



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS



PROGRAMA 0068 - REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR DESASTRES

PRODUCTO 2 - DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS Y PROTOTIPOS DE EDIFICACIONES SEGURAS

ESTUDIO - 3

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ALBAÑILERIA DE LADRILLO PANDERETA SIN REFORZAR Y REFORZADA



INFORME TÉCNICO

DICIEMBRE - 2014



CONTENIDO

CONTENIDO	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. ANTECEDENTES	3
3. ENSAYO DE MATERIALES – MUESTRA ESTUDIADA	5
3.1. Ensayo en unidades	9
3.2. Mortero: Propiedades Mecánicas	11
4. RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA ALBAÑILERIA ($f'm$)	14
5. RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA ($V'm$)	19
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
7. Agradecimientos	24
8. Referencias:	24



ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ALBAÑILERIA DE LADRILLO PANDERETA SIN REFORZAR Y REFORZADO

Resumen: Las edificaciones de albañilería se utilizan en muchas partes del mundo. Es un material de bajo costo, tiene buenas propiedades de aislamiento acústico y térmico, de fácil disponibilidad, y hay mano de obra disponible en cada lugar.

Desde 2010, se han venido realizando levantamientos estructurales en Lima para construir una base de datos de los sistemas estructurales y materiales estructurales utilizados en los edificios. Estos levantamientos realizados en diversos distritos de Lima mostraron que los ladrillos tubulares, llamadas pandereta también se utilizan a menudo en la construcción de muros portantes de viviendas, aunque esto no está permitido por la Norma Peruana. Por lo indicado anteriormente se ha realizado el presente estudio de la albañilería de ladrillo pandereta, en el cual se muestran ensayos de especímenes de albañilería de ladrillo pandereta sin reforzar y reforzados con malla electrosoldada, mediante los cuales se determinan propiedades mecánicas básicas que permiten definir el comportamiento de este tipo de mampostería.

Palabras claves: Pilas, muretes, ladrillo pandereta, resistencia a la compresión axial, tracción diagonal.

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica en diversos distritos periféricos de la ciudad de Lima por parte del CISMID nos permite observar que las edificaciones para vivienda construidos en los últimos diez años han usado como parte de los elementos estructurales (muros portantes) rellenos de albañilería con unidades de ladrillo tubular (pandereta) debido principalmente al menor peso y menor costo, lo cual lleva a que estas edificaciones sean vulnerables a las solicitaciones sísmicas. Sin embargo la filosofía de diseño sismoresistente establece la protección de las vidas humanas dándoles el tiempo necesario para su evacuación, en base a que la estructura experimente posibles daños dentro de límites aceptables.



2. ANTECEDENTES

Las edificaciones de mampostería se utilizan en todas las ciudades del país con ciertas variables, como el tipo de ladrillo, el endentado entre muro – confinamiento y la mampostería en conjunto. La albañilería es un material de bajo costo, tiene buenas propiedades de aislamiento acústico y térmico, de fácil disponibilidad, y hay mano de obra disponible en cada lugar.

El desarrollo modelos matemáticos de estructuras con muros de mampostería para el diseño estructural requiere de las propiedades del material y relaciones constitutivas de la mampostería y los elementos que lo conforman, es decir, ladrillos y mortero, que no son fácilmente disponibles.

Desde 2010, se han venido realizando levantamientos estructurales en Lima para construir una base de datos de los sistemas estructurales y materiales estructurales utilizados en los edificios. Estos levantamientos realizados en diversos distritos de Lima mostraron que los ladrillos tubulares, llamadas pandereta también se utilizan a menudo en la construcción de muros portantes de viviendas, aunque esto no está permitido por la Norma Peruana. Los ladrillos panderetas se recomiendan sólo para elementos secundarios y tabiques. Por lo indicado anteriormente se ha realizado el presente estudio de la albañilería de ladrillo pandereta.

En esta sección se muestran ensayos de especímenes de albañilería de ladrillo pandereta sin reforzar y reforzados, mediante los cuales se determinan propiedades mecánicas básicas que permiten definir el comportamiento de este tipo de mampostería.

En la ciudad de Lima, la albañilería con ladrillo pandereta es muy usado en edificaciones de vivienda como se aprecia en la Figura 1. En algunos casos se construye el primer piso con ladrillo artesanal o industrial sólido y los pisos superiores se construyen con ladrillo pandereta.



Figura 1 Viviendas de albañilería con ladrillo pandereta en Lima

Se han realizado estudios de evaluación de riesgo sísmico en varios distritos de Lima, dichos estudios fueron realizados por el CISMID por encargo de instituciones gubernamentales. Los trabajos de evaluación se realizaron en una muestra del 30% del total de manzanas en cada distrito. En la Tabla 1 se muestran resultados de los estudios de evaluación en algunos distritos de Lima los cuales indican el uso del ladrillo pandereta.

Tabla 1 Uso de la albañilería de ladrillo pandereta en Lima (CISMID – MVCyS)

Distrito	Muestra(Numero de manzanas evaluadas)	Uso de ladrillo Tubular (%) en viviendas
Chorrillos	554	45
Villa El Salvador	957	27
Comas	825	22
Puente Piedra	732	20
San Juan de Lurigancho	1271	41
Ventanilla	1080	4
Breña	126	13
Carabaylo	751	24
Independencia	415	17
Lurín	350	19

Para este estudio se ha utilizado unidades tubulares lisos industriales de dos fábricas diferentes tal como se ve en la Figura 2. Las fábricas fueron seleccionadas contemplando su productividad y consultando a albañiles y propietarios de tiendas de venta de materiales de construcción.



Figura 2 Ladrillos pandereta

3. ENSAYO DE MATERIALES – MUESTRA ESTUDIADA

Como se ha comentado anteriormente, para la elaboración de los especímenes se han utilizado unidades de dos fábricas diferentes. Se han realizado ensayos de compresión en unidades de albañilería, ensayos de compresión axial en pilas y ensayos de tracción diagonal en muretes.

En la Tabla 2 y Tabla 3 se muestran la identificación de las pilas y muretes, se ha utilizado el termino PND1 para identificar a las pilas y muretes elaboradas con unidades de una de las fábricas y PND2 para identificar a las pilas y muretes elaboradas con unidades de otra fábrica.

Tabla 2 Identificación de las pilas

Identificación	Especímen	Característica	Dosificación de mortero	Cantidad
PND1 sinref	Pilas	Especímen sin reforzamiento	1:3	9
PND2 sinref	Pilas	Especímen sin reforzamiento	1:3	9
PND1 ref	Pilas	Especímen reforzado	1:5	9
PND2 ref	Pilas	Especímen reforzado	1:5	9

Tabla 3 Identificación de muretes

Identificación	Espécimen	Característica	Dosificación de mortero	Cantidad
PND1 sinref	Murete	Espécimen sin reforzamiento	1:3	9
PND2 sinref	Murete	Espécimen sin reforzamiento	1:3	9
PND1 ref	Murete	Espécimen reforzado	1:5	9
PND2 ref	Murete	Espécimen reforzado	1:5	9

EQUIPO DE ENSAYO

- Máquina de Compresión: Compuesto por una unidad hidráulica de carga con una capacidad de 300 toneladas con desplazamiento máximo de 200 mm y velocidad máxima de 100 mm/min y un controlador de medición con precisión de 1% .
- Gata hidráulica de 50 toneladas de capacidad.
- Transductores de desplazamiento LVDT
- Sistema de adquisición de datos utilizado para ensayos de compresión de unidades y de pilas: DATA LOGGER TDS-530, es un registrador automático de escaneo de datos multi-canal para medidores lectura de tensión, termopares, sensores de temperatura, basadas en transductores de extensómetro. El convertidor A/D proporciona precisión y estabilidad a altas velocidades de exploración. La unidad puede ser controlada por ordenador a través de un puerto RS-232C, USB 2.0 o una conexión Ethernet LAN.
- Sistema de adquisición de datos usado para ensayo de tracción diagonal: EDX-100A, es un equipo de registro de datos de alta velocidad, con capacidad de frecuencia de muestreo hasta 100KHz, además de tener conexión hasta 50 canales, capaz de soportar sensores tipo medidores de deformación, transductores, cambio de voltajes, termopares, termómetro de resistencia.

ESPECIMENES SIN REFORZAR

Se elaboraron 36 pilas para ensayo de compresión axial y 36 muretes para ensayo de tracción diagonal. Con dos dosificaciones en volumen arena cemento: 1:3 y 1:5 para el mortero utilizado en el asentado de los ladrillos.

En la

se puede ver los especímenes ya construidos.

Antes del asentado, las unidades fueron seleccionadas eliminando aquellas que presentaban defectos tales como fisuras. Las juntas horizontales de mortero tuvieron un grosor nominal de 1 cm. Este grosor fue controlado mediante un escantillón y la verticalidad fue controlada con una plomada.

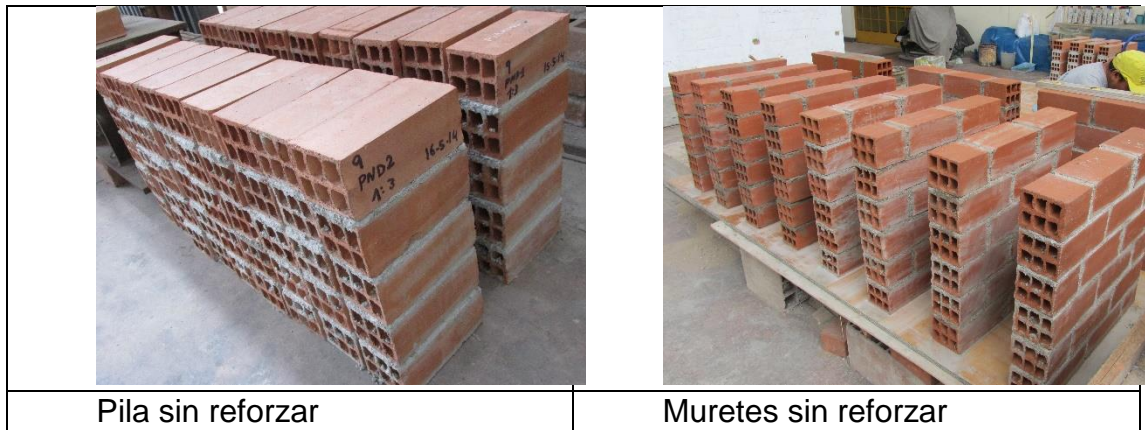


Figura 3 Pilas y muretes sin reforzar

ESPECIMENES REFORZADOS

Los especímenes han sido reforzados con malla electrosoldada y una capa de mortero. La malla de \varnothing 4mm y cocada de 100 mm. Se ha colocado un mortero de 25 mm de espesor. Este refuerzo se ha colocado en ambas caras. La dosificación empleada en cada espécimen fue la misma tanto en mortero de asentado de ladrillos como en el tarrajeo utilizado en el refuerzo. Los detalles del refuerzo se pueden ver en las Figura 4 y Figura 5.

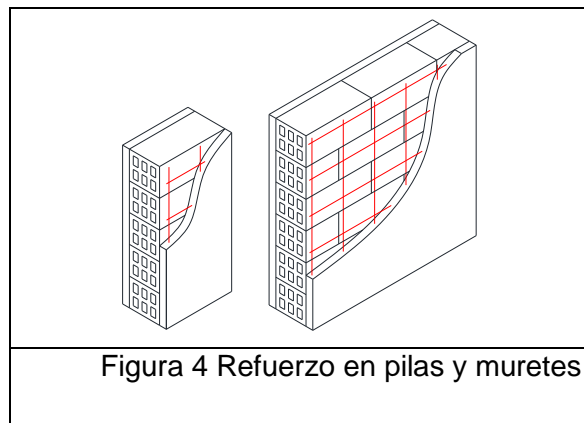
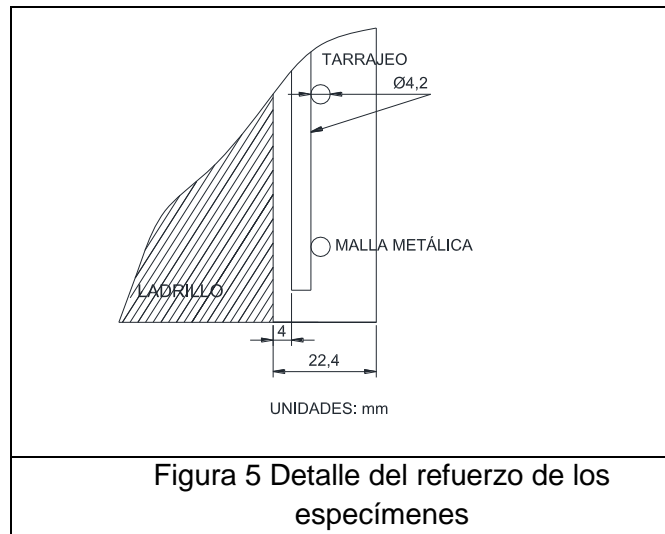


Figura 4 Refuerzo en pilas y muretes



Primero se elaboraron los especímenes pilas y muretes, durante el asentado de los ladrillos se colocaron alambres que atravesaban el mortero perpendicularmente al plano del espécimen, esto se hizo para fijar posteriormente la malla de acero. Luego de terminar el espécimen se fijó la malla en ambas caras dejando un espacio de 4 mm entre la malla y la superficie del espécimen usando crucetas de plástico. Finalmente se realizó el tarrajeo el cual tiene un espesor nominal de 22.4 mm. Ver Figura 6.

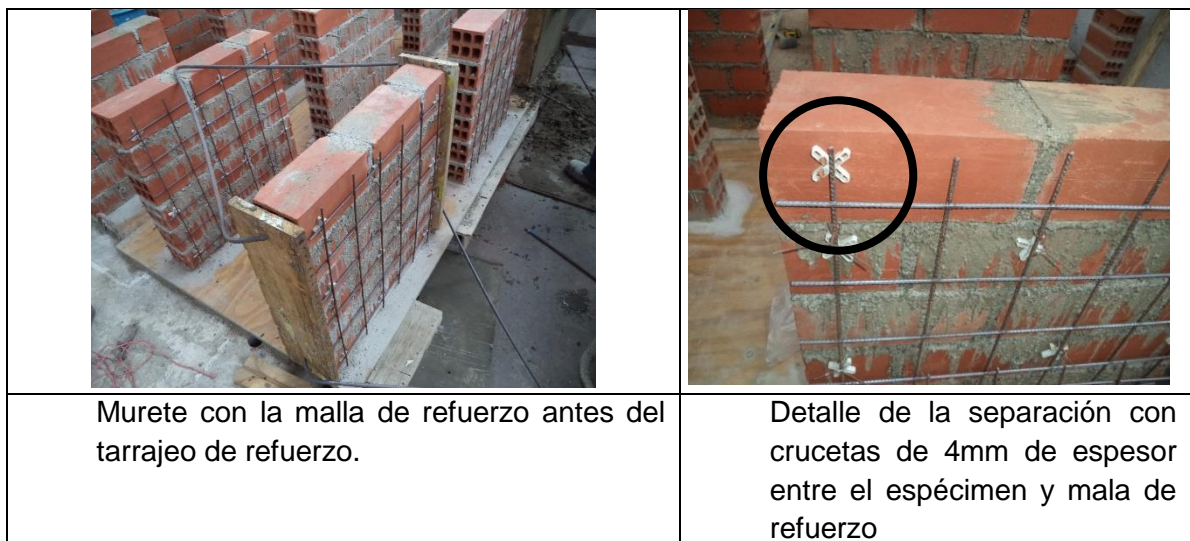


Figura 6 Elaboración de muretes reforzados

3.1. Ensayo en unidades

Se seleccionaron las unidades de la muestra, eliminando aquellas que presentaban deterioros, para así evitar la distorsión de resultados por este parámetro.

Considerando las propiedades físicas de las unidades, se realizaron ensayos de succión, porcentaje de vacíos y densidad tal como se ve en la Figura 7.



Figura 7 Ensayos de unidades de ladrillo tubular.

Ensayo de Succión

La succión está relacionado con la adherencia de la unión del mortero-ladrillo, pues con una succión excesiva no se logra una unión adecuada, esto debido a que el ladrillo absorbe de manera rápida el agua del mortero, endureciendo y deformando a este mismo, obteniendo uniones de baja resistencia y permeables al agua.

Ensayo de Absorción

Es una forma de medir la impermeabilidad que la unidad de albañilería posee, en la norma se especifican los valores máximos a usarse en condiciones de uso que se utilice el ladrillo bajo constante contacto con agua o terrenos sin recubrimiento (cisternas, jardineras y zonas lluviosas).

Propiedades Mecánicas De Las Unidades

Ensayos de Compresión en unidades:

Por cada tipo de ladrillo se realizaron ensayos de compresión en diez unidades para determinar la resistencia a la compresión f'_b tal como se ve en la Figura 8, para el cálculo de la resistencia se ha considerado el área

bruta de la unidad. Para PND1 Se obtuvo un valor característico de 26.40 kg/cm² y para PND2 se obtuvo un valor de 19.82 kg/cm² tal como se ve en la Tabla 4. Para ambos tipos de ladrillo, la resistencia a la compresión que se obtuvo es menor a la indicada por la norma peruana para unidades de arcilla. Durante el ensayo se observó que las fisuras se producen inicialmente en las uniones internas de las láminas horizontales y verticales de las unidades, las grietas van incrementándose y provocan el desprendimiento de las láminas verticales externas de las unidades tal como se ve en la Figura 9.

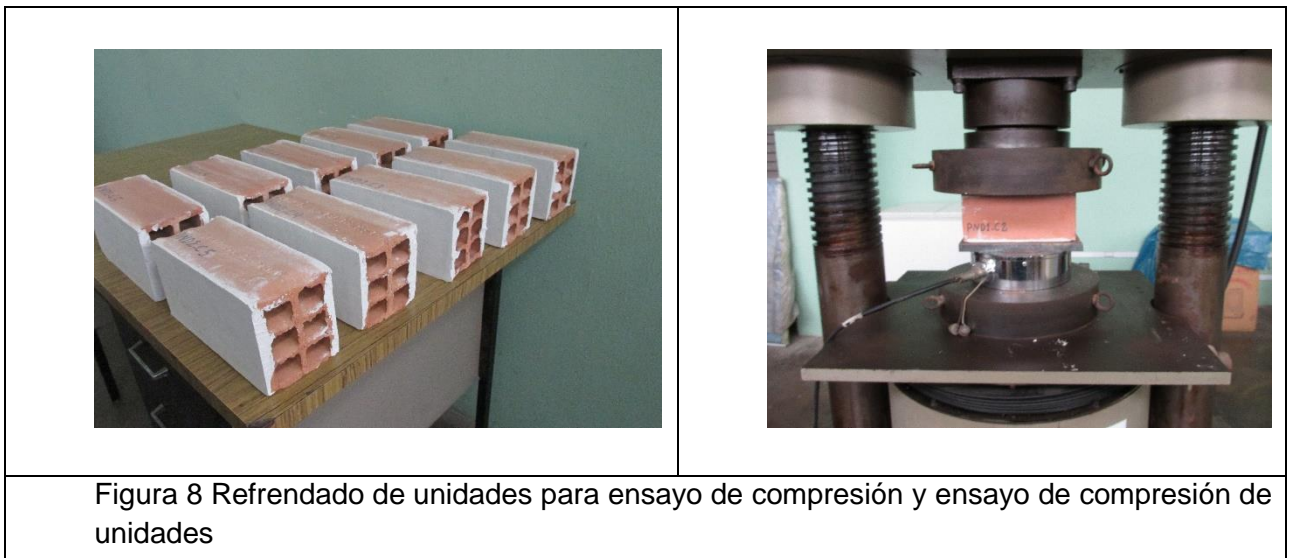


Figura 8 Refrendado de unidades para ensayo de compresión y ensayo de compresión de unidades



Figura 9 Agrietamiento de la unidad durante el ensayo de compresión

Tabla 4 Resultados de ensayos de compresión en unidades

IDENTIFICACION	fb promedio (kg/cm ²)	Desv. estándar	f'b (kg/cm ²)
PND1	26.85	0.444	26.40
PND2	24.36	4.540	19.82

3.2. Mortero: Propiedades Mecánicas

El mortero está formado por una mezcla de aglomerante y agregado fino a la cual se le añade suficiente agua para que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado.

En todos los casos el cemento utilizado fue Portland tipo I y agregado fino. Mientras se construían los prismas y muretes, se fabricaron probetas por cada tipo de mortero. Estas probetas fueron curadas en agua y después de cumplir 28 días de edad fueron ensayadas a compresión axial.

Se obtuvo la arena de una cantera de la zona de Puente Piedra la cual abastece a la zona del cono norte de Lima, la granulometría de este agregado fino es variada pero no cae dentro del huso granulométrico indicado por la norma para morteros, no se hizo correcciones para representar condiciones reales de construcción ver Tabla 5 y Figura 10.

Se utilizaron dos tipos de mortero sin cal y con proporción volumétrica cemento-arena 1:3 y 1:5

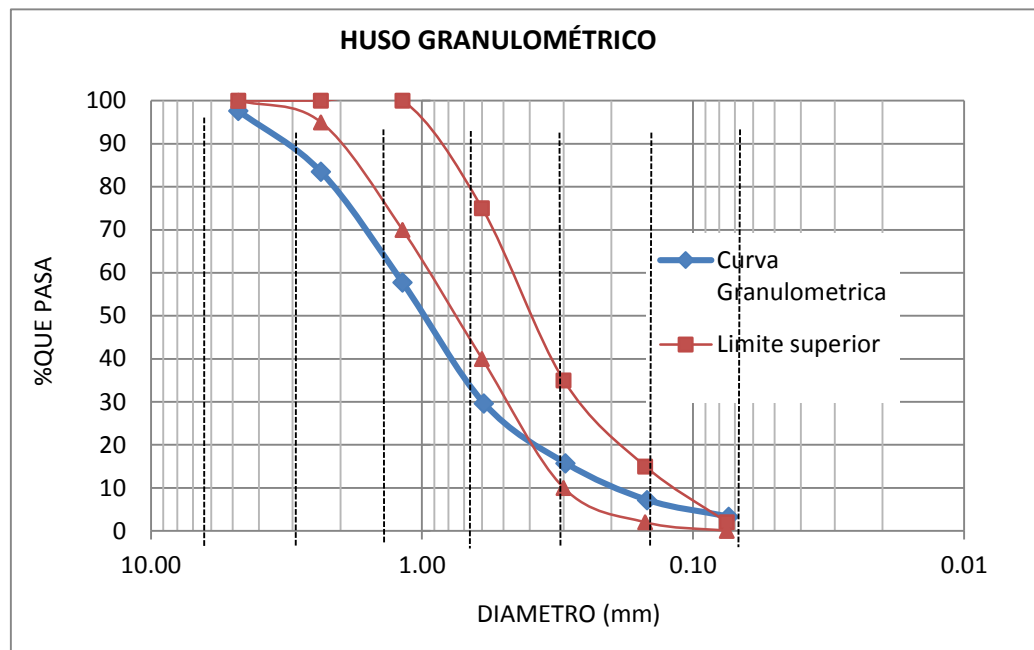


Figura 10 Granulometría de la arena.

Tabla 5: Propiedades Físicas de la Arena usada en el Mortero

P.E	2200.00	kg/m ³
P.U.S	1402.51	kg/m ³
P.U.C	1560.98	kg/m ³
M.F	3.09	%
%Hum	1.36	%
%Abs.	2.13	%

Se moldearon los cubos de mortero de 5cm de lado, después de 24 horas se desmoldaron y fueron sumergidos en agua. A los 28 días se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión tal como se puede ver en la Figura 11. En la Tabla 6 se muestran los valores promedio de resistencia a la compresión y de módulo de elasticidad del mortero y en la Figura 12 se muestra la curva esfuerzo deformación de un cubo con dosificación cemento arena 1:3 y un cubo con dosificación cemento arena 1:5.

Figura 11 Ensayo de resistencia a la compresión en cubos de mortero

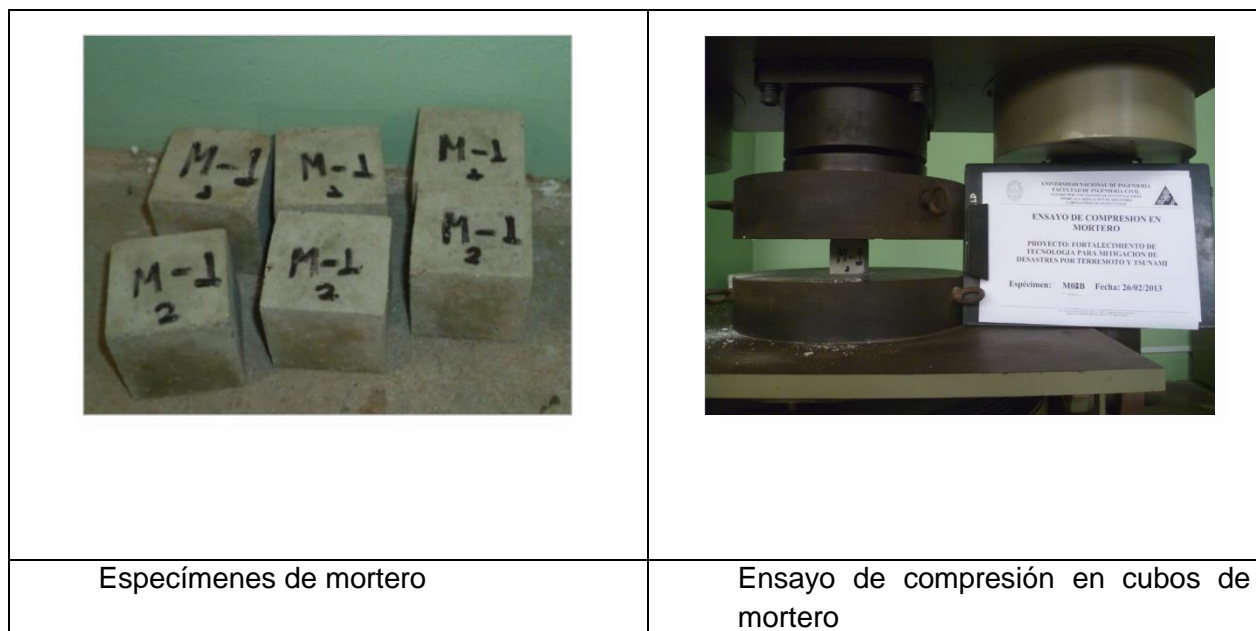


Figura 12 Curvas esfuerzo deformación de morteros

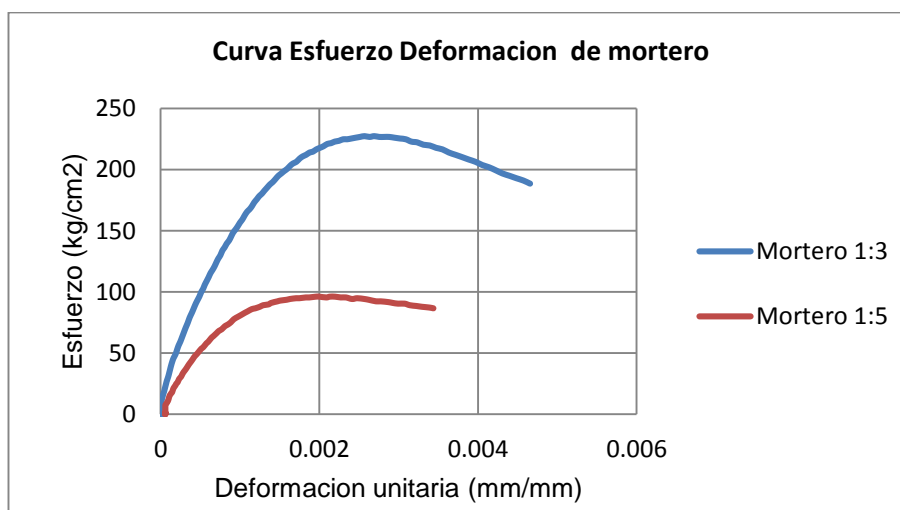


Tabla 6 Resultados de ensayos de compresión de morteros

Tipo de mortero	Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad promedio E (kg/cm ²)
Mortero 1:3	228	189705
Mortero 1:5	93	140068

4. RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA ALBAÑILERIA (f'_m)

El comportamiento de prismas de albañilería y su resistencia bajo carga vertical ha sido un tema de investigación fundamental por las últimas seis décadas y muchos parámetros sobre la resistencia de pilas se han investigado en forma de experimentación y modelamiento numérico.

El espécimen para determinar la resistencia a la compresión de la albañilería consiste en una pila formado por unidades asentadas una sobre otras.

Luego de 28 días de su elaboración se inició los ensayos de resistencia a la compresión de las pilas, el equipo de ensayo está formado por una máquina de compresión de 300 toneladas de capacidad y un sistema de adquisición de datos. Antes del ensayo se aplicó un refrendado para corregir la irregularidad superficial de la albañilería. El ensayo consiste en aplicar la carga a un ritmo controlado hasta la falla.

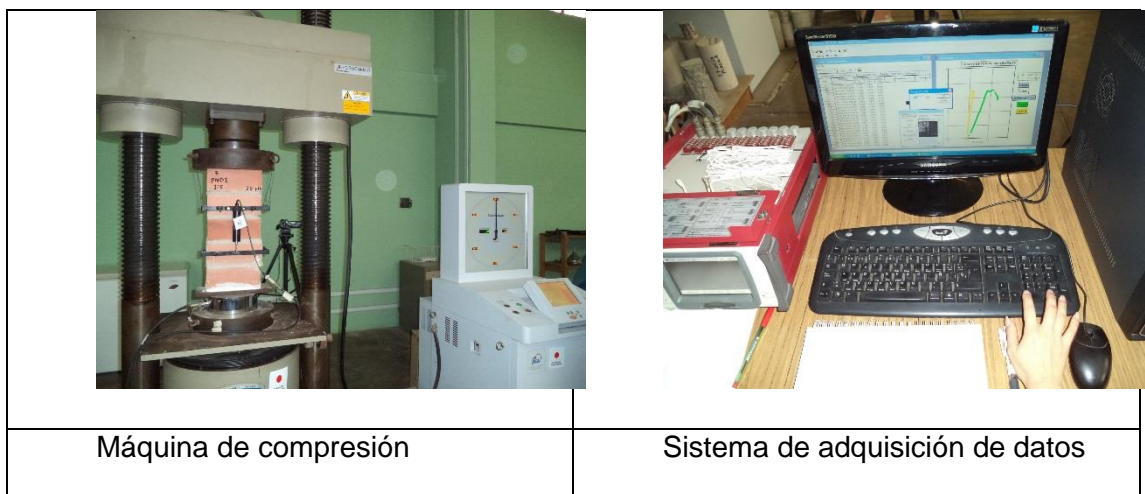


Figura 13 Equipo para el ensayo de compresión de las pilas

PILAS SIN REFORZAR

En los ensayos de pilas para mortero con proporción de mezcla 1:3 se obtuvo un valor de resistencia en compresión característico de 30.87 kg/cm² y en el caso de proporción de mezcla 1:5 se obtuvo un valor de resistencia en compresión característico de 21.90 kg/cm².

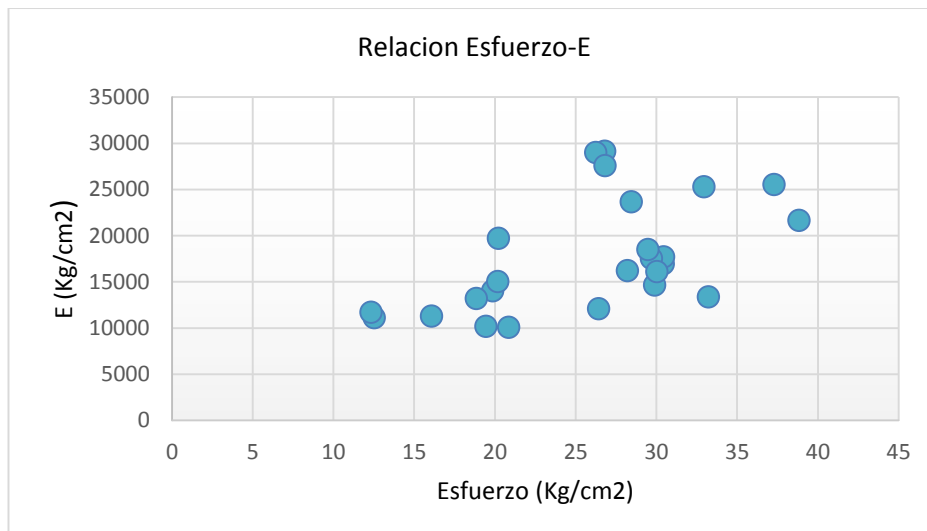
Tabla 7 Valor característico de resistencia a la compresión de las pilas

Identificación	Esfuerzo de compresión promedio				Valor característico	
	kg/cm ²	Desv Estándar	Mpa	Desv Estándar	kg/cm ²	Mpa
PILASsinref-13	30.87	3.77	3.03	0.37	27.10	2.66
PILASsinref-15	21.90	4.44	2.15	0.44	17.46	1.71

Tabla 8 Módulo de elasticidad

Identificación	Módulo de Elasticidad (E) promedio			
	kg/cm ²	Desv Estándar	Mpa	Desv Estándar
PILASsinref-13	20661	5397	2026	529
PILASsinref-15	15023	5356	1473	525

Figura 14 Relación Esfuerzo de compresión-Modulo de elasticidad (E)



Durante los ensayos de las pilas sin reforzar, se observó que las fisuras aparecen a partir del 50% de la carga máxima aproximadamente. Estas fisuras (que provocan la separación de las láminas) se forman en las uniones internas de las láminas horizontales y verticales de las unidades, las grietas van incrementándose y provocan el desprendimiento de las láminas verticales externas de las unidades. Ver Figura 15.



	
<p>Desprendimiento de láminas verticales de las unidades.</p>	<p>Separación vertical en las uniones de láminas horizontales y verticales.</p>

Figura 15 Tipos de fallas en pilas

PILAS REFORZADAS

Con el refuerzo con malla electrosoldada se obtiene valores de resistencia a la compresión mayores al indicado para pilas de ladrillo artesanal (f_m característico de 35 kg/cm^2). En los ensayos de pilas para mortero con proporción de mezcla 1:3 se obtuvo un valor de resistencia en compresión característico de 51.75 kg/cm^2 y en el caso de proporción de mezcla 1:5 se obtuvo un valor de resistencia en compresión característico de 37.85 kg/cm^2 . Asimismo el refuerzo impide la falla violenta en compresión de la pila.

Figura 16 Ensayo de pilas reforzadas



Tabla 9 Valor característico de resistencia a la compresión de las pilas reforzadas

Identificación	Esfuerzo de compresión promedio				Valor caracterist.	
	kg/cm2	Desv	Mpa	Desv	kg/cm2	Mpa
PILASref-PND-13	55.04	3.29	5.40	0.32	51.75	5.07
PILASref-PND-15	45.41	7.56	3.71	1.86	37.85	1.85

Tabla 10 Módulo de elasticidad de la albañilería reforzada

Identificación	Módulo de Elasticidad (E) promedio			
	kg/cm2	Desv	Mpa	Desv
PILASref-PND-13	64639.79	22045.00	6339.22	2161.95
PILASref-PND-15	51448.02	13077.17	4204.59	2280.98

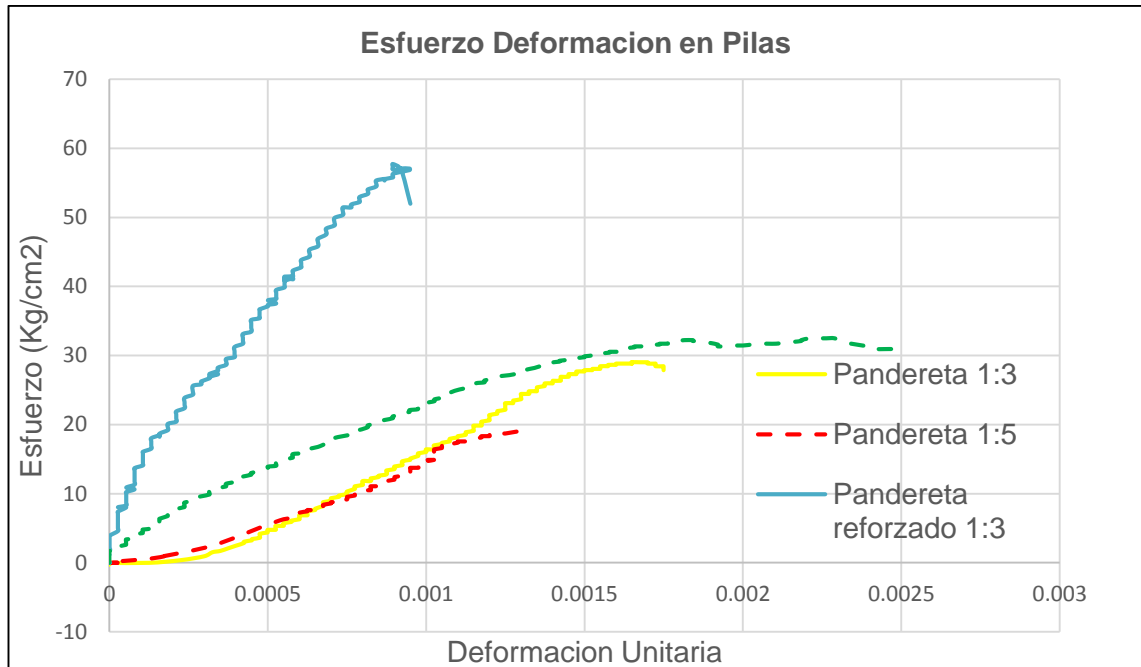
En el caso de las pilas reforzadas se observó que las fisuras en las unidades aparecen a partir del 40% de la carga máxima aproximadamente. Luego empieza a aparecer las fisuras verticales en las caras del refuerzo y el aplastamiento en ambos extremos del espécimen, estas fallas se pueden ver en la Figura 17.

Figura 17 Fallas de las pilas reforzadas



El refuerzo con malla electrosoldada incrementa notablemente la resistencia a la compresión axial de la albañilería y evita la falla violenta del espécimen, este incremento es más notorio en el caso en que se ha usado mortero con proporción cemento arena 1:3 tal como se puede ver en la Figura 18 en la cual se han graficado curvas típicas de cada tipo de pilas.

Figura 18 Curva Esfuerzo – Deformación de pilas



En el anexo se muestran algunas curvas representativas de los ensayos de compresión en pilas.

5. RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA ($V'm$)

Este ensayo fue desarrollado para medir de una manera más precisa la tensión diagonal de la albañilería. El espécimen se carga en compresión a lo largo de una de sus diagonales provocando la falla por tensión diagonal en la dirección de aplicación de la carga. Para este ensayo se ha utilizado una gata de 50 toneladas de capacidad para la aplicación de la carga, para medir las deformaciones se ha utilizado sensores LVDT y un sistema de adquisición de datos.

Figura 19 Ensayo de tracción diagonal



MURETES SIN REFORZAR

En los ensayos de compresión diagonal de los muretes para mortero con proporción de mezcla 1:3 se obtuvo un valor de resistencia en corte característico de 8.17 kg/cm² el cual es mayor al indicado por la norma para el caso de ladrillo King Kong industrial (8.1 kg/cm²) y en el caso de proporción de mezcla 1:5 se obtuvo un valor de resistencia en corte característico de 3.24 kg/cm², este es menor que el indicado por la norma para el caso de ladrillo King Kong artesanal (5.1 kg/cm²).

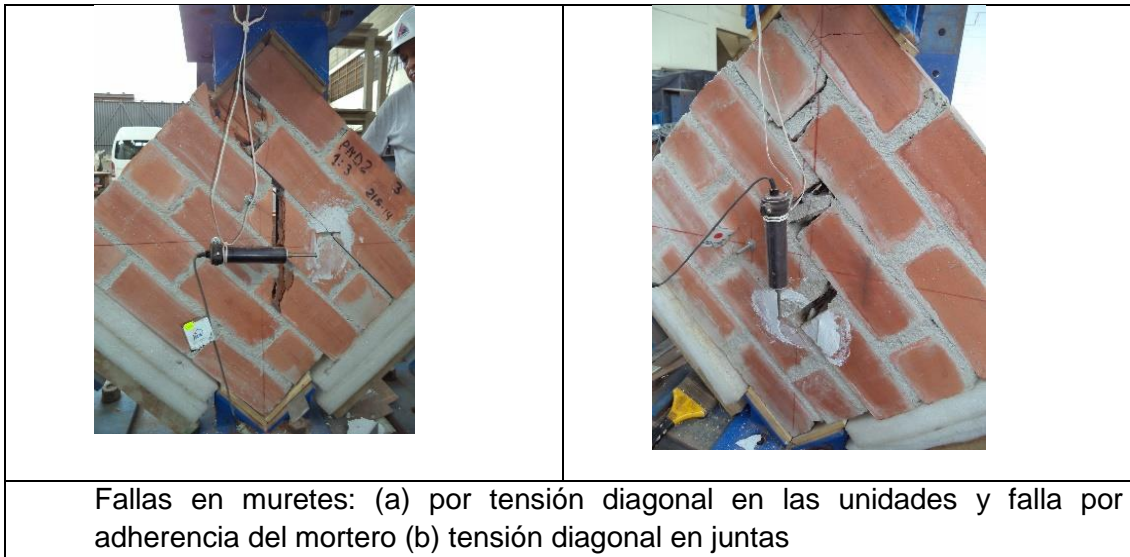
Tabla 11 Resistencia en corte promedio y característica de la albañilería sin reforzar.

IDENTIFICACION	Resistencia en corte promedio				Valor caracterist.	
	kg/cm ²	Desv	Mpa	Desv	kg/cm ²	Mpa
MureteSinRef-PND-13	9.88	1.71	0.97	0.17	8.17	0.80
MureteSinRef-PND-15	4.28	1.04	0.42	0.10	3.24	0.32

Se observaron las fallas típicas de los muretes de mampostería sujetos a compresión diagonal: Falla por tensión diagonal en las unidades; falla por tensión diagonal en juntas y falla por deslizamiento.

Fue más común la falla por tensión diagonal en juntas, debido a que no hay buena adherencia entre las unidades y mortero, en otros casos se dio la falla localmente en la esquina donde se aplicó la carga.

Figura 20 Tipos de falla en muretes sin reforzar



MURETES REFORZADOS

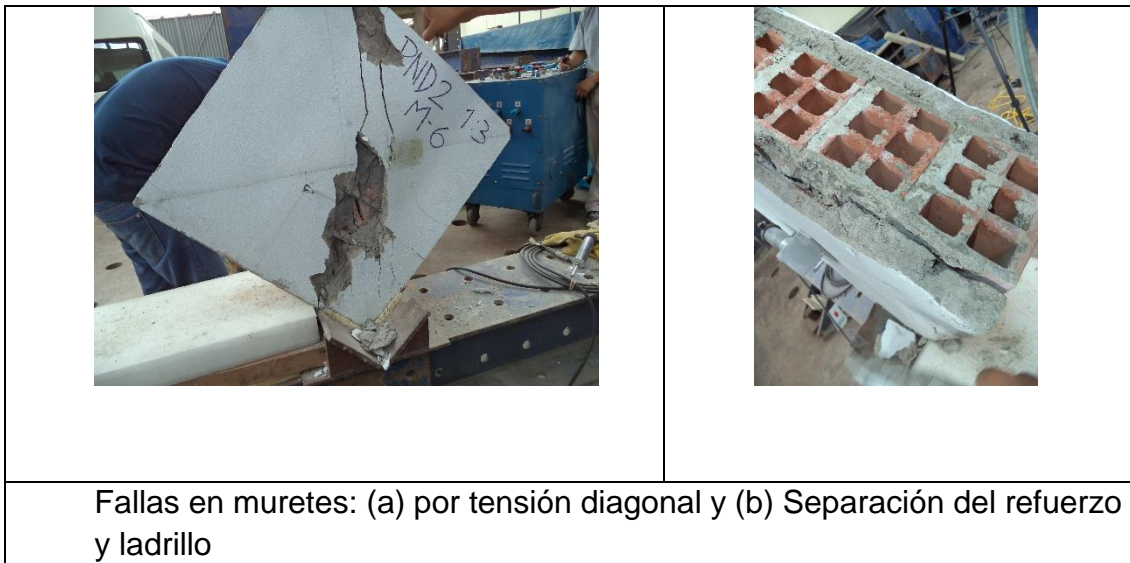
En los ensayos de compresión diagonal de los muretes reforzados para mortero con proporción de mezcla 1:3 se obtuvo un valor de resistencia en corte característico de 19.03 kg/cm² el cual es mayor al indicado por la norma para el caso de ladrillo King Kong artesanal y en el caso de proporción de mezcla 1:5 se obtuvo un valor de resistencia en compresión característico de 7.26 kg/cm², este es menor que el indicado por la norma.

Tabla 12 Resistencia en corte promedio y característica de la albañilería reforzada.

IDENTIFICACION	Resistencia en corte promedio				Valor caracterist.	
	kg/cm ²	Desv	Mpa	Desv	kg/cm ²	Mpa
MureteRef-PND-13	19.74	0.71	1.94	0.07	19.03	1.87
MureteRef-PND-15	9.23	1.97	0.90	0.19	7.26	0.71

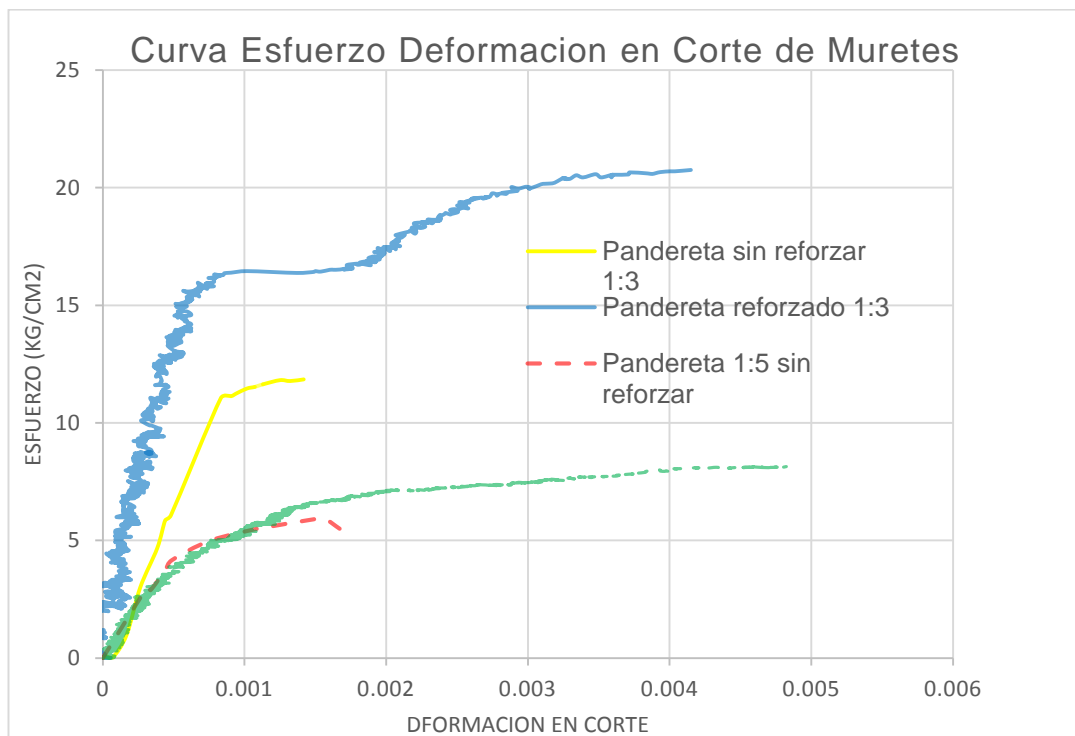
Se observaron las fallas típicas de los muretes de mampostería sujetos a compresión diagonal: Falla por tensión diagonal en las unidades; falla por tensión diagonal en juntas y falla por deslizamiento y separación entre las capas de tarrajeo y el ladrillo, en otros casos se dio la falla localmente en la esquina donde se aplicó la carga.

Figura 21 Fallas en muretes reforzados



En el anexo se muestran algunas curvas representativas de los ensayos de tracción diagonal.

Figura 22 Curva Esfuerzo deformación en corte de muretes



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el caso de la resistencia a la compresión característica se obtuvieron valores menores al requerido por la norma en el caso de las pilas sin reforzar. En los ensayos de pilas para mortero con proporción de mezcla 1:3 se obtuvo un valor de resistencia en compresión característico de 30.87 kg/cm² y en el caso de proporción de mezcla 1:5 se obtuvo un valor de resistencia en compresión característico de 21.90 kg/cm².

Con el refuerzo con malla electrosoldada se obtiene valores de resistencia a la compresión mayores al indicado para pilas de ladrillo artesanal (f_m característico de 35 kg/cm²). En los ensayos de pilas para mortero con proporción de mezcla 1:3 se obtuvo un valor de resistencia en compresión característico de 51.75 kg/cm² y en el caso de proporción de mezcla 1:5 se obtuvo un valor de resistencia en compresión característico de 37.85 kg/cm². Asimismo el refuerzo impide la falla violenta en compresión de la pila.

Durante los ensayos de las pilas sin reforzar, se observó que las fisuras aparecen a partir del 50% de la carga máxima aproximadamente. Estas fisuras se forman en las uniones internas de las láminas horizontales y verticales de las unidades.

En el caso de las pilas reforzadas se observó que las fisuras en las unidades aparecen a partir del 40% de la carga máxima aproximadamente. Luego empieza a aparecer las fisuras verticales en las caras del refuerzo y el aplastamiento en ambos extremos del espécimen.

En los ensayos de compresión diagonal de los muretes sin reforzar, para mortero con proporción de mezcla 1:3 se obtuvo un valor de resistencia en corte característico de 8.17 kg/cm² el cual es mayor al indicado por la norma para el caso de ladrillo King Kong artesanal y en el caso de proporción de mezcla 1:5 se obtuvo un valor de resistencia en compresión característico de 3.24 kg/cm², este es menor que el indicado por la norma para King Kong artesanal.

En los ensayos de compresión diagonal de los muretes reforzados para mortero con proporción de mezcla 1:3 se obtuvo un valor de resistencia en corte característico de 19.03 kg/cm² el cual es mayor al indicado por la norma para el caso de ladrillo King Kong artesanal y en el caso de proporción de mezcla 1:5 se obtuvo un valor de resistencia en compresión característico de 7.26 kg/cm², este es menor que el indicado por la norma para King Kong artesanal



Fue más común la falla por tensión diagonal en juntas, debido a que no hay buena adherencia entre las unidades y mortero, en otros casos se dio la falla localmente en la esquina donde se aplicó la carga.

7. Agradecimientos

Los investigadores agradecen al Ministerio de Economía y Finanzas de la República del Perú a través de su programa presupuestal 068 del PREVAED del gobierno del Perú, por haber financiado la ejecución de esta investigación.

Asimismo agradecemos al Japan Science and Technology Agency (JST), Japan International Cooperation Agency (JICA), por la donación del equipamiento que hizo posible el desarrollo de la presente investigación.

8. Referencias:

- [1] T. Izquierdo, “Correlación para determinar las propiedades físicas y mecánicas de unidades o especímenes de albañilería”, 1995.
- [2] C. Zavala, M. Estrada, Z. Aguilar, F. Lázares, “Estudio De Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad De Lima”, Ministry of Housing, Construction and Sanitation, 2010.
- [3] C. Zavala, M. Estrada, Z. Aguilar, F. Lázares, “Estudio de Microzonificación Sísmica, Mapas de Peligros Múltiples y Análisis de Riesgo de los Distritos del Cercado De Lima, Ventanilla y de las Ciudades de Chincha y Contumazá”, Ministry of Housing, Construction and Sanitation, 2012.
- [4] C. Zavala, M. Estrada, Z. Aguilar, F. Lázares, “Evaluación del Riesgo Sísmico del Distrito de Breña”, CENEPRED, 2012.
- [5] C. Zavala, M. Estrada, Z. Aguilar, F. Lázares, “Estudios de Microzonificación Geotécnica Sísmica y Evaluación del Riesgo en Zonas Ubicadas en los Distritos de Carabayllo y El Agustino (Provincia Y Departamento De Lima); Distrito del Cusco (Provincia y Departamento del Cusco); y Distrito de Alto Selva Alegre (Provincia y Departamento de Arequipa)”, Ministry of Housing, Construction and Sanitation, 2013.