

ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ EN PILAS DE ALBAÑILERÍA

San Bartolomé, A., Ing. Civil, Mag. Ing.

Prof. Departamento de Ingeniería , Pontificia Universidad Católica del Perú, asanbar@pucp.edu.pe

Quiun, D., Ing. Civil, Mag. Ing.

Prof. Departamento de Ingeniería , Pontificia Universidad Católica del Perú, dquiun@pucp.edu.pe,

Mendoza H. G.

Egresado de la Escuela de Graduados, Pontificia Universidad Católica del Perú, hgmendoza@pucp.edu.pe

RESUMEN

Se presenta una investigación experimental para la determinación de los factores de corrección por esbeltez de la resistencia a compresión ($f'm$) en pilas de albañilería simple. Según la Norma de Albañilería E.070, el valor de $f'm$ de los ensayos de laboratorio debe corregirse por un factor que tome en cuenta la esbeltez del espécimen. Para ello, se construyeron y ensayaron 60 pilas usando distintas unidades. La esbeltez se varió cambiando el número de hiladas. Los resultados indicaron que los factores de corrección especificados en la Norma se ajustan más a los valores experimentales que otras propuestas.

ABSTRACT

A experimental research to evaluate the slenderness correction factors for masonry compression strength ($f'm$) in prisms is presented. According to the Masonry Code E.070, the $f'm$ values of lab tests must be corrected by a slenderness factor. Therefore, 60 prisms were constructed and tested using different units. The slenderness was varied changing the number of layers. The results indicated that the correction factors given in the Code fit better to the experimental values than other proposals.

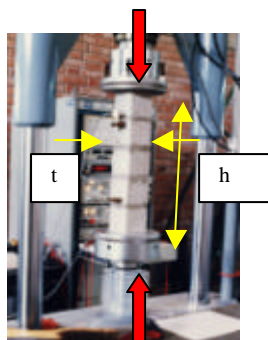
1. INTRODUCCIÓN

Las pilas de albañilería son prismas compuestos por dos o más hiladas de unidades enteras (ladrillos o bloques) asentadas con mortero, con una altura total que no debe ser excesiva a fin de facilitar su construcción, almacenaje y transporte desde la obra hacia un laboratorio. Estas pilas, con una edad nominal de 28 días, se deben ensayar para determinar la resistencia a compresión axial ($f'm$).

Sin embargo, esta resistencia $f'm$, depende de la relación altura-espesor o esbeltez (Fig.1). Las normas de Albañilería E.070 anterior y la actual ININVI (1982) y SENCICO (2006), adoptan un valor nominal de esbeltez $E=h/t$, igual a cinco (fig.1). Para otras esbelteces, se especifica coeficientes que se aplican sobre la resistencia respectiva, para de este modo estimar la resistencia que se obtendría con la esbeltez nominal.

Este trabajo se justificó puesto que los coeficientes de corrección por esbeltez no tenían respaldo experimental con unidades de albañilería peruanas, y son distintos a los especificados tanto por la norma extranjera ASTM C 1314 (2003) como por la norma nacional INDECOPI (2003). Todos los ensayos se efectuaron en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) con el financiamiento de SENCICO.

Fig.1
Pila de albañilería sujeta a compresión axial. Esbeltez $E=h/t$.



2. COMPARACIÓN DE NORMAS RESPECTO A LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA ALBAÑILERÍA ($f'm$)

La Norma de Albañilería E.070 actual de SENCICO (2006) y la anterior de ININVI (1982), indican que la resistencia a compresión de la albañilería $f'm$, debe obtenerse de ensayos de laboratorio con prismas compuestos por dos o más hiladas de unidades. Ambas versiones de la Norma adoptan una esbeltez nominal $E=5$. En la Tabla 1 se indican los coeficientes de corrección a aplicar a otras esbelteces. Sin embargo, éstos carecían de respaldo experimental con unidades propias del Perú.

Se examinaron entonces normas de diferentes países, para ver el tratamiento que le dan a la esbeltez de pilas de albañilería.

Los coeficientes indicados en la Norma de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (1998) y la Norma Peruana de INDECOPI 399.605 (2003) son similares a los de la Norma americana ASTM C1314 (2003), los cuales se dan en la Tabla 2, donde la esbeltez nominal es 2. El Gobierno del Distrito Federal de México (2004) en sus Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería de México, indica los coeficientes de la Tabla 3, con una esbeltez nominal de 4. El Instituto Nacional de Normalización de Chile (1997) en su Norma Chilena Oficial 2123.Of97 únicamente indican que la esbeltez debe ser mayor o igual que 3.

Tabla 1.- Coeficientes de corrección por esbeltez, SENCICO (2006)

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Coefic.	0.73	0.80	0.86	0.95	0.98	1.00
Corrección						

Tabla 2.- Coeficientes de corrección por esbeltez, ASTM (2003), INDECOPI (2003), AIS-Colombia (1998)

Esbeltez	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
Coefic. Corrección	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22

Tabla 3.- Coeficientes de corrección por esbeltez, MEXICO (2004)

Esbeltez	2.0	3.0	4.0	5.0
Coefic. Corrección	0.75	0.90	1.00	1.05

Otro aspecto importante reside en la cantidad de hiladas que debe tener la pila a ensayar. La Norma ASTM indica un mínimo de dos hiladas, mientras que las normas de México y de Chile indican un mínimo de tres hiladas. La Norma Peruana de SENCICO no indica ningún mínimo.

Un estudio similar al presente fue publicado por Page (1985) usando unidades de Australia variando las unidades y el número de hiladas. Entre sus conclusiones, sugiere que la esbeltez nominal debe ser 5.0.

3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Se escogieron unidades de albañilería peruanas de diferente material: arcilla y concreto; de diferente proceso de fabricación: artesanal e industrial; y de tamaño: ladrillos y bloques. El trabajo experimental se inició con la determinación de las propiedades mecánicas de las unidades elegidas (4 tipos), del mortero de pega (2 tipos) y del grout o concreto líquido en los bloques (1 tipo).

3.1 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Se utilizaron 4 tipos de unidades (ver la identificación en la Fig.2): tres de ellas fueron ladrillos sólidos (de arcilla y de concreto) que se utilizan en la construcción de muros de albañilería confinada, en tanto que la cuarta unidad fue un bloque de concreto vibrado que se utiliza en la construcción de muros de albañilería armada. El ladrillo empleado fue del tipo King Kong industrial y artesanal, mientras que el bloque fue del tipo industrial.



Fig.2. Unidades de albañilería utilizadas: King Kong Artesanal de arcilla (KKA); 2) King Kong Industrial de arcilla (KKI); 3) King Kong industrial de Concreto (KKC); y, 4) Bloque de Concreto Vibrado (BCV).

Los ensayos realizados para clasificar a las unidades fueron de variación dimensional, alabeo y compresión axial (ver fig. 3). Además se hicieron las pruebas adicionales de absorción y porcentaje de huecos. Los resultados se muestran en la Tabla 4.



Fig.3. Ensayos de la unidad de albañilería. De izquierda a derecha: Variación de Dimensiones, Alabeo y Compresión.

Tabla 4.- Características de las Unidades de Albañilería

Unidad	KKA	KKI	KKC	BCV
Resistencia a comp. f ^b en kg/cm ²	83 (21%)	213 (11%)	157 (14%)	97 (4%)
Absorción en 24 horas de inmersión	12%	15%	6%	5%
Porcentaje de huecos	0%	31%	30%	44%
Dimensiones promedios LxBxH (mm) y variación dimensional (%)	212x119x98 (-1%, 1%, 2%)	243x131x93 (-1%, -1%, -3%)	240x130x91 (0%, 0%, -1%)	390x140x190 (0%, 0%, 0%)
Alabeo (mm)	1	2	0	---

En el caso de la resistencia a compresión de las unidades f^b, debe indicarse que se utilizó el área bruta, y el valor característico se obtuvo restando al promedio una desviación estándar. Entre paréntesis se indica la dispersión porcentual de resultados.

De acuerdo a los resultados mostrados en la Tabla 4 y según SENCICO, 2006, estructuralmente el ladrillo KKA es clase II, el ladrillo KKI es clase V, el ladrillo KKC es clase IV y el bloque BCV es clase P. Por lo cual, todas las unidades son aptas para la construcción de muros portantes. De otro lado, los ladrillos calificaron como unidades sólidas.

3.2 MORTERO

Las unidades de concreto (KKC y BCV) se asientan secas, por lo que debido a su alta porosidad, fue necesario emplear un mortero con cal hidratada y normalizada a fin de aumentar su retentividad. Para las pilas construidas con estas unidades se utilizó un mortero en proporción volumétrica cemento-cal-arena 1: ½ : 4.

Para el caso de las unidades de arcilla (KKA y KKI), asentadas húmedas, el mortero tuvo una proporción volumétrica cemento: arena 1:4 (sin cal).

En todos los casos el cemento utilizado fue Pórtland tipo I y la arena fue gruesa.

Por otro lado, mientras se construyeron las pilas, se fabricaron 5 probetas cúbicas por cada tipo de mortero, de 5 cm de arista. Estas probetas fueron curadas en agua y después de cumplir 28 días de edad fueron ensayadas a compresión axial (Fig.4). Los resultados promedios, así como la dispersión porcentual de resultados, aparecen en la Tabla 5.



Fig.4. Mortero. De izquierda a derecha: mezcla con cal, dispositivo de ensayo y probetas ensayadas.

Tabla 5.- Resistencia a Compresión del Mortero

Proporción volumétrica	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Coefficiente de variación
1: ½ : 4 (con cal)	144	9.08%
1: 0: 4 (sin cal)	143	4.99%

3.3 CONCRETO LÍQUIDO (GROUT)

Las celdas de las pilas hechas con bloques de concreto vibrado (BCV) fueron rellenas con grout en proporción volumétrica cemento: arena: confitillo 1: 2 ½ : 1 ½, preparado en una mezcladora con un slump de 10 pulgadas (Fig.5).

Al instante de efectuar el vaciado, se prepararon 4 probetas de grout de 10x10x19 cm, empleando como moldes a los bloques forrados con papel filtro, de tal modo que se permita una transferencia natural del agua del grout hacia los bloques.

Estas probetas no fueron curadas, sino que se mantuvieron en los moldes durante 28 días, para posteriormente ensayarlas a compresión. La resistencia promedio fue $f'c = 202 \text{ kg/cm}^2$, con una dispersión de resultados de 14%.



Fig.5. Grout. De izquierda a derecha: slump, moldes con papel filtro, ensayo de compresión y forma de falla de una probeta ensayada.

4.0 CARACTERÍSTICAS DE LAS PILAS

4.1 NÚMERO DE HILADAS

Para definir la altura de las pilas de albañilería, se consideró lo siguiente:

- La facilidad constructiva empleando un número entero de unidades, el almacenaje en obra, la facilidad en el transporte desde la obra hasta un laboratorio, la maniobrabilidad en el laboratorio a fin de aplicarles refrentado e instalarlas en la máquina de ensayos. Así, por ejemplo, se descartaron las pilas de 5 hiladas hechas con bloques de concreto vibrado (BCV) por ser muy grandes y pesadas.
- El rango de esbelteces y la esbeltez nominal especificada por SENCICO (2006).

Considerando los puntos mencionados, las pilas hechas con ladrillos de arcilla (KKA y KKI) y de concreto (KKC) tuvieron 2, 3, 4 y 5 hiladas, mientras que las pilas hechas con bloques de concreto vibrado (BCV) tuvieron 2, 3 y 4 hiladas.

4.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS PILAS

Por cada esbeltez y por cada tipo de unidad, se construyeron 4 pilas, lo que proporcionó un total de 60 pilas (Fig.6). Cada pila fue identificada por la unidad utilizada (U), el número de hiladas (nH) y un dígito ($i = 1 \text{ a } 4$): $U - nH - i$. Por ejemplo, la pila KKA-3H-2 es de ladrillo King Kong Artesanal, de 3 hiladas, siendo la segunda de una serie compuesta por 4 pilas.



Fig.6
Total de pilas construidas

4.3 CONSTRUCCIÓN DE LAS PILAS

Antes del asentado, las unidades fueron seleccionadas eliminando aquellas que presentaban fisuras, o estaban mal cocidas, para posteriormente limpiarlas. En todos los casos, las juntas horizontales de mortero cubrieron toda la superficie de asentado de la unidad (Fig.7) y tuvieron un grosor nominal de 1 cm. Este grosor fue controlado mediante un escantillón (regla graduada), mientras que la verticalidad fue controlada con una plomada.



Fig.7. Mortero cubriendo la superficie de asentado. De izquierda a derecha: ladrillo de arcilla, ladrillo de concreto y bloque de concreto.

4.4 PILAS CON UNIDADES DE ARCILLA

Los ladrillos de arcilla (KKA y KKI, Fig.8) fueron regados durante media hora, unas 10 horas antes de asentarlos, con el objeto de disminuir su elevada succión natural. De este modo, al instante de asentarlos, su superficie está relativamente seca (para que succione el cementante del mortero) y su núcleo está saturado (para que el agua existente en el núcleo sirva para curar al mortero). En estos casos se utilizó mortero 1: 0: 4 (sin cal).



Fig.8 Ladrillos de arcilla humedecidos (izq.) y construcción de pilas (der.).

4.5 PILAS CON UNIDADES DE CONCRETO

Las unidades de concreto (KKC y BCV) se asientan en seco (en su estado natural, (figuras 9 y 10), puesto que debido a su

alto coeficiente de variación volumétrica, podrían expandirse al regarse para luego contraerse al secarse, lo que causaría fisuras en los muros. Debido a que estas unidades presentan elevada porosidad, fue necesario emplear mortero con cal, en proporción volumétrica 1: ½ : 4 para elevar la retentividad del mortero.

Para el caso de las pilas construidas con bloques de concreto, las celdas fueron rellenas con concreto líquido (grout) en proporción volumétrica cemento: arena: confitillo 1: 2 ½ : 1 ½, con un slump de 10 pulgadas. El grout fue vaciado y compactado con una varilla lisa de ½" al día siguiente de haberse construido las pilas de albañilería.



Fig.9 Secuencia en la construcción de pilas con ladrillos de concreto KKC. Limpieza (izq.) y asentado (der.)



Fig.10 Secuencia en la construcción de pilas con bloques de concreto BCV. Pilas vacías (izq.) y compactación del grout (der.).

5. TÉCNICA DE ENSAYO

Las 60 pilas se ensayaron a compresión axial al cumplir 28 días de edad. Para el caso de las pilas rellenas con grout, la edad se contabilizó a partir del día en que se efectuó el vaciado del grout.

Desde su construcción, todas las pilas fueron almacenadas en un lugar techado para protegerlas del sol y la lluvia. Previamente al ensayo, se aplicó un capping de yeso-cemento, de unos 3 mm de espesor, en las caras en contacto con los cabezales del equipo de ensayo.

El equipo de ensayo (Fig.11) consistió de una celda de carga y una gata hidráulica, ambas de 200 ton de capacidad, accionada con una bomba eléctrica. Tanto la celda como la gata, concéntricas con la pila, apoyaban sobre un pórtico metálico de reacción. La carga fue aplicada de modo de producir compresión axial a una velocidad de carga de 4 ton/min, hasta provocar la rotura de las pilas, instante después del cual se produjo la degradación de resistencia. Esta carga máxima fue registrada por un voltímetro conectado a la celda de carga.

6. FORMAS DE FALLA DE LAS PILAS

En las figuras 12 a 15 se muestra las formas de falla de las distintas pilas ensayadas a compresión axial. En todos los casos la falla fue frágil.

Para el caso de las unidades KKI, las caras laterales tendieron a deslaminarse. Para el caso de las unidades KKC, las grietas verticales tendieron a pasar por las ranuras del ladrillo. Para el

caso de las unidades BCV, se notó poca adherencia en la interfase grout-bloque.



Fig.11 Equipo de ensayo.



Fig.12. Pilas de ladrillo artesanal KKA.

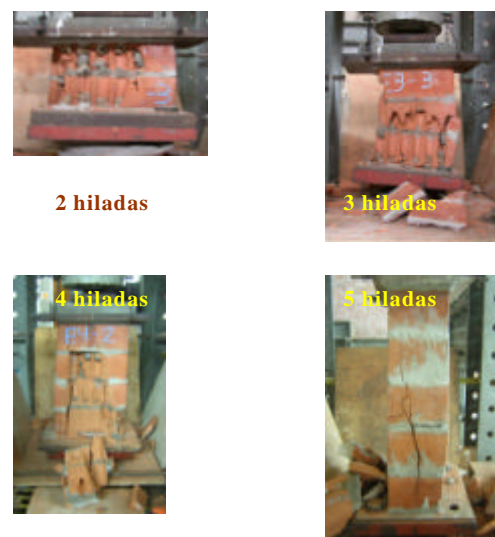


Fig.13. Pilas de ladrillo industrial KKI.



Fig.14. Pilas de ladrillo de concreto KKC.

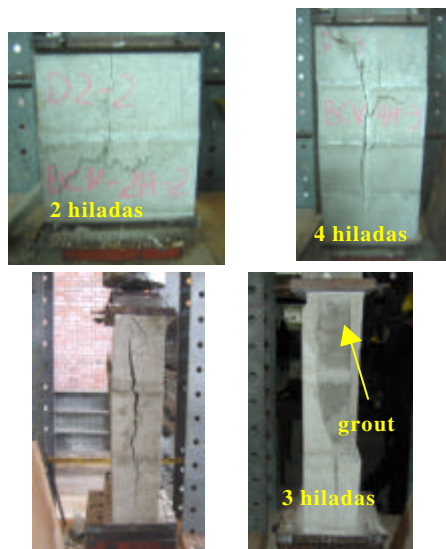


Fig.15. Pilas de bloques de concreto BCV.

7. RESULTADOS NUMÉRICOS

En la Tabla 6 se indica para las 60 pilas ensayadas a compresión axial: la altura de la pila (h), su espesor (t), la esbeltez ($E = h/t$), el área de la sección transversal (A), la carga máxima promedio de las cuatro pilas de cada serie (Pm) y la dispersión porcentual (D) de resultados para cada serie. Esta dispersión se calculó dividiendo una desviación estándar entre la resistencia promedio (coeficiente de variación).

8. PROCESAMIENTO DE RESULTADOS

A fin de obtener los coeficientes de corrección (CC) por esbeltez, los resultados que aparecen en la Tabla 6 fueron procesados siguiendo los siguientes pasos:

1) Depuración de Resultados. Los resultados inconsistentes (resaltados con negrilla en la Tabla 6) fueron eliminados de tal modo que por lo menos queden 3 pilas o ninguna en cada serie. Debe entenderse por resultado inconsistente aquél valor máximo o mínimo que no guarde coherencia con el resultado esperado; por ejemplo, toda la serie KKC fue eliminada debido a que las pilas más esbeltas soportaban más carga axial que las pilas menos esbeltas, lo cual es incongruente.

Asimismo, toda la serie KKA-4H fue eliminada por la elevada dispersión de resultados obtenida (más de 30%).

Tabla 6. Datos de cada serie (Datos no depurados)

UNIDAD	h (mm)	E = h/t	Pm (kN)	D (%)
KKA t = 119 mm A = 252 cm ²	220 – 2H	1.85	179.98	4.7
	332 – 3H	2.79	141.585	8.6
	438 – 4H	3.68	126.19	31.0
	546 – 5H	4.59	141.83	14.8
KKI t = 131 mm A = 318 cm ²	210 – 2H	1.60	462.97	9.4
	313 – 3H	2.39	426.24	11.5
	425 – 4H	3.24	420.10	9.7
	524 – 5H	4.00	391.29	9.9
KKC t = 130 mm A = 312 cm ²	203 – 2H	1.56	302.06	12.3
	305 – 3H	2.35	361.14	6.1
	407 – 4H	3.13	335.17	5.9
	505 – 5H	3.89	380.73	7.0
BCV t = 140 mm A = 546 cm ²	402 – 2H	2.87	568.40	3.7
	603 – 3H	4.30	470.51	6.5
	798 – 4H	5.70	464.98	5.0

2) Cálculo de f'_m . Trabajando con los resultados depurados, la resistencia característica a compresión axial (f'_m , SENCICO, 2006) fue evaluada restando a la resistencia promedio una desviación estándar. La resistencia unitaria promedio fue calculada como la carga máxima promedio dividida entre el área bruta de la pila (valor de A, en la Tabla 3).

3) Evaluación de f'_m para una Esbeltez Normalizada de 5. La esbeltez estándar de la Norma E.070 es $E = 5$; puesto que ninguna serie tuvo esa esbeltez, hubo que predecir el valor f'_m ($E = 5$) por interpolación lineal de los resultados experimentales depurados.

4) Cálculo del Coeficiente de Corrección por Esbeltez (CC). Para cada serie el coeficiente de corrección se calculó como $CC = f'_m (E = 5) / f'_m (E)$, los que figuran en la Tabla 7.

5) Obtención de curva de ajuste. Se preparó un gráfico E vs. CC, en donde se trazó una curva polinómica de ajuste, la misma que aparece en la figura 16.

La curva de ajuste responde a la ecuación 1 donde E es la esbeltez y CC es el coeficiente de corrección por esbeltez.

$$CC = -0.0053 E^3 + 0.051 E^2 - 0.0631 E + 0.7074 \quad (\text{ec. 1})$$

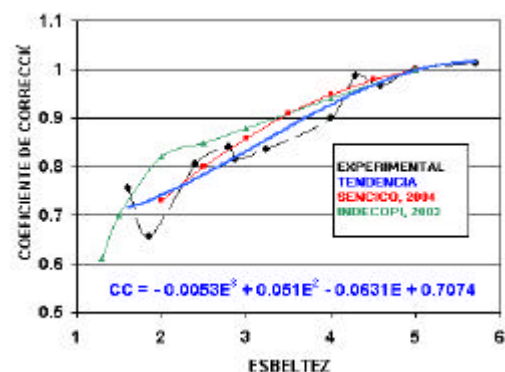


Fig. 16 Gráfico de CC vs. E y curva de ajuste.

UNIDAD	E = h/t	Pm (kN)	Dispersión	f'm (kg/cm ²)	CC
KKA	1.85	179.98	4.7 %	67.99	0.657
	2.79	145.36	8.0 %	53.01	0.842
	4.59	134.21	13.2 %	46.19	0.966
	5.00	---	---	44.64	1.000
KKI	1.60	462.97	9.4 %	131.80	0.756
	2.39	441.42	10.7 %	123.77	0.805
	3.24	420.10	9.7 %	119.13	0.837
	4.00	391.29	9.9 %	110.73	0.900
	5.00	---	---	99.68	1.000
BCV	2.87	561.18	3.3 %	99.36	0.815
	4.30	479.31	6.4 %	82.14	0.986
	5.00	---	---	81.01	1.000
	5.70	456.84	4.5 %	79.89	1.014

9. COMPARACIÓN DE LOS COEFICIENTES ESPECIFICADOS POR INDECOPI y SENCICO

Los coeficientes de corrección por esbeltez que especifica INDECOPI 2003 (iguales a los indicados por ASTM C 1314, 2003) están normalizados para una pila con esbeltez $E = 2$, por lo que para efectos comparativos hubo que estandarizar estos coeficientes a una esbeltez $E = 5$, que es el valor nominal empleado por la Norma E.070 (SENCICO 2006). Los valores de INDECOPI (2003); SENCICO (2006); y, de la ecuación 1, se presentan tanto en el fig. 16, como en la Tabla 8, donde además se indica la diferencia porcentual de los valores de ambas normas respecto a los obtenidos con la curva de ajuste.

E = h/t	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
INDECOPI (original)	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	---	1.22
INDECOPI (E = 5)	0.61	0.70	0.82	0.85	0.88	0.94	---	1.00
SENCICO	---	---	0.73	0.80	0.86	0.95	0.98	1.00
Ecuación 1	0.70	0.71	0.74	0.79	0.84	0.93	0.97	1.00
Diferencia SENCICO-Ecuación 1	---	---	-1%	+1%	+2%	+2%	+1%	0%
Diferencia INDECOPI-Ecuación 1	-13%	-1%	+11%	+8%	+5%	+1%	---	0%

En la Tabla 8 y en la figura 16 puede apreciarse que los coeficientes de corrección proporcionados por SENCICO 2006, se acercan en mayor grado a la curva de tendencia de los valores experimentales (ecuación 1) que los valores proporcionados por INDECOPI, 2003. Además, se aprecia que las diferencias se acentúan cuando las pilas son de poca esbeltez ($E < 3$).

10. CONCLUSIONES

1) La curva de tendencia del coeficiente de corrección (CC) por esbeltez de las pilas de albañilería ensayadas a compresión axial, para 3 tipos distintos de unidades, mostró una buena aproximación hacia los valores de CC proporcionados por SENCICO (2006); mientras que los valores especificados por INDECOPI (2003), iguales a los indicados por ASTM C 1314, (2003) se alejaron más de esta curva. Por tanto, es preferible emplear los valores de CC indicados por SENCICO (2006), que son los mismos a los dados por ININVI (1982).

2) INDECOPI (2003) y ASTM C 1314 (2003), utilizan una esbeltez nominal $E = 2$ (donde $CC = 1$), que corresponde

aproximadamente a una pila compuesta por 2 ladrillos, mientras que la esbeltez estándar es $E = 5$ para SENCICO (2006). Habiéndose comprobado experimentalmente que los valores de CC son muy sensibles para esbelteces menores que 3, resulta aconsejable que la esbeltez estándar sea la especificada por SENCICO (2006) y que las pilas estén compuestas por lo menos por tres unidades de albañilería.

3) Las pilas hechas con ladrillos de concreto industrial (KKA) mostraron resultados incoherentes, obteniéndose mayor resistencia a compresión en las pilas más esbeltas. Por tanto, es necesario continuar la investigación para este tipo de unidad, esta vez construyendo por lo menos 10 pilas por cada esbeltez, para analizar si la inconsistencia puede deberse a las ranuras que muestra esta unidad.

11. AGRADECIMIENTO

El proyecto descrito en este artículo fue financiado por SENCICO. La construcción de especímenes y los ensayos se hicieron en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas PUCP. Los autores agradecen el apoyo brindado a este trabajo.

12. REFERENCIAS

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (1998) NSR 1998 Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Título D – Mampostería Estructural. Colombia.
- ASTM C1314 (2003) Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms.
- Gobierno del Distrito Federal México (2004) Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería. México.
- INDECOPI (2003) NTP 399.605. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a compresión de prismas de albañilería, Perú.
- ININVI (1982) Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería Ministerio de Vivienda, Perú.
- Instituto Nacional de Normalización (1997) Norma Chilena Oficial 2123.Of97. Albañilería Confinada – Requisitos de diseño y cálculo. Chile.
- Page, A. W. (1985) The Influence of Brick and Brickwork Prism Aspect Ratio on the Evaluation of Compressive Strength. Proceedings 7th International Brick Masonry Conference, Melbourne, Australia, pp.653-664.
- SENCICO (2006) Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.070 Albañilería. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Perú.