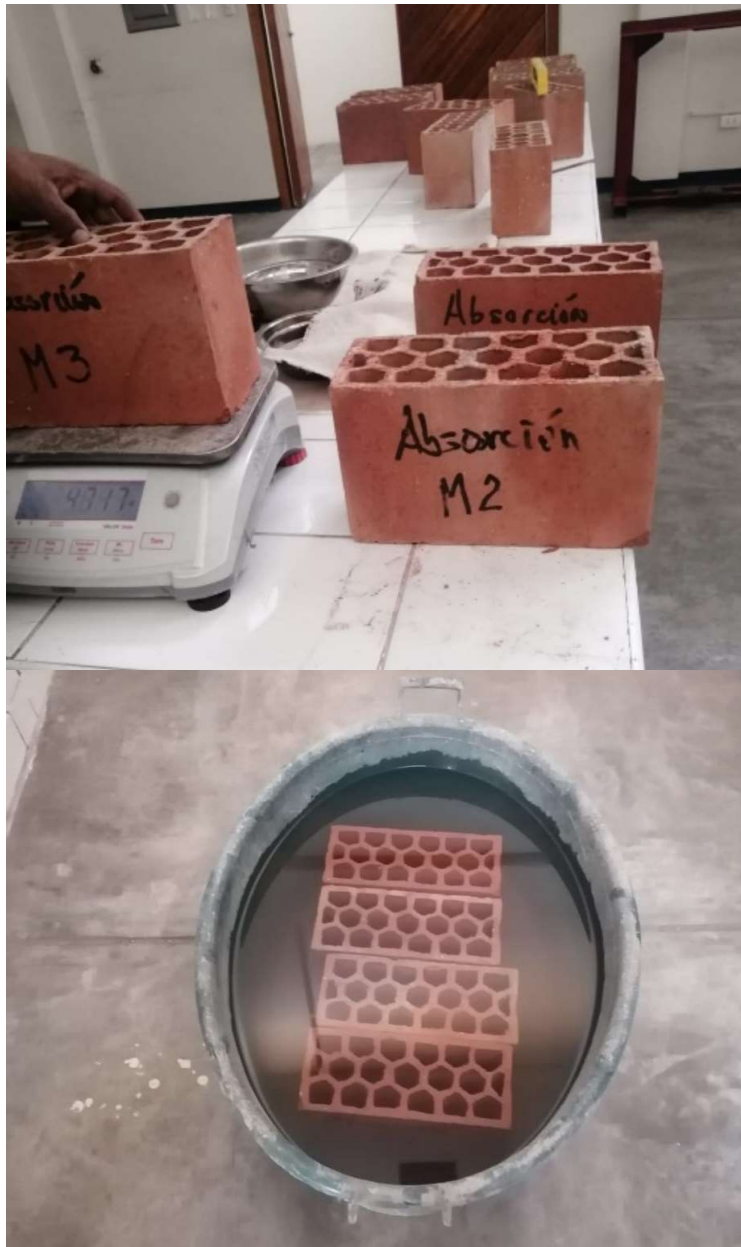
Los especímenes fueron almacenados en el laboratorio durante 28 días



Ensayo de Resistencia a la compresión en la unidad de albañilería



Ensayo de Variación dimensional en la unidad de albañilería



Ensayo de Absorción en la unidad de albañilería



## INFORME DE ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PRISMAS Y ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES



**SOLICITANTE:** UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

**Informe N.º 08-LE-CISMID/2021**




## INFORME DE ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PRISMAS Y ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES

### ANTECEDENTES

Los señores Edwin Devis Ccama Apaza y Wilber Paulo Mamani Chura, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada de Tacna solicitaron al Laboratorio de Estructuras del CISMID la realización de ensayos compresión en pilas y ensayos de compresión diagonal.

El presente informe presenta los resultados de los ensayos realizados según procedimientos indicados en las normas correspondientes.

### OBJETIVO

Se han realizado ensayos de compresión axial en pilas y ensayos de compresión diagonal en muretes para la determinación de los valores de la resistencia, siguiendo las normas de ensayo ASTM y Normas Técnicas Peruanas NTP para albañilería. Las pilas y muretes fueron elaboradas por el solicitante, las características de los materiales y las dimensiones de los especímenes fueron determinados por el solicitante.

### ENSAYOS DE LOS MATERIALES

#### 5.1 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ALBAÑILERÍA

El espécimen para determinar la resistencia a la compresión de la albañilería consiste en una pila formado por cinco unidades asentadas una sobre otra. Se elaboraron las pilas para ensayo de compresión axial, siguiendo las indicaciones de la norma NTP 399.605 2013 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería y la norma ASTM C 1314 2010 Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms. Ver Figura 1

En las pilas, las unidades fueron asentadas con mortero de espesor 15 mm, se ha obtenido una resistencia a la compresión característico  $f'_m$  de 2.74 MPa (27.95 kgf/cm<sup>2</sup>). Ver Tabla 1. No se ha tomado en cuenta el resultado del espécimen PLTAC-3.





Figura 1 Ensayo de compresión axial

Tabla 1 Resultados de ensayo de compresión axial en unidades asentadas con mortero de espesor 15 mm.

Espécimen	L(mm)	t(mm)	H(mm)	Pmax(kN)	A (m <sup>2</sup> )	f <sub>m</sub> (Mpa)
PLTAC-1	280	119	734	107.54	0.0333	3.23
PLTAC-2	280	119	737	115.39	0.0333	3.46
PLTAC-3	282	119	730	50.10	0.0336	1.49
PLTAC-4	284	119	744	101.65	0.0338	3.01
PLTAC-5	282	118	727	88.88	0.0333	2.67
PLTAC-6	280	119	730	139.45	0.0333	4.19
<b>Promedio</b>					<b>f<sub>m</sub>=</b>	3.31
<b>Desviación estándar</b>					<b>σ=</b>	0.57
<b>Característico</b>					<b>f'<sub>m</sub> =</b>	2.74

## 5.2 ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA

El ensayo de compresión diagonal se desarrolla para medir de una manera más precisa la tensión diagonal de la albañilería. El espécimen se carga en compresión a lo largo de una de sus diagonales provocando la falla por tensión diagonal en la dirección perpendicular de aplicación de la carga.

Para este ensayo de tracción diagonal, la construcción y curado de los especímenes se realizó siguiendo las indicaciones de la norma NTP 399.621 2004 (revisada el 2015) Unidades de Albañilería. Método de ensayo de compresión



diagonal en muretes de albañilería y la norma ASTM E 519 2000 Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages. Ver Figura 2



En los muretes, las unidades fueron asentadas con mortero de espesor 15 mm, se ha obtenido una resistencia a la compresión diagonal característico  $v'm$  de 0.21 MPa (2.18 kgf/cm<sup>2</sup>). Ver Tabla 2. El resultado del ensayo del espécimen MUTAC-4 no se ha tomado en cuenta para los cálculos.

Tabla 2 Resultados de ensayo de compresión diagonal en unidades asentadas con mortero de espesor 15 mm.

Espécimen	L(mm)	t(mm)	H(mm)	Pmax(kN)	Ad (m2)	Vm (Mpa)
MUTAC-1	725	118	724	32.09	0.1209	0.27
MUTAC-2	722	121	727	24.66	0.1240	0.20
MUTAC-3	725	121	724	31.32	0.1240	0.25
MUTAC-4	722	119	724	16.24	0.1217	0.13
MUTAC-5	722	119	724	31.55	0.1217	0.26
<b>Promedio</b>					<b>Vm=</b>	0.24
<b>Desviación estándar</b>					<b>σ=</b>	0.03
<b>Característico</b>					<b>v'm =</b>	0.21



## RESUMEN

- Resistencia a la compresión axial en pilas. Se han ensayado cinco pilas cuyas características fueron definidas por el solicitante. Se ha obtenido una resistencia a la compresión característico  $f'm$  de 2.74 MPa (27.95 kgf/cm<sup>2</sup>)
- Resistencia al corte en muretes. Se han ensayado cinco muretes cuyas características fueron definidas por el solicitante. Se ha obtenido una resistencia a la compresión diagonal característico  $v'm$  de 0.21 MPa (2.18 kgf/cm<sup>2</sup>)





## ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PILAS

Solicitante: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
Tipo de probeta: Pilas de albañilería  
Material: Albañilería dosificación mortero 1:4  
Fecha de emisión: 10/12/2021

Especímen	L(mm)	t(mm)	H(mm)	Pmax(kN)	A (m <sup>2</sup> )	fm (Mpa)
PLTAC-1	280	119	734	107.54	0.0333	3.23
PLTAC-2	280	119	737	115.39	0.0333	3.46
PLTAC-3	282	119	730	50.10	0.0336	1.49
PLTAC-4	284	119	744	101.65	0.0338	3.01
PLTAC-5	282	118	727	88.88	0.0333	2.67
PLTAC-6	280	119	730	139.45	0.0333	4.19
<b>Promedio</b>					<b>fm=</b>	3.31
<b>Desviación estándar</b>					<b>σ=</b>	0.57
<b>Característico</b>					<b>f'm=</b>	2.74

- Los especímenes fueron elaborados por el solicitante.  
Norma de referencia NTP 399.605 / ASTM C1314

Ensayos: LMLD-DFEM-GABM

  
  
**Dr. Roy Ericksen Reyna Salazar**  
Jefe del Laboratorio de Estructuras (e)



## ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES

Solicitante: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
Tipo de probeta: Muretes de albañilería  
Material: Albañilería dosificación mortero 1:4  
Fecha de emisión: 10/12/2021

Espécimen	L(mm)	t(mm)	H(mm)	Pmax(kN)	Ad (m2)	Vm (MPa)
MUTAC-1	725	118	724	32.09	0.1209	0.27
MUTAC-2	722	121	727	24.66	0.1240	0.20
MUTAC-3	725	121	724	31.32	0.1240	0.25
MUTAC-4	722	119	724	16.24	0.1217	0.13
MUTAC-5	722	119	724	31.55	0.1217	0.26
<b>Promedio</b>					<b>Vm=</b>	0.24
<b>Desviación estándar</b>					<b><math>\sigma</math>=</b>	0.03
<b>Característico</b>					<b>V'm=</b>	0.21

- Los especímenes fueron elaborados por el solicitante.  
Norma de referencia NTP 399.621 / ASTM E519

Ensayos: LMLD-DFEM-GABM

  
  
**Dr. Roy Ericksen Reyna Salazar**  
Jefe del Laboratorio de Estructuras (e)



Foto 1. Pila PL-1



Foto 2. Pila PL-2, Grietas verticales en la zona central





Foto 3. Falla de la pila PL-3, Grietas verticales



Foto 4. Falla de la pila PL-4, grietas en esquinas y zona central



Foto 5. Pila PL-5



Foto 6. Pila PL-5, grietas en esquinas en la zona superior





Foto 7. Murete MU-1

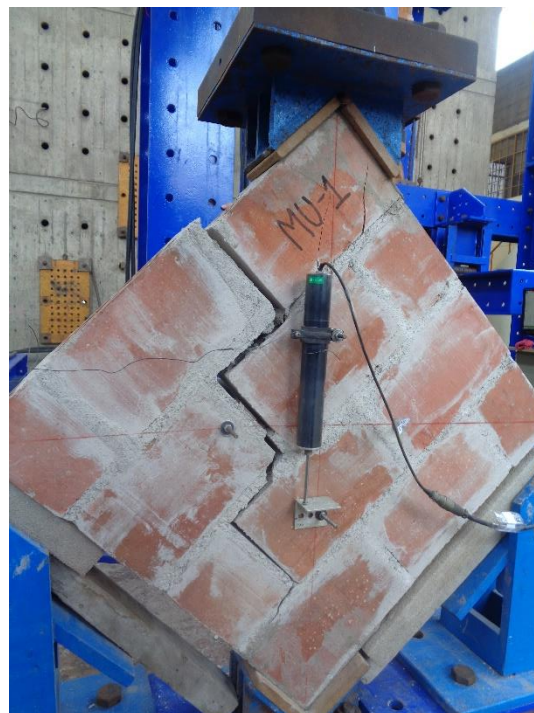


Foto 8. Falla de murete MU-1





Foto 9. Falla de murete MU-2



Foto 10. Falla de murete MU-3



Foto 11. Murete MU-4



Foto 12. Falla de murete MU-4

CODIGO 2354-099-2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA**  
**NORMA NTP 399.613**

**Proyecto (\*)** : TESIS: CAPACIDADES DE RESISTENCIA DE ESPECÍMENES DE ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS DE ARCILLA ATLAS (BLOCKER II) SOMETIDOS A ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL, TACNA 2021  
 : WILBER PAULO MAMANI CHURA / EDWIN DEVIS CCAMA APAZA

**Fecha de ejecución del ensayo** : 17/11/2021 **Hora del ensayo:** 09:00 Hrs.  
**Fecha de emisión del informe** : 22/11/2021  
**Fecha de recepción de la muestra** : 15/11/2021 **Hora de recepción de muestra:** 10:00 Hrs.

**1. TABLA DE DATOS DEL ENSAYO**

Nº	CÓDIGO DE LA MUESTRA	ÁREA SUPERIOR (CM <sup>2</sup> )	ÁREA INFERIOR (CM <sup>2</sup> )	ÁREA BRUTA (CM <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (KN)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/CM <sup>2</sup> )
1	2354-099-M1	336.00	336.00	336.0	184.05	55.86
2	2354-099-M2	325.20	325.20	325.2	186.76	58.56
3	2354-099-M3	333.20	333.20	333.2	179.27	54.86
4	2354-099-M4	336.00	337.20	336.6	158.50	48.02
5	2354-099-M5	336.00	338.80	337.40	182.15	55.05
<b>PROMEDIO DE 5 UNIDADES ENTERAS</b>						<b>54.47</b>

**2. CORRECCIÓN DEL VALOR PROMEDIO OBTENIDO DEL ENSAYO EN UNIDADES ENTERAS, SEGÚN ANEXO A DE LA NORMA NTP 399.613**

$$Rue = 0.92 \times Rmu$$

$$Rmu = Rue / 0.92$$

$$Rmu = 54.47 / 0.92$$

$$Rmu = 59.21 \text{ kg/cm}^2$$

Donde:

Rue: resistencia a la compresión de unidad entera

Rmu: Resistencia a la compresión en media unidad

**Observaciones:**

- Muestras proporcionadas por el Cliente.
- Las muestras proporcionadas corresponde a Ladrillos Atlas Blocker II

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Está prohibida la reproducción total o parcial del informe de ensayo sin la autorización por escrito del laboratorio de Mecánica de Suelos, Concretos y Pavimentos de la Universidad Privada de Tacna.

(Fin de Informe)



Mtro Ing. Santos Tito GOMEZ CHOQUEJAHUA  
 Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concretos y Pavimentos de la Universidad Privada de Tacna