

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

Comportamiento estructural de la albañilería reforzada mediante tarrajeo en el Perú.

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Civil

Autores:

Elvis Denis Quispe Quispe

Remin Beltran Flores

Asesor:

Ing. Herson Duberly Pari Cusi

Juliaca, diciembre de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

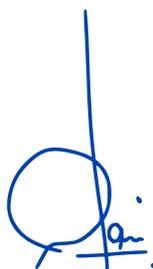
Ing. Herson Duberly Pari Cusi, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura,
Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “**COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA MEDIANTE TARRAJEO EN EL PERÚ**”, constituye la memoria que presenta los estudiantes Elvis Denis Quispe Quispe y Remin Beltran Flores, para obtener el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Civil, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 18 días del mes de diciembre del año 2020



Asesor:

Ing. Herson Duberly Pari Cusi



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 18 día(s) del mes de diciembre del año 2020 siendo las 16:00 horas,

se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Ing. Juana Beatriz Aguirre Pari el(la) secretario(a): Mg. Efraim Velazquez Mamani y los demás miembros: Ing. Wilson Gomez Paredes y el(la) asesor(a) Ing. Herson Dubuly Pari Buri

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: "Comportamiento estructural de la albanilería reforzada mediante trabajo en el Perú"

de los (las) egresados (as): a) Elvis Denis Quispe Quispe b) Remin Beltran Flores

conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en Ingeniería Civil (Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando a los candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por los candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Elvis Denis Quispe Quispe

Table with columns: CALIFICACIÓN, ESCALAS (Vigesimal, Literal, Cualitativa), Mérito. Values: Aprobado, 14, C, Aceptable, Bueno

Candidato/a (b): Remin Beltran Flores

Table with columns: CALIFICACIÓN, ESCALAS (Vigesimal, Literal, Cualitativa), Mérito. Values: Aprobado, 14, C, Aceptable, Bueno

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a

Secretary signature

Asesor/a

Miembro

Miembro

Candidato/a (a)

Candidato/a (b)

Comportamiento estructural de la albañilería reforzada mediante tarrajeo en el Perú.

Elvis Denis Quispe Quispe ^{a*}, Remin Beltrán Flores ^a

EP. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión

Resumen

El Perú se ubica en una zona con alta actividad sísmica por ende las viviendas se encuentran en un peligro latente en cada espacio de nuestro territorio. A nivel nacional existen investigaciones en cuanto al reforzamiento de muros de ladrillo King Kong y pandereta mediante el tarrajeo, empleando como refuerzo al interior del tarrajeo la malla electro soldada, malla de acero y soga driza, en los estudios se analiza; la resistencia máxima alcanzada a compresión diagonal de muretes y la resistencia máxima a compresión axial. Sin embargo, no se tiene una conclusión sobre con cuál de los reforzamientos internos del tarrajeo resultaría siendo más eficiente. El objetivo de esta revisión, es proponer el refuerzo más óptimo haciendo una recopilación de datos sobre el comportamiento estructural de la albañilería mediante el tarrajeo en el Perú, así mismo dar a conocer el costo resultante al aplicar un reforzamiento. El trabajo ha consistido en hacer una recopilación de datos en investigaciones existentes. En conclusión, el reforzamiento con malla electrosoldada en el tarrajeo aporta significativamente en la resistencia de compresión axial en pilas y compresión diagonal en muretes, generando un incremento del 21.66% y 31.41% respectivamente por ende es el refuerzo que se propone para mejorar la resistencia en muros de albañilería confinada, a nivel de costos el reforzamiento con malla electrosoldada presenta una ventaja en relación a los otros tipos de refuerzo.

Palabras clave: albañilería reforzada, resistencia mecánica, tarrajeo de muros.

Summary

Peru is located in an area with high seismic activity, therefore homes are in latent danger in each area of our territory. At the national level, there are investigations regarding the reinforcement of King Kong brick walls and tambourine by means of tarraging, using electro-welded mesh, steel mesh and halyard rope as reinforcement inside the tarraging, in the studies it is analyzed; the maximum resistance achieved to diagonal compression of walls and the maximum resistance to axial compression. However, there is no conclusion as to which of the internal reinforcements of the tarraging would turn out to be more efficient. The objective of this review is to propose the most optimal reinforcement by compiling data on the structural behavior of masonry through tarraining in Peru, as well as making known the resulting cost when applying a reinforcement. The work has consisted of compiling data on existing research. In conclusion, the reinforcement with electrowelded mesh in the patching contributes significantly to the resistance of axial compression in piles and diagonal compression in walls, generating an increase of 21.66% and 31.41% respectively, therefore it is the reinforcement that is proposed to improve the resistance in In confined masonry walls, at the cost level the reinforcement with electrowelded mesh presents an advantage in relation to the other types of reinforcement.

Keywords: reinforced masonry, mechanical resistance, wall patching.

* Autor de correspondencia:

Km. 6 Carretera salida Arequipa, Chullunquiani.

Cel: 921172100

E-mail: denisquispeq@upeu.edu.pe, reminbeltran@upeu.edu.pe

1. Introducción

Las construcciones de albañilería confinada se han vuelto común en todo el territorio peruano, así mismo en zonas con recursos limitados el uso de unidades de albañilería no permitidos por la norma E.070 ha aumentado significativamente en estos últimos años. Razón por el cual existen investigaciones en cuanto al reforzamiento de muros de ladrillo King Kong y pandereta mediante el tarrajeo, empleando como refuerzo al interior del tarrajeo la malla electro soldada, malla de acero y sogas driza, en los estudios se analiza; la resistencia máxima alcanzada a compresión diagonal de muretes y la resistencia máxima a compresión axial. Sin embargo, no se tiene una conclusión sobre con cuál de los reforzamientos internos del tarrajeo resultaría siendo más eficiente.

En esta investigación se pretende recopilar datos de las investigaciones existentes sobre reforzamientos mediante tarrajeo en albañilería, elaborada a partir de ladrillos de tipo pandereta y King Kong.

El objetivo de esta revisión, es proponer el refuerzo más óptimo haciendo una recopilación de datos sobre el comportamiento estructural de la albañilería mediante el tarrajeo en el Perú, así mismo dar a conocer el costo resultante al aplicar un reforzamiento.

Es importante proponer el refuerzo más óptimo, para que la población elija lo propuesto de esa forma sus construcciones serán menos vulnerables frente a desastres naturales como el sismo, de igual manera es importante saber el costo al momento de aplicar el refuerzo mediante el tarrajeo interno, puesto que sería una referencia para toma de decisiones al momento de elegir el reforzamiento.

2. Reforzamiento de Albañilería confinada

2.1 Albañilería confinada.

Según las investigaciones la albañilería confinada es una técnica de construcción usualmente empleada en el medio para la construcción de viviendas no mayores a cinco pisos, este método se caracteriza por el uso de ladrillos de arcilla cocida, vigas, columnas y losas aligeradas. El proceso constructivo de esta técnica puede darse mediante una configuración dentada con una longitud no mayor a 5cm como indica la norma E. 070, los elementos como vigas y columnas ambas de concreto armado sirven como amarre en la estructura y también proporcionan ductilidad. Los muros no portantes son aquellos que están libres de recibir carga vertical y son diseñados para soportar fuerzas perpendiculares a su plano (San Bartolomé 2018).

Toda estructura deberá contar con la capacidad suficiente para resistir los efectos máximos producidos por todas las cargas que se aplican sobre ella. (Vicente P. 2019).

Se ha proyectado y construido en albañilería sin conocerla y, ciertamente, fuera del contexto del control que la ingeniería brinda. Dominar el material, diseñarlo con seguridad y economía, calcular las dimensiones y refuerzos, elaborar planos y especificaciones, adquirir los insumos debidos y construir utilizándolos correctamente, controlando y conduciendo el proceso constructivo, es lo que debe hacer el profesional para dignificar su ejercicio y servir efectivamente al hombre. (Hector G. 2015).

Asumen equivocadamente que las vigas y columnas de concreto armado son más importante que el muro de albañilería, restando importancia a la unidad de albañilería, que es el componente fundamental del muro. (Abanto C. 2015).

2.2 Comportamiento sísmico.

Los sismos suscitados en el tiempo han provocado daños en las edificaciones de albañilería especialmente en aquellas que fueron construidas sin asesoría profesional. Las fallas y colapso de este tipo de estructuras, en la mayoría de los casos, ocurre de manera súbita debido a una falta de ductilidad. El sismo da un mayor impacto a edificaciones de viviendas construidas con ladrillo pandereta. Entre los tipos de falla de muros ante un sismo se encuentran la falla fuera del plano, la cual es muy común en este tipo de estructuras debido a la falta de anclajes en los techos o muros (Farje, K. & Yabuta, H. 2020).

El peligro sísmico se resume en la importancia que puede alcanzar un movimiento telúrico en un determinado lugar, además se dice que la ubicación geográfica de la zona y las características del suelo son también factores que finalmente determinan el valor del peligro sísmico en una ubicación, donde el peligro se refleja en la aceleración del suelo. En el Perú el peligro sísmico de las viviendas se expresa en la norma técnica E0.30 sobre diseño de sismo resistente, indica la zonificación sísmica del país en cuatro zonas según las fallas geológicas que se encuentran en el territorio. (Osorio, F., 2015).

2.3 Acero de refuerzo

Acero de refuerzo son barras de acero con una sección circular el cual con estrías en su superficie que mejora la adherencia con el concreto, el uso de estos aceros en la construcción es para poder soportar los esfuerzos de tracción en el concreto. Su fabricación de estos aceros cumple con límites de fluencia, resistencia a la tracción y alargamiento. Las especificaciones señalan también las

dimensiones y las tolerancias (ASTM A615 Grado 60). La longitud usual del acero mencionado es de 9 metros. Límite de fluencia del acero es de 4200kg/cm² y la resistencia máxima a tracción es de 6330 kg/cm².

24 *Malla electrosoldada*

La malla es utilizada como refuerzo al muro mediante el tarrajeo, está compuesta por varillas de acero corrugado de diámetro de 4.5mm. (Araoz E.& Velezmoro G.2012).

El concreto reforzado con fibras de acero, es utilizado como material de construcción en estructuras modernas. Estudios recientes han mostrado que las fibras de acero pueden ser utilizadas para incrementar la capacidad de momento de flexión y la resistencia a cortante de elementos de concreto reforzado. (Julian C, 2016). La malla electro soldada se muestra en la siguiente figura 1:



Figura 1: Malla electrosoldada empleada para mejorar la resistencia de los muros.

Fuente: (Angel San Bartolomé 2011)

25 *Ensayo a compresión axial en pilas.*

El ensayo de compresión en las pilas de albañilería sirve para determinar la resistencia a compresión axial (f_m) referida al área bruta de la sección transversal. Eventualmente si se instrumenta y registra la deformación axial en la pila, se puede determinar el módulo de elasticidad de la albañilería (E_m). El ensayo se da como lo podemos ver en la siguiente figura 2:



Figura 2: Se observa el ensayo a compresión de las pilas.

Fuente: (Araoz E. & Velezmoro G. 2012).

26 Ensayo a compresión diagonal de muretes.

El ensayo de compresión diagonal en los muretes de albañilería sirve para determinar la resistencia característica a corte puro ($V'm$), y eventualmente si se instrumenta y registra las deformaciones diagonales para determinar el módulo de corte de la albañilería (G_m), el cual lo mostramos en la siguiente figura 3:



Figura 3: Se observa el ensayo a compresión diagonal de muretes de 0.60 X 0.60 m2.

Fuente: (Araoz E. & Velezmoro G. 2012).

La influencia en cuanto a los reforzamientos con malla metálica es muros confinados del ladrillo pandereta en edificaciones de la provincia de Huancayo ha mejorado el desempeño en un 28.89%, siendo considerado una estructura frágil ante un sismo severo. La malla metálica en la resistencia característica a compresión axial ($f'm$) de muros confinados del ladrillo pandereta en la edificación de la provincia mencionada ha contribuido en la mejora de las propiedades físicas en 11.93 kg/cm² lo que indicó en los resultados un 28.89%, siendo un muro frágil ante sollicitaciones sísmicas de gran magnitud. Se menciona que el costo económico en el reforzamiento en la construcción de muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas del distrito de Huancayo, aumenta por la adición de materiales en su reforzamiento llegando a costar S/ 12.35 soles metro cuadrado, siendo viable económicamente (Enriquez P. 2017).

La investigación permite demostrar que el refuerzo con malla electrosoldada confiere a los muros de albañilería un incremento en su resistencia al corte frente a sismos; así pues, en muros de ladrillo King Kong, el incremento sobre la resistencia original del muro es del 10% con refuerzo a una cara hasta el 40% con refuerzo a dos caras, mientras que en muros de ladrillo pandereta es del 60% al 130% respectivamente. (Kenny F. 2020).

En los estudios realizados mencionan que los muros ensayados en el laboratorio resultaron de manera satisfactoria superando así lo esperado teóricamente, además tanto la reparación de como el reforzamiento lograron mejorar el comportamiento de los muros, la malla de refuerzo que se empleó en los muros aumentó la resistencia, incrementó la ductilidad y evitó la trituración de los ladrillos. Cabe mencionar que tanto los muros reforzados y los muros sin refuerzo ensayados hasta el colapso tuvieron las mismas características constructivas y mismos desplazamientos (Lujan A.2018).

En muros pandereta reforzados con malla electrosoldada, su resistencia a compresión axial fue de $f'm = 27\text{kgf/cm}^2$ y al corte diagonal $v'm = 9\text{kgf/cm}^2$. Para las pilas se observó un comportamiento aceptable el cual fue controlado por la malla y se evitó la trituración de la unidad, en los resultados tuvieron la misma consecuencia para los muretes, la falla presentada se concentró localmente en los puntos de aplicación de la carga. Todas las juntas verticales de construcción deben humedecerse inmediatamente antes de una nueva colocación de concreto. Las juntas de construcción deben hacerse y localizarse de tal manera que no perjudiquen la resistencia de la estructura. Deben tomarse precauciones para lograr la transferencia de cortante y otras fuerzas a través de las juntas de construcción (Basilio J. 2015).

27 Análisis del comportamiento estructural de prismas de albañilería reforzada mediante el tarrajeo interno.

El comportamiento estructural de prismas de albañilería reforzada mediante el tarrajeo, fue representado mediante pilas y murete. En la investigación se recopila datos para ladrillos pandereta y King Kong con la finalidad de que la investigación tenga un mayor alcance.

Para el análisis de la investigación se hizo una recopilación de datos sobre compresión axial de pilas ($f'm$) y compresión diagonal de muretes ($f'v$), los datos recopilados son de investigaciones existentes dentro del país de Perú. Es necesario dar a conocer para muros de albañilería confinada la resistencia mínima que deben de alcanzar los ensayos de $f'b$, $f'm$ y $f'v$, esta información nos brinda el reglamento nacional de edificaciones (RNE) como podemos apreciar en la siguiente tabla 1:

Tabla 1
Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm²)

Materia Prima	Denominación	Unidad $f'b$	Pilas $f'm$	Muretes $f'v$
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4(55)	3,4(35)	0,5(5,1)
	King Kong Industrial	14,2(145)	6,4(65)	0,8(8,1)
	Rejilla Industrial	21,1(215)	8,3(85)	0,9(9,2)
Silice-cal	King Kong Normal	15,7(160)	10,8(110)	1,0(9,7)
	Dédalo	14,2(145)	9,3(95)	1,0(9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2(145)	10,8(110)	0,9(9,2)
Concreto Bloque Tipo P (*)		4,9(50)	7,3(74)	0,8(8,6)
		6,4(65)	8,3(85)	0,9(9,2)
		7,4(75)	9,3(95)	1,0(9,7)
		8,3(85)	11,8(120)	1,1(10,9)

Recuperado de Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.7.1 Recopilación de datos de los ensayos con ladrillo pandereta.

A continuación, presentamos los datos recopilados de $f'm$ y $f'v$ de las investigaciones existentes que se realizaron en el Perú. En la investigación de tesis con el tema: “Reforzamiento de viviendas existentes construidas con muros confinados hechos con ladrillos pandereta – segunda etapa” (Araoz E. & Velezmoro G. 2012); dio a conocer los siguientes resultados: resistencia de la unidad $f'b = 56 \text{ kg/cm}^2$ y de compresión axial y compresión diagonal y el costo de construcción por metro cuadrado del murete sin refuerzo y sin tarrajeo lo podemos apreciar en la siguiente tabla 2:

Tabla 2
Ladrillo pandereta sin tarrajeo

Ensayo	RP	DE	RC
Compresión Axial	31.08	7.43	23.65
Compresión Diagonal (0.60x0.60) m ²	9.61	0.33	9.28
Evaluación de Costos S/.	48.9	48.9	48.9

Nota: RP = Resistencia promedio; DE = Desviación estándar; RC = Resistencia característica.
Recuperado de Araoz Escobedo T. A. & Velezmoro Giron J. P. (2012)

La investigación de tesis con el tema de: “Reforzamiento estructural de muros de ladrillo pandereta con mallas para tarrajeo y electrosoldada” (Oscar C. & Víctor D. 2018).

Como conclusión dio a conocer los siguientes resultados: resistencia de la unidad de albañilería $f'b = 49.50 \text{ kg/cm}^2$; la malla electrosoldada empleada en el refuerzo tubo las siguientes características, límite de fluencia 5000 kg/cm^2 , medida $2.40 \text{ m} \times 6.00 \text{ m}$, cocada $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ y con un diámetro de 4.2 mm ; la malla de tarrajeo empleada como refuerzo tuvo forma de rombo y el espesor de esta malla fue de 0.55 mm . La dosificación para mortero fue de 1:5 y para tarrajeo 1:6. Con datos mencionados obtuvieron los siguientes resultados como se muestran en las tablas 3, 4 y 5 a continuación:

Tabla 3
Ladrillo pandereta con tarrajeo

Ensayo	RP	DE	RC
Compresión Axial			
Compresión Diagonal (0.60x0.60) m2	10.02	0.37	9.65
Evaluación de Costos S/.	44.35	44.35	44.35

Nota: RP = Resistencia promedio; DE = Desviación estándar; RC = Resistencia característica
Recuperado de Osocar Manuel C.& Victor J. Diaz C. (2018).

Tabla 4
Ladrillo pandereta con tarrajeo más refuerzo interno ME

Ensayo	RP	DE	RC
Compresión Axial			
Compresión Diagonal (0.60x0.60) m2	9.56	0.99	8.58
Evaluación de Costos S/.	60.38	60.38	60.38

Nota: ME = Malla Electrosoldada; RP = Resistencia promedio; DE = Desviación estándar; RC = Resistencia característica
Recuperado de Osocar Manuel C.& Victor J. Diaz C. (2018).

Tabla 5
Ladrillo pandereta con tarrajeo más refuerzo interno MT

Ensayo	RP	DE	RC
Compresión Axial			
Compresión Diagonal (0.60x0.60) m2	9.18	0.96	8.22
Evaluación de Costos S/.	50.29	50.29	50.29

Nota: MT= Malla para tarrajeo; RP = Resistencia promedio; DE = Desviación estándar; RC = Resistencia característica
Recuperado de Osocar Manuel C.& Victor J. Diaz C. (2018).

El trabajo de investigación de tesis con el tema: “Influencia de la malla metálica en muros confinados de ladrillo pandereta en edificaciones de la provincia de Huancayo” (Enriquez J. 2017); dio a conocer los siguientes datos: del ensayo de las unidades de albañilería tuvieron el $f^{\prime}b = 48.06 \text{ kg/cm}^2$; la malla metálica de tarrajeo empleada como refuerzo tubo las siguientes características: espesor 0.55mm, nervio 1.0mm; la dosificación empleada para el mortero y tarrajeo fue de 1:4. Los datos se aprecian en las siguientes tablas 6 y 7:

Tabla 6
Ladrillo pandereta sin tarrajeo

Ensayo	RP	DE	RC
Compresión Axial	38.75	3.06	35.69
Compresión Diagonal (0.60x0.60) m2	6.86	0.94	5.92
Evaluación de Costos S/.	48.00	48.00	48.00

Nota: RP = Resistencia promedio; DE = Desviación estándar; RC = Resistencia característica
Recuperado de Enríquez Pinedo J. E. (2017).

Tabla 7
Ladrillo pandereta con tarrajeo más refuerzo interno MT

Ensayo	RP	DE	RC
Compresión Axial	45.16	0.30	44.86
Compresión Diagonal (0.60x0.60) m2	7.63	0.65	6.98
Evaluación de Costos S/.	60.00	60.00	60.00

Nota: MT= Malla para tarrajeo; RP = Resistencia promedio; DE = Desviación estándar; RC = Resistencia característica
Recuperado de Enríquez Pinedo J. E. (2017).

Por último, se recopiló los resultados de la investigación: “Comportamiento mecánico de muros de albañilería tubular confinada reforzadas con malla electrosoldada ante cargas sísmicas y gravitacionales” (Mamani P. 2015). En donde nos da a conocer lo siguiente: resistencia de la unidad de albañilería $f'b = 57\text{kg/cm}^2$; la malla electrosoldada empleada como refuerzo con características: límite de fluencia 5000 kg/cm^2 , medida $2.40\text{m} \times 6.00\text{m}$, cocada $150\text{mm} \times 150\text{ mm}$, diámetro de 6mm ; la dosificación de concreta empleada para el mortero y tarrajeo fue de $1:4$. Los datos que han obtenido se muestran en la siguiente tabla 8:

Tabla 8
Ladrillo pandereta con tarrajeo más refuerzo interno ME

Ensayo	RP	DE	RC
Compresión Axial	34.80	3.80	31.00
Compresión Diagonal (0.60x0.60) m2	11.00	2.00	9.00
Evaluación de Costos S/.	63.50	63.50	63.50

Nota: ME= Malla electrosoldada; RP = Resistencia promedio; DE = Desviación estándar; RC = Resistencia característica
Recuperado de Mamani Quina P. (2015).

2.7.2 Recopilación de datos de los ensayos con ladrillo King Kong hueco.

La investigación de tesis con el tema: “Reforzamiento de la albañilería confinada más utilizada en Arequipa con malla electrosoldada” (Pavel T., Cueto S. & Vilca P. 2018), indicó la siguiente información: el ladrillo King Kong es clasificado como ladrillo de tipo IV y de acuerdo al ensayo realizado la unidad tiene un porcentaje de huecos de 40.74% . Sin embargo, el reglamento nacional de edificaciones indica que la unidad no debe de utilizarse para muros portantes en la zona sísmica 3. El refuerzo utilizado malla electro soldada empleada para refuerzo tiene las siguientes características límite de fluencia $f_y = 5000\text{ kgf/cm}^2$, con una medida de $2.40\text{m} \times 6.00\text{m}$, cocada $150\text{mm} \times 150\text{ mm}$ y con un diámetro de 6mm , la dosificación de concreto para el mortero es de $1:4$, las resistencias obtenidas se encuentran en las siguientes tablas 9 y 10:

Tabla 9
Ladrillo King Kong con tarrajeo

Ensayo	RP	DE	RC
Compresión Axial	66.55	4.90	61.65
Compresión Diagonal (0.60x0.60) m2	9.24	0.99	8.25
Evaluación de Costos S/.	63.55	63.55	63.55

Nota: RP = Resistencia promedio; DE = Desviación estándar; RC = Resistencia característica
Recuperado de (Pavel T, Cueto S, Pacco V. (2018).

Tabla 10
Ladrillo King Kong con tarrajeo más refuerzo ME

Ensayo	RP	DE	RC
Compresión Axial	67.09	2.31	64.78
Compresión Diagonal (0.60x0.60) m2	12.36	0.22	12.14
Evaluación de Costos S/.	76.74	76.74	76.74

Nota: ME= Malla electrosoldada; RP = Resistencia promedio; DE = Desviación estándar; RC = Resistencia característica
Recuperado de (Pavel T, Cueto S, Pacco V. (2018).

La investigación realizada con el tema: “Análisis comparativo de la resistencia a compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes de albañilería” (Zuniga Q. & Apaza LL 2017); hicieron la investigación sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeo reforzado con sogas driza utilizando ladrillos King Kong de 18 huecos y blocker. Dio a conocer los siguientes resultados: Realizando el análisis comparativo de la resistencia a compresión axial de pilas con ladrillo King Kong de 18 huecos, sin tarrajeo alcanzo una resistencia de 18.89 kg/cm^2 , con tarrajeo 21.62 kg/cm^2 y con tarrajeo reforzado mediante la sogas driza llegó a alcanzar una resistencia de 22.37 kg/cm^2 . En cuanto al análisis comparativo de la resistencia a compresión diagonal de ladrillos King Kong de 18 huecos se tubo los siguientes resultados: sin tarrajeo 3.57 kg/cm^2 , con tarrajeo 4.26 kg/cm^2 y con tarrajeo reforzando mediante la sogas driza 5.30 kg/cm^2 . La sogas driza empleada fue de $1/8''$ de pulgadas, la dosificación de para mortero y tarrajeo fue de $01:04$.

2.7.3 Comparación de los resultados de compresión axial y compresión diagonal.

A continuación, se presenta una comparación de los resultados de las investigaciones recopiladas en cuanto a la influencia de malla electrosoldada, malla de tarrajeo y sogá driza aplicada como reforzamiento interno mediante el tarrajeo en pilas, los resultados se aprecian en la siguiente figura 4:

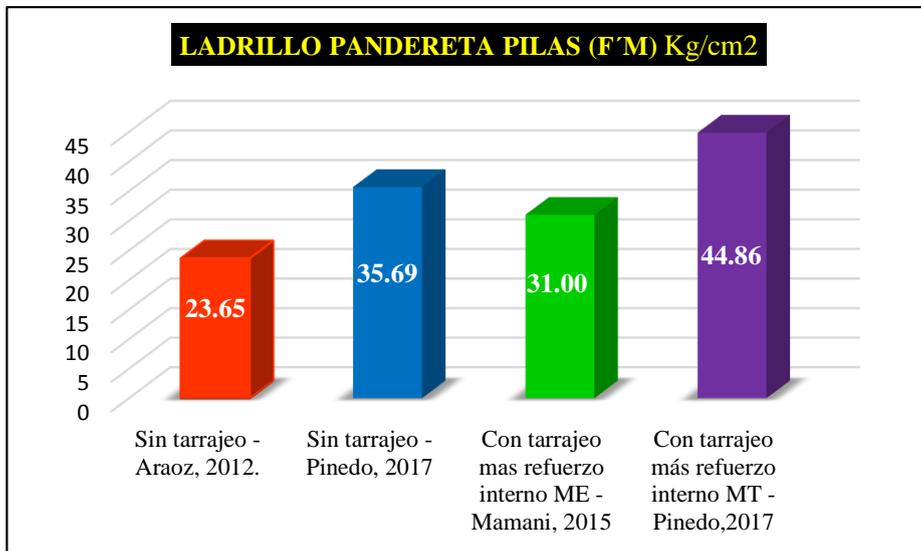


Figura 4: Resultados de la resistencia a compresión axial sin y con refuerzo.
Fuente (Elaboración propia)

De la figura mostrada mediante el grafico de barras apreciamos que al aplicar el refuerzo con malla electrosoldada a la pila aumenta la resistencia de 23.65 kg/cm² a 31 kg/cm², en un 31.08 %, razón por la cual comparamos estos dos resultados es porque tienen en común el f'b; por otro lado, analizando las fallas se ha logrado de una falla frágil a una falla dúctil lo cual es bueno frente a un evento sísmico.

De igual manera de la figura mostrada mediante el grafico de barras se observa que al aplicar el reforzamiento de malla de tarrajeo hace que aumente la resistencia de 35.69 kg/cm² a 44.86 kg/cm², de esta forma teniendo un incremento de 25.54% lo cual es significativo, puesto que también cumple la resistencia mínima de la norma.

Ahora presentamos una comparación de los resultados de compresión diagonal obtenidos de las investigaciones recopiladas en cuanto a la influencia de malla electrosoldada, malla de tarrajeo y sogá driza aplicada como reforzamiento interno mediante el tarrajeo en muretes, los resultados se aprecian en la siguiente figura 5:

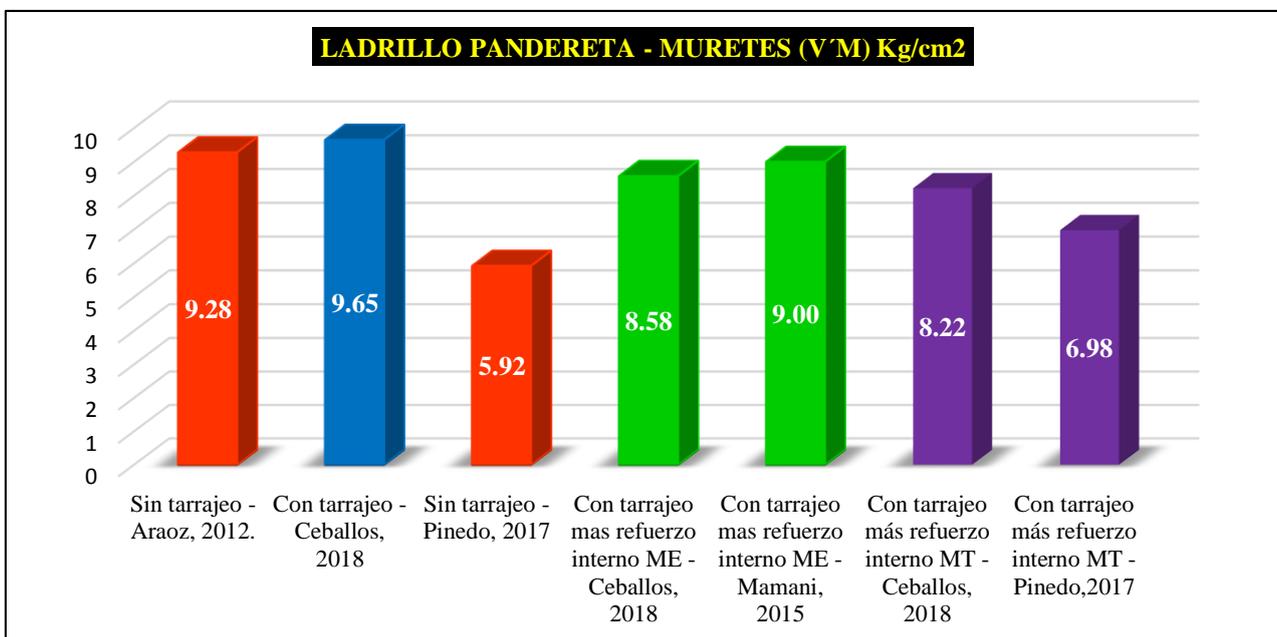


Figura 5: Resultados de la resistencia a compresión diagonal sin y con refuerzo.
Fuente (Elaboración propia)

De la figura mostrada mediante el grafico de barras apreciamos que al aplicar el refuerzo con malla electrosoldada la resistencia aumenta de 7.6 kg/cm² a 8.79 kg/cm², de esta forma teniendo un incremento de 15.66%, Cabe mencionar que la dosificación de concreto fue de 01:04 tanto para tarrajeo y para mortero, con esto podemos decir que la dosificación del concreto influye en la resistencia del murete. Por otro lado, la falla que presento fue dúctil lo cual estructuralmente es bueno frente a un evento sísmico.

De la figura mostrada mediante el grafico de barras se observa que al aplicar el reforzamiento de malla de tarrajeo hace que la resistencia disminuya de 7.6 kg/cm² a 7.61 kg/cm², en un valor de 0.1% sin embargo presentó una falla dúctil.

Ahora se presenta una comparación de los resultados de compresión axial de ladrillos King Kong obtenidos de las investigaciones recopiladas.

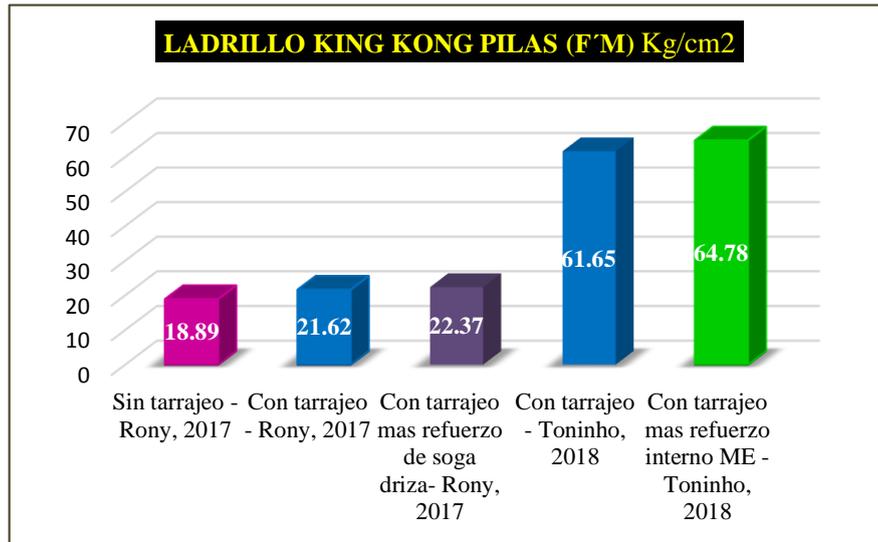


Figura 6: Resultados de la resistencia a compresión axial sin y con refuerzo de M.E.
Fuente (Elaboración propia)

De la figura mostrada mediante el grafico de barras se observa que al aplicar tarrajeo hace que aumente la resistencia de 18.89 kg/cm² a 21.62 kg/cm², de esta forma teniendo un incremento de 12.23% lo cual es significativo. De igual forma mediante el grafico de barras decimos que al aplicar la soga driza como refuerzo a la pila presento una mejora de 21.62 kg/cm² a 22.37 kg/cm² con un incremento de 3.47% lo cual no es muy significativo, pero es importante la falla dúctil que presento. Por último, mediante el grafico de barras decimos que al aplicar la malla electrosoldada como refuerzo a la pila presentó una mejora de 61.65 kg/cm² a 64.78 kg/cm² con un incremento de 5.08% lo cual no es muy significativo.

Ahora presentamos una comparación de los resultados de compresión diagonal obtenidos de las investigaciones recopiladas.

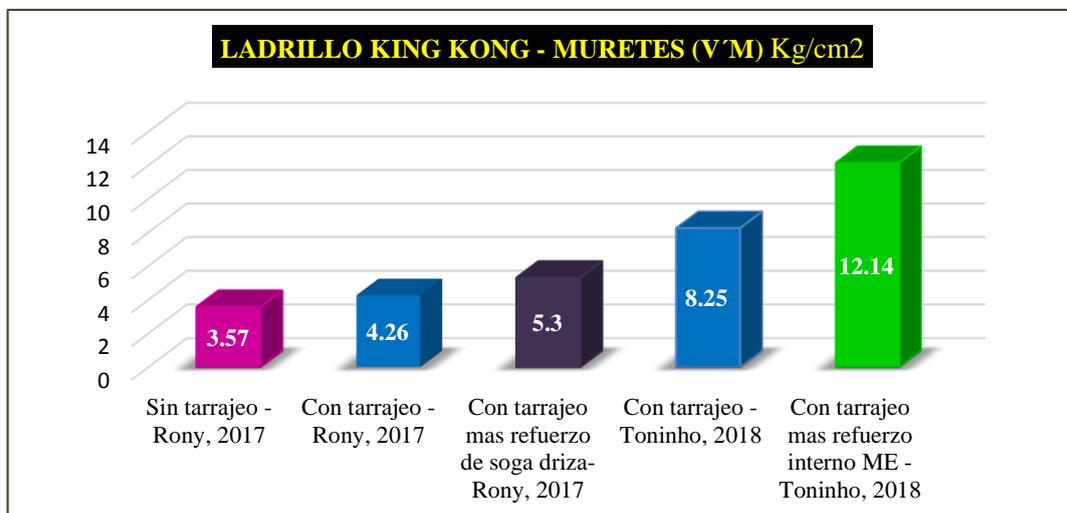


Figura 7: Resultados de la resistencia a compresión diagonal sin y con refuerzo.
Fuente (Elaboración propia)

De la figura mostrada mediante el grafico de barras se observa que al aplicar tarrajeo hace que aumente la resistencia de 3.57 kg/cm² a 4.26 kg/cm², de esta forma teniendo un incremento de 19.32% lo cual es significativo, puesto que también cumple la resistencia mínima de la norma.

De la figura mostrada mediante el grafico de barras decimos que: al aplicar el reforzamiento de la malla electrosoldada aumenta la resistencia de 8.25 kg/cm² a 12.14 kg/cm², presentando un incremento de 47.15 % lo cual es significativo.

De la figura mostrada mediante el grafico de barras decimos que al aplicar la sog driza como refuerzo al murete mejoro de 4.26 kg/cm² a 5.30 kg/cm² con un incremento de 24.41% lo cual es significativo. La sog driza empleada fue de 1/8” de pulgadas, la dosificación de para mortero y tarrajeo fue de 01:04.

2.7.4 Comparación de los costos según el tipo de reforzamiento en muretes:

A continuación, presentamos un grafica representativa mediante barras, en donde se muestra el costo de los muretes por metro cuadrado. Se presenta costo del muro sin tarrajeo, refuerzo con M.E., refuerzo con M.T. y refuerzo con S.D. los costos mostrados están es soles, lo mencionado apreciamos en la siguiente figura 8.

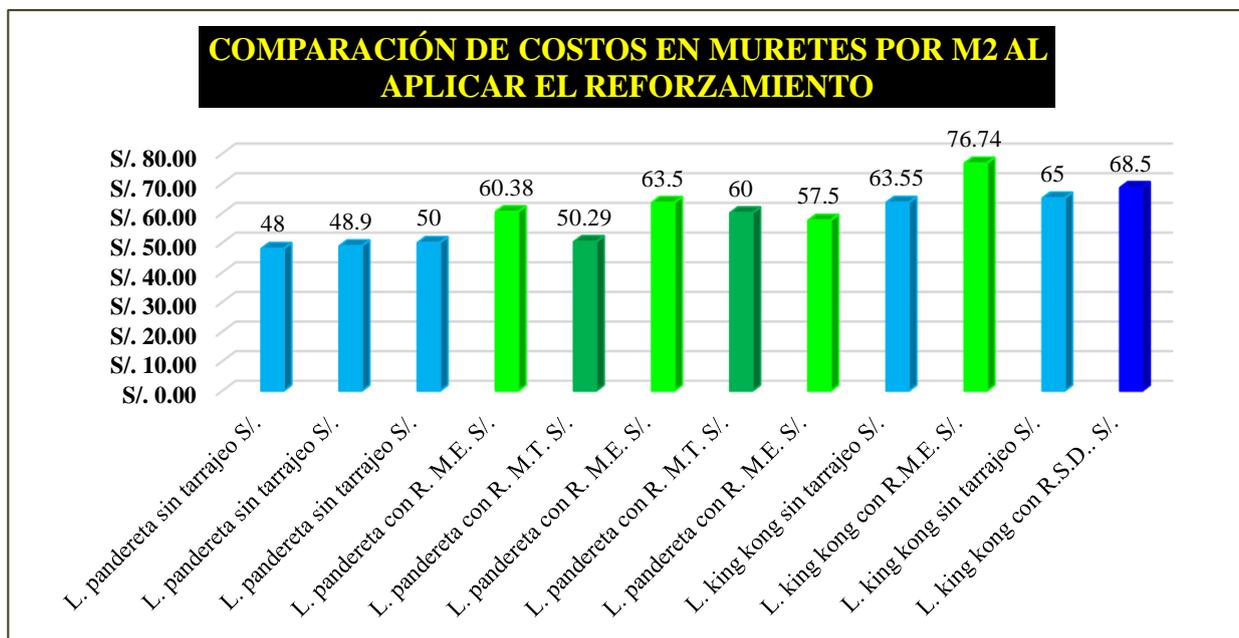


Figura 8: Comparación de los costos en muretes por m2 al aplicar el reforzamiento.

Fuente (Recuperado de investigaciones mencionadas anteriormente en la parte de recopilación de datos)

De la figura mostrada podemos decir que los costos varían según el tipo de reforzamiento y el tipo de ladrillo, del grafico se observa que el costo por metro cuadrado de un murete reforzado con malla electrosoldada esta S/. 60.38, S/. 63.50 y S/.57.50 dando así un valor promedio S/. 60.46, con respecto a los otros reforzamientos la variación es muy poca. De esto decimos que el mejor costo y óptimo es cuando se aplica la malla electrosoldada con refuerzo ya que en anteriores figuras se mostró que con este tipo de refuerzo alcanza mayores resistencias con respecto a los otros. Cabe mencionar también que estos costos analizados son variables con respecto del tiempo del lugar y calidad.

3. Conclusiones

Mediante la recopilación de investigaciones existentes. El comportamiento estructural de albañilería reforzada mediante el tarrajeo, fue representado por prismas en donde se dio a conocer su resistencia a compresión axial en pilas y compresión diagonal en muretes. Con los datos recopilados de ladrillos pandereta y King Kong se analizó muretes y pilas sin reforzamiento y con reforzamiento interno en el tarrajeo, empleando la malla electrosoldada, malla de tarrajeo y sog driza, se hizo comparaciones de resistencias máximas alcanzadas.

Al hacer la recopilación de datos sobre ladrillos pandereta y King Kong se hizo comparaciones mediante gráfico de barras para pilas y muretes, de estas comparaciones que se realizó la malla electrosoldada (M.E.) resultó ser el más óptimo al emplearse como refuerzo, dando así un incremento a la resistencia con un valor promedio de 21.66% en pilas y 31.41% en muretes, Por lo tanto se propone la malla electrosoldada como reforzamiento para mejorar el comportamiento de muros de albañilería ya que aporta significativamente en la resistencia de compresión axial en pilas y compresión diagonal de muretes, cabe precisar que para alcanzar

un incremento significativo en las prisms es importante la dosificación de concreto y las características de la M.E. Los mayores incrementos generados tanto como en pilas y muretes fueron con una dosificación de concreto 01:04 para mortero y tarrajeo. Las

características de la malla electrosoldada empleadas para alcanzar mayor incremento fueron los siguientes. Límite de fluencia (f_y): 5000 kgf/cm²; resistencia a la rotura (f_r): 5600 kgf/cm²; medida: 2.40m x 6.00m; cocada: 100mm x 100mm} y con diámetro: 6.00mm.

Con respecto al costo resultante de la figura 8, varían según el tipo de reforzamiento y tipo de ladrillo. Del gráfico representado mediante barras se observó que el costo por metro cuadrado de un murete reforzado con malla electrosoldada es de S/. 60.38, S/. 63.50 y S/.57.50 dando así un valor promedio S/. 60.46, con respecto a los otros reforzamientos la variación es muy poca. De esto decimos que el mejor costo y óptimo es cuando se aplica la malla electrosoldada como refuerzo. Para poder realizar el mejoramiento en las viviendas construidas en el Perú con ladrillos no permitidos por la norma el costo es de S/.31.50 (mano de obra y materiales).

También en las investigaciones analizadas los muretes sin reforzamiento fallaron de una forma frágil y abrupta. Mientras que los muretes con reforzamiento, tuvieron comportamiento de falla gradual, evidenciándose una deformación inelástica (reducción de fragilidad), esto se debe al confinamiento generando albañilería-malla. Generando así el tipo de falla en pilas y muretes de la albañilería reforzada, de forma dúctil.

4. Referencias

- Abanto Castillo Flavio (2015) “Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería” (1era ed).
- Araoz Escobedo T. A. & Velezmoro Giron J. P. (2012) Reforzamiento de viviendas existentes construidas con muros confinados hechos con ladrillos pandereta – segunda etapa. Pontificia Católica de Perú, Lima. Página 20.
- Arias G., Maria C., Nacher F., Donna, Laura (2017) “Manual de albañilería”. España, Ediciones Paraninfo.
- Abanto Castillo Flavio (2015) “Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería” (1era ed.
- Basilio J. Curbelo (2015). “Concreto Estructural Concreto Estructural reforzado y Concreto estructural Simple”. (tomo I)
- Enríquez Pinedo J. E. (2017). Influencia de la malla metálica en muros confinados de ladrillo pandereta en edificaciones de la provincia de Huancayo. Universidad Peruana los Andes. Huancayo. Página 122.
- Farje Pulache K. J., & Yabuta Barturén H. Y. (2020). Propuesta de reforzamiento en viviendas de albañilería confinada en el distrito de Villa María del Triunfo. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Página 21.
- Hector Gallegos & Carlos Casabonne (2015) “Albañilería Estructural” (3da ed), Fondo Editorial.
- Julian C. (2016) “Muros de concreto reforzado con fibras de acero: Desempeño sismo-resistente Reparación Y Reforzamiento Sísmico de la Albañilería Confinada”. (1era ed), Ecoe Ediciones, Bogotá.
- Kenny Josué Farje Pulache (2020). Propuesta de reforzamiento en viviendas de albañilería confinada en el distrito de Villa María del Triunfo, (Tesis para optar el Título Profesional). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- Lujan Ayala M. M. (2018). Reforzamiento de los muros de albañilería confinado con mallas de acero. Pontificia universidad Católica del Perú, Lima. Página 119.
- Mamani Quina P. (2015). Comportamiento mecánico de muros de albañilería tubular confinada reforzada con malla electrosoldada ante cargas sísmicas y gravitacionales. Pontificia universidad Católica del Perú. Lima. Página 93.
- Martin Miguel Lujan Ayala (2018). “Reforzamiento de los muros de albañilería confinado con mallas de acero”. (tesis para optar el título profesional). Pontificia universidad católica del Perú. lima.
- Osocar Manuel C.& Victor J. Diaz C. (2018). “Reforzamiento estructural de muros de ladrillo pandereta con mallas para tarrajeo y electrosoldada”, (tesis para optar el título profesional), Lima.
- Osorio, F., (2015). Modelo de exposición sísmica de viviendas del departamento de Antioquía, Colombia, Medellín, universidad EAFIT. Página 34.
- Pavel T., Cueto S. & Vilca P. (2018). “Reforzamiento de la albañilería confinada más utilizada en Arequipa con malla electrosoldada. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Página 58.
- San Bartolomé, Á (2018). Diseño y construcción de estructuras de albañilería. Segunda edición. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Página 22.
- Vicente P. (2019) “Diseño y Cálculo de estructuras de concreto reforzado” (1era ed), Ecoe Ediciones, Bogotá. (1era ed).