



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

T E S I S

**IDENTIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LAS
UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA
QUE SE COMERCIALIZAN EN
MOQUEGUA, 2019**

PRESENTADA POR

BACHILLER EDWIN MARCEL VALDIVIA CONDORI

ASESOR

MGR. RUTH MERCEDES JINES CABEZAS

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

MOQUEGUA - PERÚ

2021

CONTENIDO

	Pág.
PORTADA	
Página de jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
CONTENIDO DE TABLAS.....	viii
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xi
CONTENIDO DE ECUACIONES.....	xii
CONTENIDO DE APÉNDICES.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema.....	1
1.2. Definición del problema.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación.....	3
1.5. Alcances y limitaciones.....	4
1.5.1. Alcances.....	4

1.5.2. Limitaciones.....	5
1.6. Variables.....	5
1.6.1. Operacionalización de variables.....	5
1.7. Hipótesis de la investigación.....	6
1.7.1. Hipótesis general.....	6
1.7.2. Hipótesis derivadas.....	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	7
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	7
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	8
2.2. Marco teórico.....	10
2.2.1. Unidad de albañilería.....	10
2.2.2. Tipología.....	11
2.2.3. Clasificación de los ladrillos.....	13
2.2.4. Requisitos para aceptar una unidad de albañilería.....	14
2.2.5. Ensayos o pruebas a realizarse.....	15
2.2.6. Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería.....	20
2.2.7. Esfuerzo admisible en tracción por flexión de la unidad de albañilería.....	25

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. Tipo de la investigación.....	27
3.2. Diseño.....	28

3.3. Población y muestra.....	28
3.3.1. Población.....	28
3.3.2. Muestra.....	28
3.4. Descripción de instrumentos para recolección de datos	29

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados	30
4.1.1. Ensayo de variación dimensional.....	31
4.1.2. Ensayo de alabeo.....	35
4.1.3. Ensayo de absorción.....	37
4.1.4. Ensayo de resistencia a la compresión.....	38
4.1.5. Ensayo de resistencia compresión de prismas.....	39
4.1.6. Ensayo de Módulo de rotura.....	42
4.2. Discusión de resultados	45
4.2.1. Ensayos de variación dimensional, alabeo y resistencia a la compresión.....	45
4.2.2. Ensayo de absorción.....	46
4.2.3. Ensayo de compresión de prismas.....	46
4.2.4. Ensayo de módulo de rotura.....	47
4.3. Contrastación de hipótesis	48
4.3.1. Muestra analizada: Ladrillera Moquegua H-10.....	49
4.3.2. Muestra analizada: Ladrillera Diamante H-9.....	51
4.3.3. Muestra analizada: Ladrillera Diamante H-10.....	52

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	55
5.2. Recomendaciones	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
APÉNDICES	60
MATRIZ DE CONSISTENCIA	84

CONTENIDO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de la variable (X)	5
Tabla 2. Operacionalización de la variable (Y)	5
Tabla 3. Clases de unidad de albañilería para fines estructurales	15
Tabla 4. Factores de corrección para resistencia en compresión Factores de corrección para resistencia en compresión	24
Tabla 5. Valores mínimos aproximados de módulo de ruptura	25
Tabla 6. Muestras tomadas para ensayos Muestras tomadas para ensayos.....	30
Tabla 7. Resultados de ensayo Variación dimensional - Ladrillera Moquegua H-I 1/2.....	32
Tabla 8. Resultados de ensayo Variación dimensional - Ladrillera Moquegua H-I 2/2.....	32
Tabla 9. Resultados variación dimensional - L. Moquegua H-I	32
Tabla 10. Resultados de ensayo Variación dimensional - Ladrillera Diamante H-9 1/2	33
Tabla 11. Resultados de ensayo Variación dimensional - Ladrillera Diamante H-9 2/2	33
Tabla 12. Resultado de variación dimensional - L. Diamante H-9	33
Tabla 13. Resultados de ensayo Variación dimensional - Ladrillera Diamante H-10 1/2	34
Tabla 14. Resultados de ensayo Variación dimensional - Ladrillera Diamante H-10 2/2	34
Tabla 15. Resultado de variación dimensional - L. Moquegua H-I.....	34

Tabla 16. Resultado ensayo Alabeo - L. Moquegua H-I.....	35
Tabla 17. Resultado ensayo Alabeo - L. Diamante H-9	36
Tabla 18. Resultado ensayo Alabeo - L. Diamante H-10	36
Tabla 19. Resultado ensayo de absorción - L. Moquegua H-I.....	37
Tabla 20. Resultado ensayo de absorción - L. Diamante H-9.....	37
Tabla 21. Resultado ensayo de absorción - L. Diamante H-10.....	37
Tabla 22. Resultado ensayo de compresión - L. Moquegua H-I.....	38
Tabla 23. Resultado ensayo de compresión - L. Diamante H-9.....	38
Tabla 24. Resultado ensayo de compresión - L. Diamante H-10.....	38
Tabla 25. Resultados ensayo compresión de pilas - L. Moquegua H-I.....	39
Tabla 26. Resultados ensayo compresión de pilas - L. Diamante H-9	40
Tabla 27. Resultados ensayo compresión de pilas - L. Diamante H-10	41
Tabla 28. Resultados de ensayo módulo de rotura - L. Moquegua H-I.....	42
Tabla 29. Resultados de ensayo módulo de rotura - L. Diamante H-9	43
Tabla 30. Resultados de ensayo módulo de rotura - L. Diamante H-10	44
Tabla 31. Análisis de resultados para determinar el tipo de unidad de albañilería	45
Tabla 32. Análisis de resultados del ensayo de absorción	46
Tabla 33. Análisis de resultados del ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería	47
Tabla 34. Análisis de resultados de ensayo de módulo de rotura	47
Tabla 35. Estadísticas para una muestra. Ladrillera Moquegua – Ladrillo Hércules 10	50
Tabla 36. Prueba para una muestra. Ladrillera Moquegua – Ladrillo Hércules 10	50

Tabla 37. Estadísticas para una muestra (L. Diamante – H-9).....	52
Tabla 38. Prueba para una muestra (L. Diamante – H-9)	52
Tabla 39. Estadísticas para una muestra (L. Diamante – H-10).....	53
Tabla 40. Prueba para una muestra (L. Diamante – H-10)	54

CONTENIDO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Manipulación de la unidad de albañilería con una mano	11
Figura 2. Tipos de ladrillos (a. Solidas. b. Huecas. c. Perforadas. d. Tubulares.)	13
Figura 3. Construcción de prisma de albañilería.....	21
Figura 4. Esquemas de modo de fallas Fuente. NTP 399.605	23
Figura 5. Disposición de medidas para ensayo de variación dimensional.....	31
Figura 6. Datos Ingresados al Programa SPSS para la contratación de Hipótesis Muestra: Ladrillera Moquegua – Ladrillo Hércules 10.....	49
Figura 7. Restricciones Ingresadas al Programa SPSS para la contratación de Hipótesis Muestra: Ladrillera Moquegua – Ladrillo Hércules 10.....	49
Figura 8. Datos Ingresados al Programa SPSS para la contratación de Hipótesis Muestra: Ladrillera Diamante – Ladrillo Hércules 9	51
Figura 9. Restricciones ingresadas al programa SPSS para la contratación de hipótesis muestra: Ladrillera Diamante – Ladrillo Hércules 9.....	51
Figura 10. Datos ingresados al programa SPSS para la contratación de hipótesis muestra: Ladrillera Diamante – Ladrillo Hércules 10	53
Figura 11. Restricciones ingresadas al programa SPSS para la contratación de hipótesis muestra: Ladrillera Diamante – Ladrillo Hércules 10	53

CONTENIDO DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1. Variación dimensional.....	17
Ecuación 2. Resistencia a la compresión	19
Ecuación 3. Porcentaje de absorción.....	20
Ecuación 4. Módulo de elasticidad de la albañilería.....	24
Ecuación 5. Módulo de corte de la albañilería.....	24
Ecuación 6. Esfuerzo admisible en tracción por flexión.....	26
Ecuación 7. Tamaño de la muestra.....	28

CONTENIDO DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice A. Instrumentos de recolección de datos.....	60
Apéndice B. Panel fotográfico.....	65
Apéndice C. Panel fotográfico.....	80

RESUMEN

El presente trabajo de investigación nace por la incertidumbre de datos específicos y exactos al momento de realizar un diseño de albañilería en la ciudad de Moquegua, datos que corresponden a las características físico-mecánicas de las unidades de albañilería. Con esta misión se visitó todas las empresas que comercializan unidades de albañilería estructural en Moquegua a finales del año 2019, con el fin de recolectar las muestras necesarias de cada empresa para su posterior evaluación y estudio mediante ensayos de laboratorio, los cuales fueron: variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión, absorción, resistencia a la compresión de prismas y esfuerzo admisible en tracción por flexión. Obtenidos los resultados de los ensayos se recategorizaron las unidades de albañilería estudiadas con referencia a lo que indica el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2006) en el Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE (norma E.070), se determinó también, por tipo de ladrillo y empresa, las unidades que son aptas para su utilización y, finalmente se determinaron de manera real, la resistencia a la compresión de un ladrillo, la resistencia en compresión de la albañilería, el módulo de elasticidad, el módulo de corte de la albañilería y el módulo de ruptura de una unidad de albañilería, datos que nos ayudan a un mejor cálculo y elección del ladrillo a utilizar para nuestros diferentes proyectos.

Palabras clave: albañilería, Moquegua, estructural, ladrilleras, ensayos, E070

ABSTRACT

The present research work arises from the uncertainty of specific and exact data when carrying out a masonry design in the city of Moquegua, data that correspond to the physical-mechanical characteristics of the masonry units. With this mission, all the companies that market structural masonry units in Moquegua were visited at the end of 2019, in order to collect the necessary samples from each company for subsequent evaluation and study through laboratory tests, which were: dimensional variation, warping, compressive strength, absorption, prism compressive strength, and allowable stress in flexural traction. Once the results of the tests were obtained, the masonry units studied were re-categorized with reference to what is indicated by the Ministry of Housing, Construction and Sanitation (2006) in the National Building Regulations (E.070), it was also determined, by type of brick and company, the units that are suitable for their use and, finally, they were determined. In a real way, the compressive strength of a brick, the compressive strength of the masonry, the modulus of elasticity, the shear modulus of the masonry and the modulus of rupture of a masonry unit, data that help us to a best calculation and choice of the brick to use for our different projects.

Keywords: masonry, Moquegua, structural, brickyards, tests, E070

INTRODUCCIÓN

Las unidades de arcilla conocidas comúnmente como ladrillos o bloques, surgen ante la necesidad de los humanos por construir diversas edificaciones, convirtiéndose actualmente en elementos básicos para la construcción de edificaciones de albañilería.

Ahora existe gran variedad de ladrillos, por ello que es necesario de hacer clasificaciones basándonos en sus principales propiedades. Así mismo debemos considerar que el comportamiento sísmico de las edificaciones dependerá mayormente de la calidad de los materiales empleados en su construcción, así como también lo es el procedimiento constructivo ideal.

El presente trabajo se encuentra enmarcado dentro de la línea de investigación de Ingeniería estructural y de materiales, puesto que estudia la unidad básica de la albañilería estructural comprobando su calidad como material de construcción.

En nuestra localidad existen distintas ladrilleras, que venden unidades de albañilería de manera industrial, la finalidad del presente trabajo de investigación es ensayar las unidades de albañilería que se usan de manera estructural existentes en nuestro mercado local e, identificar las propiedades reales de cada tipo de ladrillo por empresa para verificar si estas cumplen con los requisitos que exige el MVCS (2006) en el RNE (norma E.070). La investigación mostrará los resultados de

los ensayos realizados a las unidades de albañilería de la Ladrillera Moquegua S.R.L, Ladrillera El Diamante SAC. y Ladrillera Cerámicas Unidas E.I.R.L.

También se mostrará el procedimiento adecuado de los ensayos y en las condiciones que se deben realizar, con el apoyo del Laboratorio de Mecánica Suelos de la Universidad José Carlos Mariátegui.

La importancia de este trabajo de investigación radicará principalmente en poder corroborar las propiedades ingenieriles de las unidades de albañilería que se ofrecen en la ciudad de Moquegua.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema

En Moquegua se han registrado gran número de eventos sísmicos, lo cual ha ocasionado daños en las diversas estructuras de albañilería confinada.

Es muy común encontrar viviendas de albañilería confinada en las diversas áreas de la ciudad de Moquegua donde la gran mayoría de estas viviendas, en la etapa de construcción, no se ha considerado lo dispuesto por el MVCS (2006) en el RNE (norma E.070), ocasionando diversas patologías en su construcción.

Uno de los factores por los cuales una construcción puede fallar es por el uso de materiales o elementos en mal estado o por debajo de lo requerido por las normas.

Teniendo en cuenta el alto riesgo sísmico que se presenta en la zona Sur del país es que se realizará el estudio “Identificar las propiedades de las unidades de

albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019” en unidades que se usan para construir muros portantes con el fin de contribuir con información que de valores reales a los requerimientos ingenieriles necesarios.

1.2. Definición del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cuáles son las propiedades de las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019?
- ¿Bajo qué clasificación están los las unidades de albañilería que se comercializan en Moquegua 2019?
- ¿Cuáles son las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, que cuentan con las mejores condiciones para su uso?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general.

Identificar las propiedades de las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019.
- Verificar bajo qué clasificación se encuentran las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019.
- Determinar que unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019 cuentan con las mejores condiciones para su uso.

1.4. Justificación

La albañilería estructural está compuesta generalmente por unidades que se asientan con mortero. En base a la experiencia y los ensayos es que se puede afirmar que la albañilería posee una resistencia a la compresión alta, que depende principalmente de las propias unidades a diferencia de la resistencia a la tracción, que está controlada por la adhesión entre el mortero y las unidades de albañilería.

Es de gran importancia la calidad de los materiales de construcción que se utilizan para las diversas edificaciones en la localidad de Moquegua, debido a que de acuerdo al MVCS (2006) en la norma E.030, Moquegua se encuentra en una zona altamente sísmica.

Las características que deben cumplir los diversos materiales de construcción se encuentran especificadas, en el RNE (norma E.070) del MVCS

(2006) que especifica los parámetros que deben cumplir las unidades de albañilería de acuerdo a sus características.

Se tiene un mercado con una ligera variedad de unidades de albañilería en la región de Moquegua, y a fin de elegir el ladrillo adecuado para las solicitudes de la construcción es que se realizará el presente trabajo ya que resulta importante poder identificar y verificar el cumplimiento de los parámetros establecidos en la mencionada norma, teniendo como fin generar información que evite o disminuya las fallas en las diversas construcciones.

1.5. Alcances y limitaciones

1.5.1. Alcances.

El presente trabajo de investigación explorará el mercado comercial de ladrillos en la ciudad de Moquegua definiendo, al final de la investigación, los tipos de ladrillos que cumplen con los requerimientos del MVCS (2006) en el RNE (norma E.070).

La investigación abarca únicamente a la mediana y gran empresa dedicadas al rubro de fabricación de unidades de albañilería de arcilla en la ciudad de Moquegua.

1.5.2. Limitaciones.

La falta de variedad de empresas del rubro de fabricación y comercialización de unidades de albañilería de arcilla en la ciudad de Moquegua, al momento del estudio.

La falta de equipos para poder realizar todas las pruebas que exige el MVCS (2006) en el RNE (norma E.070).

1.6. Variables

1.6.1. Operacionalización de variables.

Tabla 1
Operacionalización de la variable (X)

	Variable	Tipo de variable	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente (X)	Tipos de unidades de albañilería de arcilla	Discreta	Tipos de ladrillos para muro portante	King Kong H-9 King Kong H-10

Tabla 2
Operacionalización de la variable (Y)

	Variable	Tipo de variable	Dimensiones	Indicadores
Variable dependiente (Y)	Identificación de las propiedades	Continua	Propiedades físicas Propiedades mecánicas	Variación dimensional Resistencia a compresión Absorción

1.7. Hipótesis de la investigación

1.7.1. Hipótesis general.

Las propiedades de las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019 no son aptas para su utilización.

1.7.2. Hipótesis derivadas.

- Se podrán determinar las propiedades aplicando ensayos a las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua 2019.
- Las unidades de albañilería de arcilla comerciales en la ciudad de Moquegua no se encuentran bajo la clasificación que les corresponde.
- Todas las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019 no cuentan con las mejores condiciones para su uso.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Fernández, Marín, Varela y Vargas (2009), en su artículo de investigación “Determinación de la resistencia a compresión diagonal y el módulo cortante de la mampostería de bloques huecos de concreto”, expone que cito en la ciudad de Mérida (país de México) las normativas relacionadas a la albañilería no existen como tal y, menos que se encuentren basadas en características y propiedades de los materiales y procedimientos para la construcción en la zona. Haciendo una investigación para concluir con normas técnicas, se elaboraron 18 muretes hechos con bloques de concreto hueco y mortero. Obteniendo con ello la resistencia a compresión diagonal de la albañilería. Se percibieron fallas comunes, entre ellas: la primera que se vio fue en la junta fallando sobre la diagonal y en otras por deslizamiento sobre las juntas horizontales. Al final se sugiere un valor de diseño para la resistencia a compresión diagonal de $1,8 \text{ kg/cm}^2$ y formuló la relación promedio entre los módulos cortante y elasticidad igual a 0,42.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Arbildo y Rojas (2017) desarrollaron la tesis que se titula “Ensayo de compresión axial y compresión diagonal de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla fabricados en la ciudad de Tacna”, cuya finalidad fue determinar los valores de resistencia a compresión axial y diagonal de especímenes de arcilla (Hércules I) elaborados en la ciudad de Tacna, con un espesor promedio de mortero de 1cm. Se construyeron 5 pilas y 5 muretes. Los materiales se trasladaron desde Tacna a Lima. Se usó un ladrillo tipo Hércules I que provino de la ladrillera Maxx, asimismo cemento Yura Tipo I. La proporción del mortero fue de 1:4 según norma. Todos los ejemplares fueron ensayados en el Laboratorio de Estructuras del Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la UNI. Se concluye que el promedio las resistencias características a la compresión axial (f_m) es igual a $49,30 \text{ kg/cm}^2$ y al corte igual a $4,83 \text{ kg/cm}^2$, los cuales dan características al ladrillo como si se tratara de un Ladrillo Artesanal y estructuralmente se clasifica como un Ladrillo Tipo III, también posee un porcentaje de vacíos de 39,30% sobrepasando lo que se esperaba, cayendo en la clasificación de unidad hueca, por ello se concluye que no es óptima para la construcción de edificaciones en la Cuidad de Tacna. No obstante, se recomienda efectuar ensayos en otros laboratorios certificados y contrastar resultados obteniendo datos promedios; fortaleciendo investigaciones venideras que se relacionen con el tema.

Camara (2015) desarrolló la tesis titulada “Estudio de las unidades de arcilla calcinada semi industrial caso ladrillera choque y aplicación en el diseño de un

edificio de 4 pisos” en la ciudad de Arequipa, cuyo objetivo principal fue determinar las propiedades mecánicas de la albañilería confinada con fines de diseño, las cuales se fabrican en la de Ladrillera Choque cuyo fabrica queda en el distrito de Characato. Se empieza a trabajar identificando las propiedades principales del material de elaboración de los ladrillos, referenciando las canteras las que se encuentran las comunidades de Yarabamba, Polobaya y Pocsi además del distrito de Vítor, luego se detalla el procedimiento y las cantidades de producción para la albañilería del tipo Hercules-10 que, viendo la demanda comercial, es en el mercado de Arequipa, la que tiene mayor demanda comercial. Se detalla y esclarece los motivos por los que se considera a esta ladrillera, de tipo semi - mecanizada. Los ensayos que se efectuaron fueron los siguientes: absorción, succión, variación dimensional, alabeo, compresión. Habiendo concluido los ensayos, identificamos que la compresión que alcanza la unidad es de $179,33\text{kg/cm}^2$ lo que lo clasifica como tipo IV, según la Norma E.070, sin embargo, considerando los resultados de los otros ensayos, estas unidades clasifican como tipo V. Al ensayar las unidades como albañilería simple: compresión de pilas, determinando la resistencia promedio $f'm = 83,57\text{ kg/cm}^2$; la compresión diagonal de los muretes obteniendo así la resistencia promedio al corte $v'm=8,18\text{ kg/cm}^2$. Al elaborar mortero con agregado de Chiguata se obtuvo: resistencia en compresión $V'b=179,37\text{kg/cm}^2$, además el módulo de finura resultó de 2,87. Teniendo los resultados de laboratorio al realizar los ensayos es que se efectúa el diseño y estructuración de una edificación de 4 pisos para poder estudiar cómo se comportan las unidades de albañilería, apoyándonos con el Etabs. Comparando los resultados arrojados por el programa Etabs con los que se obtuvieron con el método simplificado se determinó que los

resultados guardan similitud, es por ello que se decidió desarrollar el trabajo con los resultados del programa Etabs. Para terminar, se presentan las debidas conclusiones y recomendaciones del trabajo para perfeccionar el proceso y control de fabricación de la albañilería producida con estas unidades albañilería de arcilla, así como también las conclusiones sobre el análisis y diseño de la edificación con estas unidades.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Unidad de albañilería.

Es el elemento principal en la construcción de la albañilería. Los materiales con los que se elabora son diversos, tales como la arcilla, concreto, sílice y cal principalmente, los que se moldean con distintos métodos de compactación o extrusión, en sofisticadas fábricas o en precarias canchas, con rigurosos controles de calidad o sin ellos. (Lulichac, 2015)

Es por ello que las características físicas, como formas, tipos, dimensiones y peso de los ladrillos tienen variedades altas en número y, que sus calidades cubren las calificaciones desde pésimo hasta excelente.

Una unidad de albañilería puede ser un ladrillo o un bloque. El ladrillo tiene forma de paralelepípedo con dimensiones de un ancho entre 10 a 12cm y un peso no mayor a los cuatro kilos, que lo hace manejable con una mano al momento del

asentado. Debido a estos factores, entre otros que se pueden ver en obra, es que el diseño y producción de unidades de albañilería por parte de las fábricas industriales debe realizarse estrictamente bajo un marco normalizado integral.



Figura 1. Manipulación de la unidad de albañilería con una mano
Fuente: Caliza Cemento Inca S.A., s.f.

Es por todo lo mencionado que el presente trabajo se abocará a verificar que las unidades de albañilería de arcilla – ladrillos – que ofrecen las ladrilleras en la ciudad de Moquegua, cumplen con las normativas exigidas por el MVCS (2006) en el RNE (norma E.070 Albañilería).

2.2.2. Tipología.

La clasificación de las unidades de albañilería se da básicamente por su área de asiento y las características de sus alveolos, sin tener en cuenta el tamaño o la materia prima con las que elaboran estas unidades. (Vásquez, 2016)

2.2.2.1. Unidades solidas o macizas.

Las unidades que cuenten con perforaciones transversales o a noventa grados de su cara de asentado no deben ser mayores del 30% del área de sección bruta.

2.2.2.2. Unidades huecas.

En estas unidades el área hueca excede el 30% del área bruta, teniendo, los alveolos, la capacidad de llenarse con concreto líquido. Cuando esto sucede, la albañilería se considera como sólida.

2.2.2.3. Unidades perforadas.

De la misma manera que las unidades huecas, el área que abarcan los alveolos es mayor al 30% del área bruta, con la diferencia de que estos son tan pequeños (4 a 5cm) que el concreto líquido no puede llenarlos.

2.2.2.4. Unidades tubulares.

Los alveolos, en este tipo de unidades, son paralelos a la cara de asiento. La proporción de los alveolos con el área de la cara lateral de las unidades de albañilería varían entre la producción de cada empresa. (Vásquez, 2016)



Figura 2. Tipos de ladrillos (a. Solidas. b. Huecas. c. Perforadas. d. Tubulares.)
Fuente: Ladrillera Mecanizada, s.f.

2.2.3. Clasificación de los ladrillos.

El MVCS (2006) en el RNE (norma E.070) clasifica al ladrillo en los siguientes tipos y Mamani (2015) los detalla como siguen:

- Tipo I: Su durabilidad y resistencia son muy bajas. Son unidades aptas para construir en condiciones de servicio con requerimientos mínimos.
- Tipo II: Su durabilidad y resistencia son bajas. Son unidades aptas para construir en condiciones de servicios moderadas.
- Tipo III: Su durabilidad y resistencia es media. Son unidades aptas para construir edificaciones de uso general.
- Tipo IV: Su durabilidad y resistencia son altas. Son unidades aptas para construir en condiciones de servicio rigurosas.

- Tipo V: Su durabilidad y resistencia muy altas. Son unidades aptas para construir en condiciones de servicio especialmente rigurosas.

2.2.4. Requisitos para aceptar una unidad de albañilería.

Si una unidad de albañilería presenta gran variación en sus dimensiones y alabeo, provocarán un mayor espesor en las juntas de mortero, implicando ello una reducción en su resistencia a la compresión y corte de la albañilería. Es por ello que las unidades se clasifican mediante la tabla 3 “Clases de unidad de albañilería para fines estructurales”, optando por escoger la categorización más desfavorable que obtenga la unidad ensayada, así por ejemplo si una unidad, debido a su variación dimensional, clasifica como Clase II y por su resistencia a la compresión como Clase IV, quedará con la clasificación de Clase II por ser la más desfavorable.

Para el caso del ensayo de absorción, la norma acepta un máximo de 22% de absorción para que las unidades de albañilería de arcilla sean aceptadas. Además, los ensayos que mostrarán estas características se rigen por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL, 2017) en la NTP 399.613 “Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería – 2° edición” actualizada a diciembre del 2017.

Tabla 3
Clases de unidades de albañilería con fines estructurales

Clase	Variación dimensional (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia característica a compresión f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)

Fuente: MVCS, 2006

2.2.5. Ensayos o pruebas a realizarse.

El MVCS (2006) en el RNE (norma E.070) exige requerimientos mínimos que se evaluarán mediante pruebas en el laboratorio, las cuales se rigen por el INACAL (2017) en la NTP 399.613 – “Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería”, la cual tiene un campo de aplicación para el control de ladrillos de arcilla cocida que se usan como unidades de albañilería, adicionalmente Gallegos y Casabonne (2005) también lo determina en su libro.

Los ensayos que se solicitan en el punto 5.4 del RNE (norma E.070) del MVCS (2006) son las siguientes y que se pasan a describir:

- Muestreo.
- Resistencia a la compresión.
- Variación dimensional.
- Alabeo.
- Absorción.

2.2.5.1. Muestreo.

Para poder ejecutar los ensayos se seleccionarán 10 unidades enteras por cada lote de 50 000, en las que se realizarán las pruebas de variación dimensional y alabeo, de las que se seleccionarán cinco unidades para desarrollar el ensayo de Resistencia a la compresión y las restantes al ensayo de absorción.

Para poder identificarlos se marcará cada espécimen. Estas marcas no cubrirán más del 5% del área de una cara.

2.2.5.2. Alabeo.

Para este ensayo necesitaremos:

- Una varilla de acero de borde recto
- Una regla de acero graduada o una cuña de medición.
- Una superficie plana de acero o vidrio no menor de 30 cm x 30 cm.

Se usan las 10 unidades que se seleccionaron y se determina su tamaño, eliminando previamente el polvo de su superficie.

Si la distorsión es cóncava, para medir el alabeo se coloca la varilla de borde recto sobre la superficie a medir longitudinal o diagonalmente, tomando la medida de mayor desviación de la línea recta. Si la distorsión a medir es convexa, se coloca el lado convexo en contacto con la superficie plana y se trata de mantener los

extremos lo más equidistantes posible de la superficie plana, se mide la distancia de las 4 esquinas registrando como resultado el promedio obtenido del espécimen.

2.2.5.3. *Variación dimensional.*

Para este ensayo se necesita una regla metálica graduada milimétricamente de 30 cm, con la que se medirán individualmente las 10 unidades representativas de un lote, enteras y secas.

Para medir el ancho se tomarán dos medidas en una cara a los extremos de la misma, de igual manera se procede a medir en la otra cara. Para medir el largo se repite el mismo procedimiento, pero en esta ocasión en sentido perpendicular al anterior. Para medir el alto se hará desde los puntos medios de cada extremo de la unidad de albañilería.

Finalmente se reporta el promedio de las medidas de ancho, largo y alto y se comparan con la medida que especificada por el fabricante para la unidad ensayada mediante la siguiente formula:

$$V\% = \frac{100*(F-P)}{F} \dots\dots\dots[Ecuación 1]$$

Donde:

V% = Variabilidad dimensional (%)

F = Medidas especificadas por el fabricante (cm)

P = Promedio de las medidas tomadas (cm)

2.2.5.4. Resistencia a la compresión.

Antes de ensayar las unidades estas deben estar secas, pasando para ello por un horno ventilado de 110 °C a 115 °C por al menos 24 horas y enfriadas por separado, sin apilar, en una cámara con humedad relativa entre 30% y 70% por cuatro horas como mínimo.

Se deben tomar unidades de ancho y alto correspondientes a la medida original y de longitud igual a la mitad de la unidad (± 25 mm), este espécimen se puede obtener por cualquier método de corte que deje perfiles limpios, rectos y paralelos. Se ensayarán cinco muestras como mínimo.

Para refrentar los especímenes deben llenarse los huecos o paneles, de tenerlos, con mortero. Se los deja reposar por lo menos 48 horas antes de aplicar el refrentado.

Se puede refrentar con yeso o azufre, este último es una mezcla de azufre y arcilla refractaria, que se vacía, líquida, en un molde 13 mm más grande que la dimensión del espécimen hasta alcanzar una altura de seis milímetros. Rápidamente se coloca el espécimen y se sostiene de tal manera que esté vertical a la superficie hasta lograr la solidificación. Se debe esperar al menos dos horas antes de realizar el ensayo.

El siguiente paso es colocar el espécimen dentro de la máquina que realizará el ensayo, cubriendo la muestra con planchas planas de metal que minimizarán el desgaste de las placas de la máquina.

La carga se empieza a aplicar a cualquier velocidad adecuada, hasta alcanzar la mitad de la carga máxima esperada, después de ello se ajusta la velocidad de tal manera que la carga remanente se aplique entre uno y dos minutos.

La resistencia a la compresión se calcula con la siguiente expresión:

$$f'c = W/A \dots\dots\dots[Ecuación 2]$$

Donde:

$f'c$ = Resistencia a la compresión de la muestra (MPa)

W = Carga máxima que indica la máquina de ensayo (N)

A = Promedio del área bruta, tanto de las superficies de contacto superior como de la inferior del espécimen (mm²).

2.2.5.5. Absorción.

Para este ensayo necesitaremos una balanza de capacidad mínima de dos mil gramos y una aproximación de medio gramo. Los especímenes serán medias unidades, al menos cinco, deben estar secos y ventilados tal cual el ensayo de compresión para luego ser pesadas antes de la sumersión, tomando nota de los pesos.

La prueba de sumersión será entre cinco y 24 horas en agua fría limpia (15,5 °C a 30 °C), se sumergirán los especímenes parcialmente. Transcurrido el tiempo especificado se retiran del agua y se seca con un paño el excedente de agua para seguidamente y, dentro de los siguientes cinco minutos de haber sacado del líquido, pesar cada uno de los especímenes.

La absorción es el promedio de la absorción de todas unidades ensayadas, que se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Absorción \%} = 100(W_s - W_d)/W_d \dots\dots\dots[\text{Ecuación 3}]$$

Donde:

W_d = Peso seco del espécimen

W_s = Peso del espécimen saturado

2.2.6. Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería.

Habiendo determinado las propiedades de las unidades de albañilería, es importante ahora conocer su resistencia a la compresión al interactuar con otras unidades, conformando de esta manera una representación de un muro de albañilería que se pueda analizar en el laboratorio.

Para este ensayo nos basaremos en el método que especifica el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI, 2013) en la NTP 399.605 cuyo objetivo es establecer los

procedimientos para fabricar y ensayar prismas de albañilería, así como los cálculos para la determinación de la resistencia en compresión de los mismos.

2.2.6.1. Construcción de prismas de albañilería.

Los prismas se construirán con unidades que representen a las que se utilizan en construcción.

Para su construcción las unidades se apilarán una sobre otra, como se muestra en la figura 3, estas podrán ser de tamaño completo o reducido, de hacer alguna reducción con sierra, el corte debe hacerse antes de la construcción del prisma. Al momento de construirlas, las superficies de las unidades no deberán tener humedad y se harán con capas completas de mortero cortadas a ras.

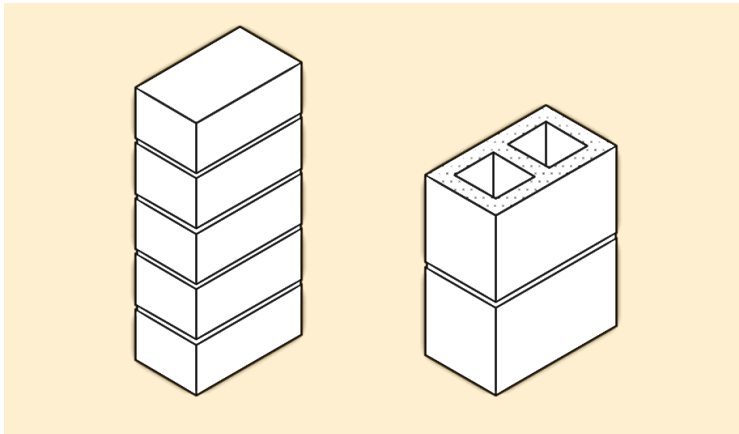


Figura 3. Construcción de prisma de albañilería

Una vez construido el prisma, sellar con una bolsa para mantener la humedad en su interior.

2.2.6.2. Curado.

Pasadas las 48 horas de curado, se debe mantener los prismas en bolsas con una temperatura de $24^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$. A 48 horas de la prueba retirar las bolsas y continuar almacenando a la misma temperatura y humedad relativa menor a 80%.

Los prismas no deben presentar visiblemente humedad al momento de la prueba, de ser el caso se debe continuar almacenando hasta asegurar las condiciones necesarias. La prueba se realizará a los 28 días, los cuales se determinan a partir del momento en que las unidades se asentaron.

2.2.6.3. Mediciones de los prismas.

Todas las medidas se harán con una aproximación de 1 mm. Se medirá el ancho y la longitud de ambas caras, superior e inferior y se promediarán las cuatro dimensiones para obtener la medida deseada. De la misma manera para obtener la altura del prisma se medirá el centro de cada cara y se promediará las cuatro medidas.

2.2.6.4. Procedimiento.

Se inicia limpiando los platos de la máquina de ensayo, las placas y el prisma, el cual se coloca en la máquina sobre el plato de carga y mientras la placa superior se va acercando, se ajustará el prisma de tal modo que este alineado con el centro de la aplicación de carga y obtener así un apoyo que sea uniforme.

Se aplicará una carga inicial de la mitad de la carga que se espera obtener, la carga restante uniformemente en no menos de un minuto, pero no más de dos.

Si una vez alcanzada la carga estimada no se produjera una falla, se continúa cargando la muestra hasta que se pueda identificar el modo de falla. Se registra el modo de falla y la carga máxima alcanzada. Se debe describir el modo de falla tan minuciosamente como sea posible o ilustrar identificándolo en la figura 4.

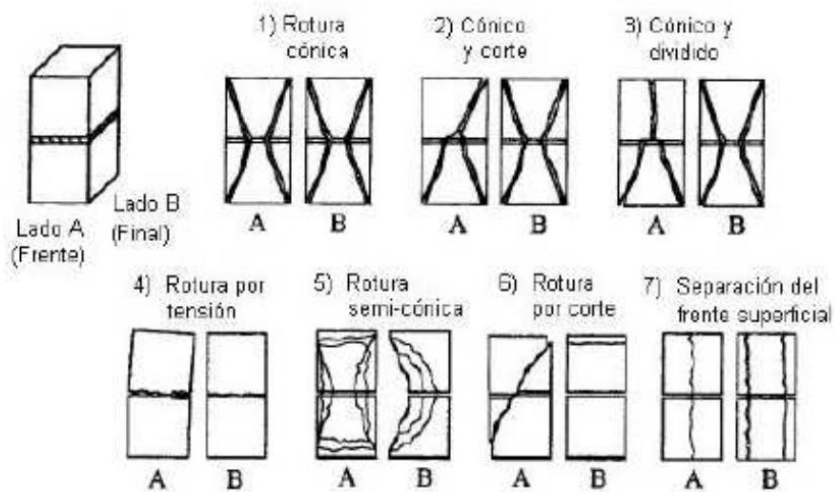


Figura 4. Esquemas de modo de fallas
 Fuente: INDECOPI, 2013
 Nota: NTP 399.605

2.2.6.5. Resistencia del prisma de albañilería.

Se calcula la resistencia de los prismas al dividir la carga de compresión máxima soportada entre el área neta de la sección transversal de cada prisma, expresando el resultado con una precisión de 10 psi (69 kPa).

2.2.6.6. Resistencia a la compresión de la albañilería.

Para cada prisma ensayado se calculará la relación altura/menor dimensión lateral (h_p/t_p), con la ayuda de la Tabla 4 se obtendrá un factor de corrección el cual, puede interpolarse linealmente, para valores no contenidos en la tabla mencionada.

Tabla 4
Factores de corrección para resistencia en compresión

h_p/t_p	Factor de corrección
2,0	0,73
2,5	0,91
3,0	0,95
4,0	0,98
5,0	1,00

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006

Se multiplica la resistencia del prisma de albañilería por el factor de corrección correspondiente y promedia los valores obtenidos para calcular la resistencia a la compresión de la albañilería (f'_m).

Finalmente, con estos datos podemos calcular con facilidad, mediante ecuaciones, tanto el módulo de elasticidad (E_m) como el módulo de corte (G_m) de la albañilería.

$$E_m = 500 * f'_m \dots \dots \dots [\text{Ecuación 4}]$$

$$G_m = 0,4 E_m \dots \dots \dots [\text{Ecuación 5}]$$

Donde:

E_m = Módulo de elasticidad de la albañilería

G_m = Módulo de corte de la albañilería

f^m = Resistencia a la compresión de la albañilería

2.2.7. Esfuerzo admisible en tracción por flexión de la unidad de albañilería.

Es la medida aproximada que resulta del ensayo de flexión con el que se obtiene el módulo de ruptura, esta propiedad del ladrillo no se llegó a considerar como un ítem más para la clasificación del ladrillo puesto que se estableció que su valor está relacionado con la resistencia a la compresión.

Sin embargo, se recomienda, cuando se trata de ladrillos tipo IV y V según el INDECOPI (1978) en la NTP 331.017, que se haga la medición del módulo de ruptura para una mejor selección de ladrillo a emplearse. Como referencia, en la Tabla 5, se indica el valor mínimo aproximado para cada tipo de ladrillo.

Tabla 5
Valores mínimos aproximados de módulo de ruptura

Tipo	Mod. de ruptura kg/cm ²
I	6,12
II	7,14
III	8,16
IV	9,18
V	10,2

Fuente: INDECOPI, 1978

Nota: NTP 331.017

El ensayo se realiza en cinco unidades enteras, secas y enfriadas, ejerciendo una carga creciente que se concentra en el centro de una unidad de albañilería con una velocidad de desplazamiento de 1,3 mm/min hasta su ruptura. Obtenida la carga que soporta la unidad, se calcula el f_{tb} usando la siguiente ecuación:

$$f_{tb} = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2} \dots \dots \dots [\text{Ecuación 6}]$$

Donde:

f_{tb} = Esfuerzo admisible en tracción por flexión

P = Carga máxima aplicada con la máquina de ensayo

L = Longitud entre los apoyos

b = Ancho de la unidad

h = Alto de la unidad

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. Tipo de la investigación

El tipo de investigación que se plantea y según el nivel de profundización del objeto de estudio tenemos una investigación descriptiva, pues buscamos saber propiedades y características de un grupo de estudio que someteremos a un análisis, recolectando información para describir nuestra investigación.

Según el tipo de datos que se emplean en esta investigación para describir y dar sus resultados, es una investigación cuantitativa, además de arrojar datos descriptivos como resultado. (Cabezas, Adrade y Torres, 2018)

En este proceso se pondrán en práctica conocimientos aplicados a la Ingeniería civil, con la finalidad de aplicarlas en el proceso de investigación del presente trabajo de investigación y poder aportar con información procesada en el análisis de futuros sucesos en la ciudad de Moquegua.

3.2. Diseño

El diseño de la presente investigación es de tipo experimental, debido a que se harán las investigaciones en un laboratorio bajo condiciones aceptables, en el cual si se hicieran variaciones en la variable independiente esto se vería reflejado en la variable dependiente. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población.

En el presente trabajo de investigación la población estará constituida por los ladrillos de tipo King Kong que comercializan la ladrillera Moquegua, El Diamante y Cerámicas Unidas en la ciudad de Moquegua, ya que este tipo de ladrillos son los que trabajan estructuralmente en una edificación si así se los dispone.

3.3.2. Muestra.

La muestra comprenderá una selección de al menos 10 unidades por cada tipo de ladrillo que se estudie de acuerdo a lo especificado por el MVCS (2006) en el RNE (norma E.070), INACAL (2017) en la NTP 399.613 e INDECOPI (2013) en la NTP 399.605. Considerando el mínimo de unidades, utilizaremos una fórmula de muestreo aleatorio simple indicado por Cabezas et al. (2018), para calcular la muestra ideal que se necesitará:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \dots\dots\dots [\text{Ecuación 7}]$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Población (aproximando 10 000 por cada tipo de ladrillo = 60 000)

Z = Nivel de confianza. Asumiendo 95% entonces = 1,96

p = probabilidad de éxito = 0,5

q = probabilidad de fracaso = 0,5

d = error admisible = 0,05

Con estos datos obtenemos una muestra de 382 elementos, que al dividirlos entre los 06 tipos de ladrillos que analizaremos tenemos un aproximado de 64 ladrillos por cada tipo de ladrillo.

3.4. Descripción de instrumentos para recolección de datos

Para el presente estudio, los instrumentos que se usarán serán la hoja de registros de los resultados de los ensayos a la muestra, los equipos de laboratorio tales como el horno, el que genera una temperatura controlada en su interior y es usado habitualmente para secado de materiales, también se usará la máquina que medirá la resistencia a la compresión de las muestras, la misma que ejerce a una velocidad controlada una fuerza determinada, se usará además una balanza con la que se determinará el peso de las muestras y especímenes y finalmente tenemos las fotografías.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

Los análisis y ensayos fueron realizados en el laboratorio Geotecnia & Pavimentos DEL Sur S.A.C. a cargo del ingeniero Wilbert Paredes Choquehuanca, el mismo que certifica y firma los resultados realizados. Para presentar los resultados de la presente investigación, se mencionará las muestras que se tomaron y los ensayos a los que fueron sometidas.

Las especificaciones de las muestras según cada proveedor fueron:

Tabla 6
Muestras tomadas para ensayos

Ladrillera	Ladrillo	Tipo	Dimensiones		
			Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
MOQUEGUA	Hércules I	V	24	14	10
DIAMANTE	Hércules 10	V	24	14	10
	Hércules 9	V	24	14	9

Cabe mencionar que, al momento de hacer la propuesta de las ladrilleras a estudiar, “Ladrillera Cerámicas Unidas” estaba dentro de las empresas que suministraban ladrillos a la población moqueguana. Posteriormente, al momento de hacer los ensayos, dejó de atender tanto en su local como en sus números de teléfonos hasta la fecha, lo que conllevó a no poder incluirla en los estudios correspondientes a esta tesis.

4.1.1. Ensayo de variación dimensional.

Se realizaron las medidas a diez unidades de cada tipo de ladrillo teniendo los siguientes resultados:

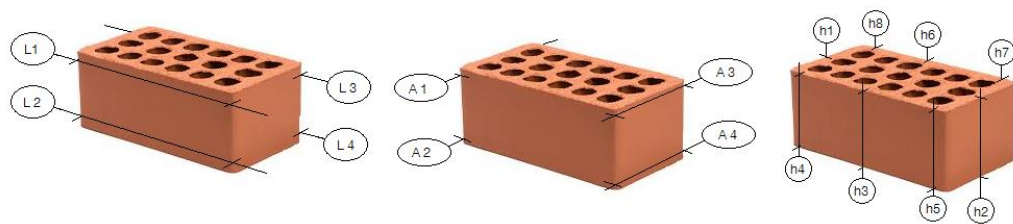


Figura 5. Disposición de medidas para ensayo de variación dimensional

4.1.1.1. Ladrillera Moquegua – Hércules I.

Tabla 7

Resultados de ensayo Variación dimensional - Ladrillera Moquegua H-I (1/2)

M-1		M-2		M-3		M-4		M-5	
Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas	
L1 =	238 mm	L1 =	238 mm	L1 =	239 mm	L1 =	240 mm	L1 =	237 mm
L2 =	238 mm	L2 =	239 mm	L2 =	239 mm	L2 =	238 mm	L2 =	239 mm
L3 =	238 mm	L3 =	239 mm	L3 =	238 mm	L3 =	238 mm	L3 =	238 mm
L4 =	238 mm	L4 =	240 mm	L4 =	236 mm	L4 =	239 mm	L4 =	237 mm
A1 =	140 mm	A1 =	141 mm	A1 =	138 mm	A1 =	140 mm	A1 =	141 mm
A2 =	138 mm	A2 =	141 mm	A2 =	135 mm	A2 =	140 mm	A2 =	135 mm
A3 =	139 mm	A3 =	137 mm	A3 =	141 mm	A3 =	139 mm	A3 =	141 mm
A4 =	141 mm	A4 =	141 mm	A4 =	138 mm	A4 =	141 mm	A4 =	137 mm
h1 =	96 mm	h1 =	99 mm	h1 =	99 mm	h1 =	98 mm	h1 =	99 mm
h2 =	95 mm	h2 =	99 mm	h2 =	99 mm	h2 =	97 mm	h2 =	99 mm
h3 =	97 mm	h3 =	98 mm	h3 =	98 mm	h3 =	95 mm	h3 =	100 mm
h4 =	97 mm	h4 =	98 mm	h4 =	98 mm	h4 =	96 mm	h4 =	102 mm
h5 =	96 mm	h5 =	97 mm	h5 =	98 mm	h5 =	95 mm	h5 =	100 mm
h6 =	97 mm	h6 =	100 mm	h6 =	100 mm	h6 =	100 mm	h6 =	100 mm
h7 =	96 mm	h7 =	101 mm	h7 =	100 mm	h7 =	100 mm	h7 =	100 mm
h8 =	95 mm	h8 =	100 mm	h8 =	102 mm	h8 =	99 mm	h8 =	101 mm
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
L =	238,00 mm	L =	239,00 mm	L =	238,00 mm	L =	238,75 mm	L =	237,75 mm
A =	139,50 mm	A =	140,00 mm	A =	138,00 mm	A =	140,00 mm	A =	138,50 mm
h =	96,13 mm	h =	99,00 mm	h =	99,25 mm	h =	97,50 mm	h =	100,13 mm

Tabla 8

Resultados de ensayo Variación dimensional - Ladrillera Moquegua H-I (2/2)

M-6		M-7		M-8		M-9		M-10	
Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas	
L1 =	237 mm	L1 =	238 mm	L1 =	240 mm	L1 =	238 mm	L1 =	239 mm
L2 =	240 mm	L2 =	238 mm	L2 =	238 mm	L2 =	239 mm	L2 =	239 mm
L3 =	239 mm	L3 =	239 mm	L3 =	238 mm	L3 =	238 mm	L3 =	238 mm
L4 =	238 mm	L4 =	239 mm	L4 =	238 mm	L4 =	238 mm	L4 =	239 mm
A1 =	139 mm	A1 =	140 mm	A1 =	141 mm	A1 =	138 mm	A1 =	142 mm
A2 =	140 mm	A2 =	141 mm	A2 =	139 mm	A2 =	140 mm	A2 =	138 mm
A3 =	139 mm	A3 =	139 mm	A3 =	142 mm	A3 =	139 mm	A3 =	141 mm
A4 =	139 mm	A4 =	141 mm	A4 =	140 mm	A4 =	141 mm	A4 =	140 mm
h1 =	101 mm	h1 =	98 mm	h1 =	99 mm	h1 =	99 mm	h1 =	98 mm
h2 =	101 mm	h2 =	98 mm	h2 =	99 mm	h2 =	99 mm	h2 =	98 mm
h3 =	102 mm	h3 =	97 mm	h3 =	99 mm	h3 =	100 mm	h3 =	99 mm
h4 =	102 mm	h4 =	98 mm	h4 =	99 mm	h4 =	102 mm	h4 =	99 mm
h5 =	103 mm	h5 =	98 mm	h5 =	99 mm	h5 =	101 mm	h5 =	99 mm
h6 =	100 mm	h6 =	99 mm	h6 =	100 mm	h6 =	100 mm	h6 =	99 mm
h7 =	99 mm	h7 =	100 mm	h7 =	101 mm	h7 =	101 mm	h7 =	99 mm
h8 =	101 mm	h8 =	100 mm	h8 =	99 mm	h8 =	101 mm	h8 =	99 mm
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
L =	238,50 mm	L =	238,50 mm	L =	238,50 mm	L =	238,25 mm	L =	238,75 mm
A =	139,25 mm	A =	140,25 mm	A =	140,50 mm	A =	139,50 mm	A =	140,25 mm
h =	101,13 mm	h =	98,50 mm	h =	99,38 mm	h =	100,38 mm	h =	98,75 mm

Tabla 9

Resultados variación dimensional - L. Moquegua H-I

Medidas según fabricante	Promedio total	Variación dimensional
L = 240 mm	L = 238,40 mm	V%(L)= 0,67%
A = 140 mm	A = 139,58 mm	V%(A)= 0,30%
h = 100 mm	h = 99,01 mm	V%(h)= 0,99%

4.1.1.2. Ladrillera Diamante – Hércules 9.

Tabla 10

Resultados de ensayo Variación dimensional - Ladrillera Diamante H-9 1/2

D9-1		D9-2		D9-3		D9-4		D9-5	
Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas	
L1 =	237 mm	L1 =	238 mm	L1 =	236 mm	L1 =	238 mm	L1 =	237 mm
L2 =	238 mm	L2 =	237 mm	L2 =	236 mm	L2 =	237 mm	L2 =	236 mm
L3 =	236 mm	L3 =	238 mm	L3 =	236 mm	L3 =	237 mm	L3 =	238 mm
L4 =	236 mm	L4 =	237 mm	L4 =	236 mm	L4 =	237 mm	L4 =	238 mm
A1 =	138 mm	A1 =	139 mm	A1 =	139 mm	A1 =	139 mm	A1 =	139 mm
A2 =	139 mm	A2 =	138 mm	A2 =	139 mm	A2 =	139 mm	A2 =	138 mm
A3 =	138 mm	A3 =	140 mm	A3 =	139 mm	A3 =	138 mm	A3 =	140 mm
A4 =	139 mm	A4 =	139 mm	A4 =	138 mm	A4 =	139 mm	A4 =	140 mm
h1 =	100 mm	h1 =	100 mm	h1 =	99 mm	h1 =	101 mm	h1 =	99 mm
h2 =	100 mm	h2 =	101 mm	h2 =	100 mm	h2 =	100 mm	h2 =	101 mm
h3 =	99 mm	h3 =	99 mm	h3 =	99 mm	h3 =	98 mm	h3 =	99 mm
h4 =	99 mm	h4 =	101 mm	h4 =	99 mm	h4 =	99 mm	h4 =	100 mm
h5 =	100 mm	h5 =	100 mm	h5 =	99 mm	h5 =	100 mm	h5 =	99 mm
h6 =	99 mm	h6 =	99 mm	h6 =	99 mm	h6 =	99 mm	h6 =	99 mm
h7 =	99 mm	h7 =	100 mm	h7 =	99 mm	h7 =	101 mm	h7 =	99 mm
h8 =	100 mm	h8 =	100 mm	h8 =	99 mm	h8 =	100 mm	h8 =	100 mm
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
L =	236,75 mm	L =	237,50 mm	L =	236,00 mm	L =	237,25 mm	L =	237,25 mm
A =	138,50 mm	A =	139,00 mm	A =	138,75 mm	A =	138,75 mm	A =	139,25 mm
h =	99,50 mm	h =	100,00 mm	h =	99,13 mm	h =	99,75 mm	h =	99,50 mm

Tabla 11

Resultados de ensayo Variación dimensional - Ladrillera Diamante H-9 2/2

D9-6		D9-7		D9-8		D9-9		D9-10	
Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas	
L1 =	236 mm	L1 =	237 mm	L1 =	236 mm	L1 =	235 mm	L1 =	238 mm
L2 =	236 mm	L2 =	237 mm	L2 =	238 mm	L2 =	235 mm	L2 =	238 mm
L3 =	237 mm	L3 =	237 mm	L3 =	238 mm	L3 =	237 mm	L3 =	237 mm
L4 =	237 mm	L4 =	237 mm	L4 =	238 mm	L4 =	236 mm	L4 =	237 mm
A1 =	138 mm	A1 =	138 mm	A1 =	137 mm	A1 =	137 mm	A1 =	138 mm
A2 =	138 mm	A2 =	139 mm	A2 =	139 mm	A2 =	138 mm	A2 =	138 mm
A3 =	139 mm	A3 =	139 mm	A3 =	137 mm	A3 =	138 mm	A3 =	138 mm
A4 =	138 mm	A4 =	139 mm	A4 =	139 mm	A4 =	137 mm	A4 =	138 mm
h1 =	100 mm	h1 =	100 mm	h1 =	101 mm	h1 =	98 mm	h1 =	99 mm
h2 =	101 mm	h2 =	101 mm	h2 =	100 mm	h2 =	99 mm	h2 =	101 mm
h3 =	99 mm	h3 =	99 mm	h3 =	99 mm	h3 =	97 mm	h3 =	99 mm
h4 =	100 mm	h4 =	99 mm	h4 =	100 mm	h4 =	98 mm	h4 =	101 mm
h5 =	99 mm	h5 =	100 mm	h5 =	100 mm	h5 =	98 mm	h5 =	100 mm
h6 =	99 mm	h6 =	98 mm	h6 =	98 mm	h6 =	97 mm	h6 =	99 mm
h7 =	99 mm	h7 =	100 mm	h7 =	100 mm	h7 =	98 mm	h7 =	99 mm
h8 =	100 mm	h8 =	99 mm	h8 =	100 mm	h8 =	98 mm	h8 =	101 mm
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
L =	236,50 mm	L =	237,00 mm	L =	237,50 mm	L =	235,75 mm	L =	237,50 mm
A =	138,25 mm	A =	138,75 mm	A =	138,00 mm	A =	137,50 mm	A =	138,00 mm
h =	99,63 mm	h =	99,50 mm	h =	99,75 mm	h =	97,88 mm	h =	99,88 mm

Tabla 12

Resultado de variación dimensional - L. Diamante H-9

Medidas según fabricante	Promedio total	Variación dimensional
L = 240 mm	L = 239,63 mm	V%(L)= 0,16%
A = 140 mm	A = 141,93 mm	V%(A)= -1,38%
h = 100 mm	h = 89,86 mm	V%(h)= 0,15%

4.1.1.3. Ladrillera Diamante – Hércules 10.

Tabla 13

Resultados de ensayo Variación dimensional - Ladrillera Diamante H-10 (1/2)

D10-1		D10-2		D10-3		D10-4		D10-5	
Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas	
L1 =	239 mm	L1 =	240 mm	L1 =	239 mm	L1 =	240 mm	L1 =	240 mm
L2 =	239 mm	L2 =	239 mm	L2 =	239 mm	L2 =	241 mm	L2 =	240 mm
L3 =	238 mm	L3 =	240 mm	L3 =	241 mm	L3 =	240 mm	L3 =	240 mm
L4 =	240 mm	L4 =	240 mm	L4 =	241 mm	L4 =	240 mm	L4 =	241 mm
A1 =	142 mm	A1 =	143 mm	A1 =	141 mm	A1 =	142 mm	A1 =	142 mm
A2 =	141 mm	A2 =	143 mm	A2 =	142 mm	A2 =	143 mm	A2 =	141 mm
A3 =	143 mm	A3 =	142 mm	A3 =	143 mm	A3 =	142 mm	A3 =	142 mm
A4 =	143 mm	A4 =	142 mm	A4 =	143 mm	A4 =	142 mm	A4 =	141 mm
h1 =	90 mm	h1 =	90 mm	h1 =	91 mm	h1 =	91 mm	h1 =	91 mm
h2 =	90 mm	h2 =	90 mm	h2 =	90 mm	h2 =	90 mm	h2 =	91 mm
h3 =	89 mm	h3 =	89 mm	h3 =	89 mm	h3 =	89 mm	h3 =	89 mm
h4 =	91 mm	h4 =	91 mm	h4 =	90 mm	h4 =	90 mm	h4 =	90 mm
h5 =	90 mm	h5 =	89 mm	h5 =	91 mm	h5 =	90 mm	h5 =	89 mm
h6 =	89 mm	h6 =	89 mm	h6 =	89 mm	h6 =	89 mm	h6 =	90 mm
h7 =	91 mm	h7 =	89 mm	h7 =	90 mm	h7 =	91 mm	h7 =	90 mm
h8 =	89 mm	h8 =	90 mm	h8 =	89 mm	h8 =	89 mm	h8 =	90 mm
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
L =	239,00 mm	L =	239,75 mm	L =	240,00 mm	L =	240,25 mm	L =	240,25 mm
A =	142,25 mm	A =	142,50 mm	A =	142,25 mm	A =	142,25 mm	A =	141,50 mm
h =	89,88 mm	h =	89,63 mm	h =	89,88 mm	h =	89,88 mm	h =	90,00 mm

Tabla 14

Resultados de ensayo Variación dimensional - Ladrillera Diamante H-10 (2/2)

D10-6		D10-7		D10-8		D10-9		D10-10	
Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas		Medidas tomadas	
L1 =	240 mm	L1 =	239 mm	L1 =	240 mm	L1 =	239 mm	L1 =	239 mm
L2 =	239 mm	L2 =	239 mm	L2 =	239 mm	L2 =	239 mm	L2 =	241 mm
L3 =	239 mm	L3 =	239 mm	L3 =	240 mm	L3 =	240 mm	L3 =	240 mm
L4 =	238 mm	L4 =	239 mm	L4 =	239 mm	L4 =	241 mm	L4 =	239 mm
A1 =	142 mm	A1 =	142 mm	A1 =	141 mm	A1 =	141 mm	A1 =	142 mm
A2 =	141 mm	A2 =	143 mm	A2 =	142 mm	A2 =	141 mm	A2 =	142 mm
A3 =	142 mm	A3 =	141 mm	A3 =	141 mm	A3 =	141 mm	A3 =	142 mm
A4 =	141 mm	A4 =	144 mm	A4 =	142 mm	A4 =	141 mm	A4 =	142 mm
h1 =	90 mm	h1 =	91 mm	h1 =	90 mm	h1 =	91 mm	h1 =	90 mm
h2 =	90 mm	h2 =	90 mm	h2 =	90 mm	h2 =	91 mm	h2 =	91 mm
h3 =	89 mm	h3 =	89 mm	h3 =	89 mm	h3 =	89 mm	h3 =	89 mm
h4 =	89 mm	h4 =	89 mm	h4 =	90 mm	h4 =	90 mm	h4 =	90 mm
h5 =	90 mm	h5 =	89 mm	h5 =	90 mm	h5 =	91 mm	h5 =	90 mm
h6 =	89 mm	h6 =	90 mm	h6 =	89 mm	h6 =	90 mm	h6 =	89 mm
h7 =	90 mm	h7 =	89 mm	h7 =	90 mm	h7 =	91 mm	h7 =	90 mm
h8 =	91 mm	h8 =	90 mm	h8 =	90 mm	h8 =	90 mm	h8 =	90 mm
Promedio		Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
L =	239,00 mm	L =	239,00 mm	L =	239,50 mm	L =	239,75 mm	L =	239,75 mm
A =	141,50 mm	A =	142,50 mm	A =	141,50 mm	A =	141,00 mm	A =	142,00 mm
h =	89,75 mm	h =	89,63 mm	h =	89,75 mm	h =	90,38 mm	h =	89,88 mm

Tabla 15

Resultado de variación dimensional - L. Diamante H-10

Medidas según fabricante	Promedio total L. Moquegua	Variación dimensional
L = 236,90 mm	L = 240 mm	V%(L)= 1,29%
A = 138,48 mm	A = 140 mm	V%(A)= 1,09%
h = 99,45 mm	h = 100 mm	V%(h)= 0,55%

4.1.2. Ensayo de alabeo.

Se realizaron las medidas a diez unidades de cada tipo de ladrillo teniendo los siguientes resultados:

4.1.2.1. Ladrillera Moquegua – Hércules I.

Tabla 16

Resultado ensayo Alabeo - L. Moquegua H-I

Muestra	Capa superior		Capa inferior	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	1,5		1	
M-02	1,5		1,5	
M-03	1,5		1	
M-04	1,5		1,5	
M-05	1,5		1	
M-06	0	1,5	2,5	
M-07	1,5		0,5	
M-08	2,5		1	
M-09	1,5		1	
M-10	1,5		1	
Promedio	1,45	1,5	1,2	0
	Cóncavo	1,45 mm		
	Convexo	1,50 mm		

4.1.2.2. Ladrillera Diamante – Hércules 9.

Tabla 17

Resultado ensayo Alabeo - L. Diamante H-9

Muestra	Capa superior		Capa inferior	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
D9-01	2		1	
D9-02	2,5		1	
D9-03	2		1	
D9-04	2,5		0,5	
D9-05	1,5		0	
D9-06	2		1	
D9-07	2		1	
D9-08	2		1	
D9-09	2,5		0,5	
D9-10	1,5		0,5	
Promedio	2,05	0	0,75	0
	Cóncavo	2,05 mm		
	Convexo	0,00 mm		

4.1.2.3. Ladrillera Diamante – Hércules 10.

Tabla 18

Resultado ensayo Alabeo - L. Diamante H-10

Muestra	Capa superior		Capa inferior	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
D10-01	1,5		1	
D10-02	2		0,5	
D10-03	1,5		0,5	
D10-04	1,5		0,5	
D10-05	2		0,5	
D10-06	1		0,5	
D10-07	1		0,5	
D10-08	2		0,5	
D10-09	2		0,5	
D10-10	1,5		0,5	
Promedio	1,6	0	0,55	0
	Cóncavo	1,6 mm		
	Convexo	0,00 mm		

4.1.3. Ensayo de absorción.

Para este ensayo se utilizaron cinco mitades de cada tipo de unidad de albañilería, teniendo como resultado lo siguiente:

4.1.3.1. Ladrillera Moquegua – Hércules I.

Tabla 19

Resultado ensayo de absorción - L. Moquegua H-I

Muestra	Wd (seco)	Ws (saturado)	Absorción
M1	1570,2 g	1814,5 g	15,6%
M2	1465,0 g	1691,9 g	15,5%
M3	1527,5 g	1758,5 g	15,1%
M4	1551,5 g	1793,6 g	15,6%
M5	1514,2 g	1745,6 g	15,3%
Promedio:			15,4%

4.1.3.2. Ladrillera Diamante – Hércules 9.

Tabla 20

Resultado ensayo de absorción - L. Diamante H-9

Muestra	Wd (seco)	Ws (saturado)	Absorción
D1	1425,9 g	1664,5 g	16,7%
D2	1434,7 g	1680,0 g	17,1%
D3	1398,8 g	1639,1 g	17,2%
D4	1416,3 g	1651,7 g	16,6%
D5	1446,1 g	1685,4 g	16,5%
Promedio:			16,8%

4.1.3.3. Ladrillera Diamante – Hércules 10.

Tabla 21

Resultado ensayo de absorción - L. Diamante H-10

Muestra	Wd (seco)	Ws (saturado)	Absorción
L1	1514,0 g	1782,0 g	17,7%
L2	1475,0 g	1734,0 g	17,6%
L3	1416,1 g	1671,7 g	18,0%
L4	1522,8 g	1796,7 g	18,0%
L5	1487,4 g	1752,0 g	17,8%
Promedio:			17,8%

4.1.4. Ensayo de resistencia a la compresión.

Para este ensayo se utilizaron cinco mitades de cada tipo de unidad de albañilería, teniendo como resultado lo siguiente:

4.1.4.1. Ladrillera Moquegua – Hércules I.

Tabla 22

Resultado ensayo de compresión - L. Moquegua H-I

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	F. Compresión (Kg)	f 'b (Kg/cm ²)
M1	124	139	14580	84,6
M2	122	140	15570	91,2
M3	123	139	21890	128,0
M4	124	139	16040	93,1
M5	125	141	17240	97,8
Promedio:				98,9

4.1.4.2. Ladrillera Diamante – Hércules 9.

Tabla 23

Resultado ensayo de compresión - L. Diamante H-9

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	F. Compresión (Kg)	f 'b (Kg/cm ²)
D9-1	127	142	20800	115,3
D9-2	126	142	15520	86,7
D9-3	129	142	14850	81,1
D9-4	128	141	17700	98,1
D9-5	125	142	12260	69,1
Promedio:				90,1

4.1.4.3. Ladrillera Diamante – Hércules 10.

Tabla 24

Resultado ensayo de compresión - L. Diamante H-10

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	F. Compresión (Kg)	f 'b (Kg/cm ²)
D10-1	120	137	20790	126,5
D10-2	123	138	17860	105,2
D10-3	122	138	18560	110,2
D10-4	120	138	21320	128,7
D10-5	123	137	19400	115,1
Promedio:				117,2

4.1.5. Ensayo de resistencia compresión de prismas.

Para esta prueba se ensayaron de cada tipo de ladrillo, tres pilas de tres unidades cada una, obteniendo los siguientes resultados.

4.1.5.1. Ladrillera Moquegua – Hércules I.

Tabla 25

Resultados ensayo compresión de pilas - L. Moquegua H-I

M-01		M-02		M-03	
Medidas de la pila		Medidas de la pila		Medidas de la pila	
L1	239 mm	L1	239 mm	L1	240 mm
L2	239 mm	L2	240 mm	L2	241 mm
L3	237 mm	L3	238 mm	L3	237 mm
L4	237 mm	L4	238 mm	L4	238 mm
A1	141 mm	A1	139 mm	A1	138 mm
A2	138 mm	A2	138 mm	A2	140 mm
A3	139 mm	A3	140 mm	A3	139 mm
A4	140 mm	A4	139 mm	A4	139 mm
h1	319 mm	h1	322 mm	h1	326 mm
h2	319 mm	h2	323 mm	h2	328 mm
h3	320 mm	h3	322 mm	h3	327 mm
h4	320 mm	h4	323 mm	h4	327 mm
Promedio de medidas		Promedio de medidas		Promedio de medidas	
L =	238 mm	L =	238,75 mm	L =	239 mm
A =	139,5 mm	A =	139 mm	A =	139 mm
h =	319,5 mm	h =	322,5 mm	h =	327 mm
Área Neta: 332,01 cm ²		Área Neta: 331,86 cm ²		Área Neta: 332,21 cm ²	
P = 29820 Kg		P = 29820 Kg		P = 26520 Kg	
P/A = 89,817 Kg/cm ²		P/A = 89,856 Kg/cm ²		P/A = 79,829 Kg/cm ²	
hp/tp = 1,706		hp/tp = 1,718		hp/tp = 1,719	
factor = 0,623		factor = 0,627		factor = 0,628	
f 'm = 55,930 Kg/cm ²		f 'm = 56,334 Kg/cm ²		f 'm = 50,100 Kg/cm ²	
f 'm (promedio) = 54,12 Kg/cm ²					

4.1.5.2. Ladrillera Diamante – Hércules 9.

Tabla 26
Resultados ensayo compresión de pilas - L. Diamante H-9

D9-01		D9-02		D9-03	
Medidas de la pila		Medidas de la pila		Medidas de la pila	
L1	238 mm	L1	240 mm	L1	241 mm
L2	239 mm	L2	239 mm	L2	240 mm
L3	240 mm	L3	239 mm	L3	239 mm
L4	240 mm	L4	240 mm	L4	240 mm
A1	141 mm	A1	140 mm	A1	143 mm
A2	141 mm	A2	145 mm	A2	142 mm
A3	141 mm	A3	143 mm	A3	141 mm
A4	143 mm	A4	140 mm	A4	142 mm
h1	294 mm	h1	291 mm	h1	295 mm
h2	295 mm	h2	293 mm	h2	294 mm
h3	295 mm	h3	293 mm	h3	295 mm
h4	295 mm	h4	293 mm	h4	293 mm
Promedio de medidas		Promedio de medidas		Promedio de medidas	
L =	239,25 mm	L =	239,50 mm	L =	240,00 mm
A =	141,50 mm	A =	142,00 mm	A =	142,00 mm
h =	294,75 mm	h =	292,50 mm	h =	294,25 mm
Área Neta: 338,53 cm ²		Área Neta: 340,09 cm ²		Área Neta: 340,80 cm ²	
P = 28360 Kg		P = 19590 Kg		P = 30620 Kg	
P/A = 83,772 Kg/cm ²		P/A = 57,602 Kg/cm ²		P/A = 89,847 Kg/cm ²	
hp/tp = 1,691		hp/tp = 1,687		hp/tp = 1,690	
factor = 0,617		factor = 0,616		factor = 0,617	
f 'm = 51,699 Kg/cm ²		f 'm = 35,461 Kg/cm ²		f 'm = 55,427 Kg/cm ²	
f'm (promedio) = 47,53 Kg/cm ²					

4.1.5.3. Ladrillera Diamante – Hércules 10.

Tabla 27

Resultados ensayo compresión de pilas - L. Diamante H-10

D10-01		D10-02		D10-03	
Medidas de la pila		Medidas de la pila		Medidas de la pila	
L1	236 mm	L1	237 mm	L1	238 mm
L2	237 mm	L2	237 mm	L2	237 mm
L3	238 mm	L3	237 mm	L3	237 mm
L4	237 mm	L4	238 mm	L4	238 mm
A1	138 mm	A1	138 mm	A1	139 mm
A2	138 mm	A2	138 mm	A2	139 mm
A3	138 mm	A3	138 mm	A3	137 mm
A4	138 mm	A4	139 mm	A4	138 mm
h1	324 mm	h1	324 mm	h1	324 mm
h2	325 mm	h2	326 mm	h2	324 mm
h3	325 mm	h3	324 mm	h3	325 mm
h4	325 mm	h4	325 mm	h4	323 mm
Promedio de medidas		Promedio de medidas		Promedio de medidas	
L =	237,00 mm	L =	237,25 mm	L =	237,5 mm
A =	138,00 mm	A =	138,25 mm	A =	138,25 mm
h =	324,75 mm	h =	324,75 mm	h =	324,00 mm
Área Neta: 327,06 cm ²		Área Neta: 327,00 cm ²		Área Neta: 328,34 cm ²	
P = 26510 Kg		P = 26870 Kg		P = 25160 Kg	
P/A = 81,055 Kg/cm ²		P/A = 81,921 Kg/cm ²		P/A = 76,627 Kg/cm ²	
hp/tp = 1,717		hp/tp = 1,716		hp/tp = 1,718	
factor = 0,627		factor = 0,626		factor = 0,627	
f 'm = 50,809 Kg/cm ²		f 'm = 51,313 Kg/cm ²		f 'm = 48,048 Kg/cm ²	
f'm (promedio) = 50,06 Kg/cm ²					

4.1.6. Ensayo de Módulo de rotura.

4.1.6.1. Ladrillera Moquegua – Hércules I.

Tabla 28

Resultados de ensayo módulo de rotura - L. Moquegua H-I

M-01		M-02		M-03		M-04		M-05	
Medidas de la unidad a ensayar		Medidas de la unidad a ensayar		Medidas de la unidad a ensayar		Medidas de la unidad a ensayar		Medidas de la unidad a ensayar	
L1	238 mm	L1	236 mm	L1	239 mm	L1	238 mm	L1	239 mm
L2	237 mm	L2	239 mm	L2	240 mm	L2	238 mm	L2	239 mm
L3	239 mm	L3	238 mm	L3	239 mm	L3	238 mm	L3	237 mm
L4	238 mm	L4	238 mm	L4	239 mm	L4	237 mm	L4	239 mm
W1	141 mm	W1	142 mm	W1	139 mm	W1	141 mm	W1	142 mm
W2	141 mm	W2	141 mm	W2	139 mm	W2	141 mm	W2	140 mm
W3	139 mm	W3	140 mm	W3	141 mm	W3	139 mm	W3	135 mm
W4	139 mm	W4	139 mm	W4	139 mm	W4	140 mm	W4	139 mm
h1	98 mm	h1	100 mm	h1	102 mm	h1	96 mm	h1	100 mm
h2	99 mm	h2	99 mm	h2	101 mm	h2	95 mm	h2	98 mm
h3	99 mm	h3	100 mm	h3	100 mm	h3	97 mm	h3	95 mm
h4	99 mm	h4	100 mm	h4	101 mm	h4	96 mm	h4	96 mm
Promedio de medidas		Promedio de medidas		Promedio de medidas		Promedio de medidas		Promedio de medidas	
L =	238,00 mm	L =	237,75 mm	L =	239,25 mm	L =	237,75 mm	L =	238,50 mm
W =	140,00 mm	W =	140,50 mm	W =	139,50 mm	W =	140,25 mm	W =	139,00 mm
h =	98,75 mm	h =	99,75 mm	h =	101,00 mm	h =	96,00 mm	h =	97,25 mm
Resultados		Resultados		Resultados		Resultados		Resultados	
P =	520,00 Kg	P =	600,00 Kg	P =	590,00 Kg	P =	600,00 Kg	P =	560,00 Kg
L =	212,00 mm	L =	211,75 mm	L =	213,25 mm	L =	211,75 mm	L =	212,50 mm
ft b =	12,11 Kg/cm ²	ft b =	13,63 Kg/cm ²	ft b =	13,26 Kg/cm ²	ft b =	14,74 Kg/cm ²	ft b =	13,58 Kg/cm ²

4.1.6.2. Ladrillera Diamante – Hércules 9.

Tabla 29

Resultados de ensayo módulo de rotura - L. Diamante H-9

D9-01		D9-02		D9-03		D9-04		D9-05	
Medidas de la unidad a ensayar		Medidas de la unidad a ensayar		Medidas de la unidad a ensayar		Medidas de la unidad a ensayar		Medidas de la unidad a ensayar	
L1	240 mm	L1	240 mm	L1	240 mm	L1	239 mm	L1	240 mm
L2	239 mm	L2	240 mm	L2	238 mm	L2	239 mm	L2	240 mm
L3	240 mm	L3	238 mm	L3	239 mm	L3	241 mm	L3	239 mm
L4	239 mm	L4	238 mm	L4	239 mm	L4	240 mm	L4	240 mm
W1	143 mm	W1	143 mm	W1	141 mm	W1	141 mm	W1	141 mm
W2	142 mm	W2	143 mm	W2	140 mm	W2	141 mm	W2	141 mm
W3	143 mm	W3	141 mm	W3	142 mm	W3	142 mm	W3	142 mm
W4	143 mm	W4	141 mm	W4	142 mm	W4	141 mm	W4	142 mm
h1	89 mm	h1	89 mm	h1	89 mm	h1	89 mm	h1	90 mm
h2	90 mm	h2	90 mm	h2	91 mm	h2	90 mm	h2	91 mm
h3	89 mm	h3	90 mm	h3	89 mm	h3	89 mm	h3	90 mm
h4	91 mm	h4	91 mm	h4	90 mm	h4	90 mm	h4	90 mm
Promedio de medidas		Promedio de medidas		Promedio de medidas		Promedio de medidas		Promedio de medidas	
L =	239,50 mm	L =	239,00 mm	L =	239,00 mm	L =	239,75 mm	L =	239,75 mm
A =	142,75 mm	A =	142,00 mm	A =	141,25 mm	A =	141,25 mm	A =	141,50 mm
h =	89,75 mm	h =	90,00 mm	h =	89,75 mm	h =	89,50 mm	h =	90,25 mm
Resultados		Resultados		Resultados		Resultados		Resultados	
P =	390,00 Kg	P =	370,00 Kg	P =	370,00 Kg	P =	400,00 Kg	P =	410,00 Kg
L =	213,50 mm	L =	213,00 mm	L =	213,00 mm	L =	213,75 mm	L =	213,75 mm
ftb =	10,86 Kg/cm ²	ftb =	10,28 Kg/cm ²	ftb =	10,39 Kg/cm ²	ftb =	11,34 Kg/cm ²	ftb =	11,41 Kg/cm ²

4.1.6.3. Ladrillera Diamante – Hércules 10.

Tabla 30

Resultados de ensayo módulo de rotura - L. Diamante H-10

D10-01		D10-02		D10-03		D10-04		D10-05	
Medidas de la unidad a ensayar		Medidas de la unidad a ensayar		Medidas de la unidad a ensayar		Medidas de la unidad a ensayar		Medidas de la unidad a ensayar	
L1	238 mm	L1	236 mm	L1	237 mm	L1	237 mm	L1	237 mm
L2	239 mm	L2	236 mm	L2	237 mm	L2	236 mm	L2	236 mm
L3	238 mm	L3	238 mm	L3	238 mm	L3	237 mm	L3	237 mm
L4	237 mm	L4	237 mm	L4	238 mm	L4	237 mm	L4	237 mm
W1	141 mm	W1	139 mm	W1	139 mm	W1	139 mm	W1	138 mm
W2	140 mm	W2	139 mm	W2	140 mm	W2	139 mm	W2	138 mm
W3	139 mm	W3	138 mm	W3	138 mm	W3	138 mm	W3	138 mm
W4	139 mm	W4	138 mm	W4	138 mm	W4	138 mm	W4	137 mm
h1	99 mm	h1	98 mm	h1	99 mm	h1	99 mm	h1	99 mm
h2	100 mm	h2	100 mm	h2	101 mm	h2	100 mm	h2	100 mm
h3	99 mm	h3	99 mm	h3	100 mm	h3	99 mm	h3	100 mm
h4	100 mm	h4	99 mm	h4	101 mm	h4	101 mm	h4	101 mm
Promedio de medidas		Promedio de medidas		Promedio de medidas		Promedio de medidas		Promedio de medidas	
L =	238,00 mm	L =	236,75 mm	L =	237,50 mm	L =	236,75 mm	L =	236,75 mm
A =	139,75 mm	A =	138,50 mm	A =	138,75 mm	A =	138,50 mm	A =	137,75 mm
h =	99,50 mm	h =	99,00 mm	h =	100,25 mm	h =	99,75 mm	h =	100,00 mm
Resultados		Resultados		Resultados		Resultados		Resultados	
P =	470,00 Kg	P =	490,00 Kg	P =	600,00 Kg	P =	540,00 Kg	P =	470,00 Kg
L =	212,00 mm	L =	210,75 mm	L =	211,50 mm	L =	210,75 mm	L =	210,75 mm
ftb =	10,80 Kg/cm ²	ftb =	11,41 Kg/cm ²	ftb =	13,65 Kg/cm ²	ftb =	12,39 Kg/cm ²	ftb =	10,79 Kg/cm ²

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Ensayos de variación dimensional, alabeo y resistencia a la compresión.

En base al resultado de estos tres ensayos podemos clasificar las unidades de albañilería estudiadas utilizando la tabla N° 3 del presente documento: “Clase de unidad de albañilería para fines estructurales”. Así, entonces, ordenamos los resultados obtenidos de los ensayos y los comparamos en la Tabla 31.

Tabla 31

Análisis de resultados para determinar el tipo de unidad de albañilería

Unidad de albañilería	Variación dimensional			Alabeo (mm)	f 'b (Kg/cm ²)	Clasificación
	V(h) %	V(L) %	V(A) %			
Moquegua H-I	0,99	0,67	0,3	1,5	98,93	Tipo III
Diamante H-9	0,15	0,16	-1,38	2,1	90,06	Tipo II
Diamante H-10	0,55	1,29	1,09	1,6	117,16	Tipo III
Valores para ladrillo Tipo V	± 3	± 2	± 1	≤ 2	≥ 180	

Nota: Referencia, tabla 3.

Como se puede apreciar, cada unidad de albañilería estudiada estuvo cerca de clasificar al ladrillo tipo V según los ensayos de variación dimensional y alabeo, en comparación con los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión, en el que se encuentran lejos de clasificar al tipo de ladrillo ya mencionado.

Debido a la baja resistencia a la compresión obtenida por las muestras estudiadas, es que ladrillera Moquegua con su ladrillo Hércules I y ladrillera Diamante con su ladrillo Hércules 10, apenas alcanzaron la categoría de Ladrillo tipo III y en una

categoría inferior, el ladrillo Hércules 9 de ladrillera El Diamante sólo clasificó como un Ladrillo tipo II.

4.2.2. Ensayo de absorción.

Para interpretar el resultado de este ensayo nos apoyaremos en lo que indica el MVCS (2006) en el RNE (norma E.070) en el punto “5.5. Aceptación de la unidad” inciso b) que indica que las unidades de arcilla no deberán superar el 22% de absorción.

Tabla 32
Análisis de resultados del ensayo de absorción

Unidad de albañilería	Absorción según ensayo	Absorción máxima aceptada por E.070	Condición
Moquegua H-I	15,4%	22%	Aceptada
Diamante H-9	17,8%	22%	Aceptada
Diamante H-10	17,8%	22%	Aceptada

Como podemos apreciar en la Tabla 32 ninguna de las muestras estudiadas superó el porcentaje máximo aceptado por la norma.

4.2.3. Ensayo de compresión de prismas.

El MVCS (2006) en el RNE (norma E.070) en su “Tabla N°9 Resistencias características de la albañilería” nos indica que para una unidad de arcilla King Kong industrial podemos usar un f_m (resistencia en compresión de albañilería) de 65 Kg/cm² en el caso de que no hayamos hecho ensayos de prismas. Asumiremos entonces esta cifra como aceptable ya que lo recomienda la norma.

Tabla 33*Análisis de resultados del ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería*

Unidad de albañilería	f 'm (kg/cm ²)	Norma E.070 f 'm (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad E _m	Módulo de corte de la albañilería G _m
Moquegua H-I	54,12		27060	10824
Diamante H-9	47,53	65	23765	9506
Diamante H-10	50,06		25030	10012

Vemos entonces que la resistencia a la compresión obtenida en los ensayos queda por debajo de la cantidad indicada en la norma, lo cual conlleva a variar los datos que se deberían usar en el aspecto técnico de la albañilería al momento de hacer los diseños respectivos. Para el módulo de elasticidad, tenemos los datos indicados en la tabla, los que obtuvieron con la formula $E_m = 500 * f'm$, así como también los del módulo de corte de la albañilería cuya formula es $G_m = 0,4 * E_m$.

4.2.4. Ensayo de módulo de rotura.

De acuerdo a la “Tabla N° 5 valores mínimos de ruptura”, las unidades de tipo V deben alcanzar al menos 10,2 Kg/cm² de módulo de ruptura.

Tabla 34*Análisis de resultados de ensayo de módulo de rotura*

Unidad de albañilería	ftb (Kg/cm ²)	Valor mínimo de ruptura para ladrillo Tipo V(*) (Kg/cm ²)	Condición
Moquegua H-I	13,47	10,2	Aceptada
Diamante H-9	10,85	10,2	Aceptada
Diamante H-10	11,81	10,2	Aceptada

Como se aprecia en el cuadro, todas las unidades ensayadas superan el mínimo aproximado que sugiere INDECOPI (1978) en la NTP 331.017.

4.3. Contrastación de hipótesis

Para contrastar la hipótesis se utilizó la prueba de Chi Cuadrada para evaluar hipótesis de la relación entre dos variables categóricas con escala ordinal.

Hipótesis Nula: Las propiedades de las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019 no son aptas para su utilización.

Hipótesis alterna: Las propiedades de las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019 son aptas para su utilización.

Se evaluarán 4 factores en el Programa SPSS a fin de poder determinar su grado de aceptación o de rechazo en ambas hipótesis planteadas.

Los factores a evaluar son:

- La Variación Dimensional.
- El Alabeo.
- Resistencia a la Comprensión.
- Resistencia a la compresión de Prismas.

Se evaluaron los datos resúmenes de la Tabla 9, Tabla 16, Tabla 22 y Tabla 33, en comparación a la Tabla 3 y lo recomendado por el MVCS (2006) en el RNE (norma E.070) para la resistencia de prismas; estos últimos datos se usaron para evaluar las restricciones que existen.

Se ingresaron los datos al SPSS, para la realización de cálculos estadísticos.

4.3.1. Muestra analizada: Ladrillera Moquegua H-10.

Para la analizar esta ladrillera se ingresaron los siguientes datos que corresponden al resumen de los resultados de los ensayos de variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión y compresión de prismas.

	Dimensión	Alabeo	Compresion	Prismas	var	var	va
1	,67	1,45	98,90	54,12			
2	,30	1,50	98,90	54,12			
3	,99	1,45	98,90	54,12			
4	-	-	-	-			
5	-	-	-	-			
6	-	-	-	-			

Figura 6. Datos Ingresados al Programa SPSS para la contratación de Hipótesis Muestra: Ladrillera Moquegua – Ladrillo Hércules 10

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Dimension	Numérico	8	2	Variacion dimensional	{-8,00, Ladr...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
2	Alabeo	Numérico	8	2	Alabeo	{2,00, Ladrill...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
3	Compresion	Numérico	8	2	Resistencia Compresio...	{50,00, Ladr...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
4	Prismas	Numérico	8	2	Compresion de Prismas	{6,12, l,...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
5											
6											
7											
8											
9											
10											

Figura 7. Restricciones Ingresadas al Programa SPSS para la contratación de Hipótesis Muestra: Ladrillera Moquegua – Ladrillo Hércules 10

Los datos generados por el programa SPSS, se muestran en la Tabla 35:

Tabla 35*Estadísticas para una muestra. Ladrillera Moquegua – Ladrillo Hércules 10*

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Variación dimensional	3	0,6533	0,3453	0,19936
Alabeo	3	1,4667	0,02887	0,01667
Resistencia Compresión	3	98,9	0,00000 ^a	0,00000
Compresión de prismas	3	54,12	0,00000 ^a	0,00000

Tabla 36*Prueba para una muestra. Ladrillera Moquegua – Ladrillo Hércules 10*

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Variación dimensional	3,277	2	0,082	0,65333	-0,2044	1,5111
Alabeo	88,00	2	< 0,001	1,46667	1,395	1,5384

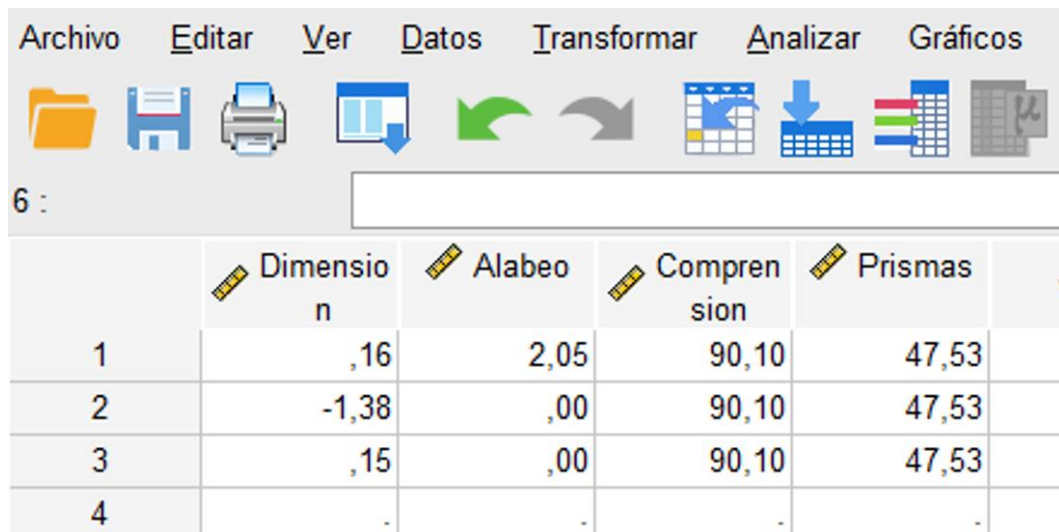
Interpretación:

Según Tabla 36, “Prueba para una muestra” de una muestra con Pruebas de Chi Cuadrado se observa que la significación asintótica (bilateral es $0,082 > 0,05$; por tanto, NO se rechaza la H_0 . Las propiedades de las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019 no son aptas para su utilización.

Y se rechaza la H_a . Las propiedades de las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019 son aptas para su utilización debido a mala dosificación de materiales.

4.3.2. Muestra analizada: Ladrillera Diamante H-9.

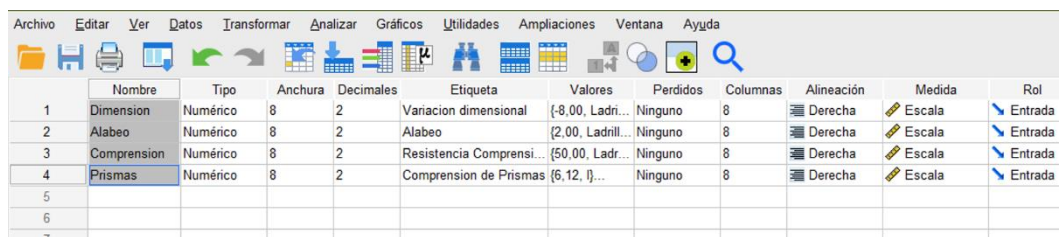
Para la analizar esta ladrillera se ingresaron los siguientes datos que corresponden al resumen de los resultados de los ensayos de variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión y compresión de prismas.



6 :

	Dimensio n	Alabeo	Compren sion	Prismas
1	,16	2,05	90,10	47,53
2	-1,38	,00	90,10	47,53
3	,15	,00	90,10	47,53
4	-	-	-	-

Figura 8. Datos Ingresados al Programa SPSS para la contratación de Hipótesis Muestra: Ladrillera Diamante – Ladrillo Hércules 9



	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Dimension	N Numérico	8	2	Variacion dimensional	{-8,00, Ladr...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
2	Alabeo	N Numérico	8	2	Alabeo	{2,00, Ladrill...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
3	Compresion	N Numérico	8	2	Resistencia Comprensi...	{50,00, Ladr...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
4	Prismas	N Numérico	8	2	Compresion de Prismas	{6,12, l}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
5											
6											
7											

Figura 9. Restricciones ingresadas al programa SPSS para la contratación de hipótesis muestra: Ladrillera Diamante – Ladrillo Hércules 9

Los datos generados del Programa SPSS, se muestran en la tabla 37.

Tabla 37*Estadísticas para una muestra (L. Diamante – H-9)*

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Variación dimensional	3	-0,3567	0,88625	0,51167
Alabeo	3	0,6833	1,18357	0,68333
Resistencia Compresión	3	90,1	0,00000a	0,00000
Compresión de prismas	3	57,53	0,00000a	0,00000

Tabla 38*Prueba para una muestra (L. Diamante – H-9)*

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Variación dimensional	-0,7	2	0,558	-0,35667	-2,5582	1,8449
Alabeo	1,00	2	0,423	0,6833	-2,2568	3,6235

Interpretación:

Según Tabla 38, Tamaños de Efecto de una muestra con Pruebas de Chi Cuadrado se observa que la significación asintótica (bilateral es 0,558 y 0,423 > 0,05); no se rechaza la Ho. Las propiedades de las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019 no son aptas para su utilización.

Y se rechaza la Ha. Las propiedades de las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019 son aptas para su utilización.

4.3.3. Muestra analizada: Ladrillera Diamante H-10.

Para la analizar esta ladrillera se ingresaron los siguientes datos que corresponden al resumen de los resultados de los ensayos de variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión y compresión de prismas.

	Dimensión	Alabeo	Compresion	Prismas	var
1	1,29	1,06	117,20	50,06	
2	1,09	,00	117,20	50,06	
3	,55	,00	117,20	50,06	
4	-	-	-	-	
5					

Figura 10. Datos ingresados al programa SPSS para la contratación de hipótesis muestra: Ladrillera Diamante – Ladrillo Hércules 10

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Dimension	N Numérico	8	2	Variacion dimensional	{-8,00, Ladrill...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
2	Alabeo	N Numérico	8	2	Alabeo	{2,00, Ladrill...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
3	Compresion	N Numérico	8	2	Resistencia Compresión	{50,00, Ladrill...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
4	Prismas	N Numérico	8	2	Compresion de Prismas	{6,12, l}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
5											
6											
7											
-											

Figura 11. Restricciones ingresadas al programa SPSS para la contratación de hipótesis muestra: Ladrillera Diamante – Ladrillo Hércules 10

Los datos generados del Programa SPSS, se muestran en la tabla 39.

Tabla 39

Estadísticas para una muestra (L. Diamante – H-10)

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Variación dimensional	3	0,9767	0,3828	0,22101
Alabeo	3	0,3533	0,61199	0,35333
Resistencia Compresión	3	117,2	0,00000a	0,00000
Compresión de prismas	3	50,06	0,00000a	0,00000

Tabla 40
Prueba para una muestra (L. Diamante – H-10)

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Variación dimensional	-425,43	2	<0,001	-94,0233	-94,9743	-93,0724
Alabeo	-267,87	2	<0,001	-94,64667	-961,669	-93,1264

Interpretación:

Según Tabla 40, Tamaños de Efecto de una muestra con Pruebas de Chi Cuadrado se observa que la significación asintótica (bilateral es $0,01 > 0,05$); se rechaza la H_0 . Las propiedades de las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019 no son aptas para su utilización.

Y no se rechaza la H_a . Las propiedades de las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua, 2019 son aptas para su utilización.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Primera. Se logró identificar satisfactoriamente las propiedades de las unidades de albañilería de arcilla que se comercializan en Moquegua 2019.

Segunda. Se estudiaron y determinaron las propiedades físicas y mecánicas de tres tipos de unidades de albañilería estructural que se comercializan en Moquegua, tras la realización de los siguientes ensayos en el laboratorio: alabeo, variación dimensional, resistencia a la compresión, absorción, resistencia a la compresión de prismas de albañilería, esfuerzo admisible en tracción por flexión de la unidad de albañilería.

Tercera. De acuerdo a la clasificación que se aprecia en la Tabla 3 de esta investigación; las unidades de albañilería estudiada no se encuentran en la clasificación adecuada, tal como se aprecia en la interpretación de resultados Tabla 31. La degradación del tipo de ladrillo se debe primordialmente a los bajos resultados que se obtuvieron en el ensayo de resistencia a la compresión.

Cuarta. Utilizando el programa estadístico SPSS se evaluó el nivel significancia que existe entre los ensayos realizados, obteniéndose como resultado que: L. Moquegua – H-10 no es apta para su utilización, L. Diamante – H-9 no es apta para su utilización y L. Diamante – H-10 es apta para su utilización.

5.2. Recomendaciones

Primera. Se recomienda a todo profesional o estudiante tener en cuenta los resultados de esta investigación para los cálculos y diseño de muros de albañilería que se vayan a desarrollar en la ciudad de Moquegua.

Segunda. Se recomienda, en lo posterior, se añadan nuevas unidades de albañilería estructural a estudios similares a este proyecto, cuando el mercado y empresas ladrilleras inserten nuevas unidades estructurales.

Tercera. Se recomienda realizar este tipo de investigación periódicamente a las unidades de albañilería para así poder verificar posibles correcciones, fallas que permanezcan o en el mejor de los casos dar conformidad de que el producto cuenta con la calidad y exigencias que la norma requiere.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arbildo, B. y Rojas, 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.* (Tesis de pregrado). Universidad Privada de Tacna. Tacna, Perú.
- Cabezas E., Andrade D., Torres J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica.* Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>
- Camara, M. (2015). *Estudio de las unidades de arcilla calcinada semi industrial caso ladrillería choque y aplicación en el diseño de un edificio de 4 pisos.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú.
- Cementos I. (s.f.). *Inka.* Recuperado de www.cementosinka.com.pe
- Fernández, L., Marín, F., Varela, J. y Vargas, G. (2009). Determinación de la resistencia a compresión diagonal y el módulo de cortante de la mampostería de bloques huecos de concreto. *Ingeniería Revista Académica de la Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Yucatán*, 23(02), 41-50.
- Gallegos, H. y Casabonne, C. (2005). *Albañilería Estructural.* Lima: Fondo Editorial.

- Hernández R., Fernández C., Baptista P. (2014). *Metodología de investigación Sexta Edición*. México D.F: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Instituto Nacional de Calidad (2017). *NTP 399.613 Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería*. Lima, Perú: INACAL.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (1978). *NTP 331.017 Unidades de albañilería. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos*. Lima, Perú: INACAL.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (2013). *NTP 399.605 Unidades de albañilería. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería*. Lima, Perú: INDECOPI.
- Ladrillera M. (s.f.). *Ladrillera Mecanizada*. Recuperado de www.ladrillramecanizada.com
- Lulichac, F. (2015). *Determinación de las propiedades físico - mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de Cajamarca*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú.
- Mamani, R. (2015). *Estudio y evaluación de formulación de mezclas para la obtención de ladrillos de arcilla en la ciudad de Cusco*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones – E.070 Albañilería*. Recuperado de

<https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Vásquez, H. (2016). *Evaluación de la producción y mejoramiento de la calidad estructural del ladrillo artesanal producido en la comunidad del Frutillo, Bambamarca, Cajamarca 2016*. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Chiclayo, Perú.