

SISTEMA MACHIHEMRADO DE SECCIÓN TRANSVERSAL CONSTANTE

1. Campo de la invención

La presente invención se relaciona con una unidad de mampostería de sección transversal constante, y con el sistema machihembrado que se logra a partir del arreglo de estas unidades, en el que se obtiene un ensamble por la traba mecánica que se produce entre las unidades, de tal forma que cada unidad queda bloqueada en su posición, sin que sea posible su giro o desplazamiento en ninguna dirección, y esto se logra sin que haya necesidad de utilizar mortero u otro elemento adicional.

2. Descripción del estado de la técnica

La mampostería tradicional, a pesar de ser uno de los sistemas constructivos más antiguos y de amplia aceptación a nivel mundial, tiene la limitación de que actualmente su uso se encuentra restringido a ciertos tipos de edificación, y solo se permite utilizarlo en zonas de amenaza sísmica baja o moderada.

Estas limitaciones obedecen principalmente a que su desempeño estructural depende en gran medida del mortero de pega, elemento que se constituye en el eslabón débil del conjunto; es por esto que se debe desarrollar un sistema alternativo de construcción a partir del cual sea posible mejorar el desempeño sísmico de la mampostería, de tal manera que pueda ser usado en cualquier zona de amenaza sísmica y que no requiera para su uso del empleo de mortero de pega.

La mampostería machihembrada, sistema que se conforma a partir del ensamble que se genera por el anclaje mecánico que se produce en las zonas de contacto entre las unidades que constituyen el sistema, y que no requiere mortero de pega para su uso, se puede clasificar según sea la sección transversal de la unidad típica, como de sección constante o variable.

En primer lugar, los desarrollos actuales de mampostería machihembrada, en los que la unidad típica propuesta es de sección transversal variable, tienen la desventaja de que no se pueden implementar en procesos de fabricación

mediante el proceso de extrusión, ya que de este proceso solo se pueden obtener unidades con sección transversal constante.

En segundo lugar, los desarrollos actuales de mampostería machihembrada en los que la unidad típica propuesta es de sección transversal constante, presentan deficiencias en cuanto a su desempeño estructural ya que en el ensamble final de estos sistemas no es posible romper la continuidad en alguna de las juntas horizontales y/o verticales que se generan en las zonas de contacto de las unidades que conforman el sistema, y por lo tanto en estos sitios se generan líneas continuas de debilidad que afectan desfavorablemente el comportamiento estructural del sistema.

En tercer lugar, los desarrollos actuales de mampostería machihembrada, en los que la unidad típica propuesta es de sección transversal constante, requieren para su ensamble de tres o más unidades, lo cual hace más lento el proceso de aprendizaje y adaptación del sistema por parte del gremio constructor.

Un primer ejemplo de desarrollo actual de mampostería machihembrada, en el que la unidad típica propuesta es de sección transversal constante, es el divulgado en el documento US 4633630 A, en el cual la unidad típica está conformada por un bloque de concreto aligerado de sección constante. Este sistema se conforma a partir de un sistema de doble pared, y para lograr el ensamble se deben utilizar dos tipos de unidades básicas: la típica y la esquinera. En este sistema no es posible romper la continuidad de la junta vertical que se genera en las zonas de contacto entre las unidades.

Un segundo ejemplo de desarrollo actual de mampostería machihembrada, en el que la unidad típica propuesta es de sección transversal constante, es el SILBLOCK/ HILBLOCK, que puede apreciarse en el siguiente vínculo https://www.academia.edu/4077911/DEVELOPMENT_AND_PERFORMANCE_EVALUATION_OF_INTERLOCKING-BLOCK_MASONRY, en el cual se propone un sistema de doble pared conformado por tres unidades básicas, bien sea macizas o de perforación vertical. En este sistema, al igual que en el caso anterior, no es posible romper la continuidad de la junta vertical que se genera en las zonas de contacto entre las unidades.

Un tercer ejemplo de desarrollo actual de mampostería machihembrada, es el denominado Haener Block, el cual puede apreciarse en el siguiente vínculo

<http://www.haenerblock.com/index.html> , donde se propone un sistema de una sola pared conformado por una única unidad básica de perforación horizontal. En este sistema no es posible romper la continuidad de la junta vertical que se genera en las zonas de contacto entre las unidades.

5

Se hace evidente la necesidad de desarrollar un sistema machihembrado, en el que solo se requiera utilizar una única unidad básica de tal manera que se facilite el proceso constructivo, y en el que además se cumpla que la sección transversal de la unidad básica sea constante de tal manera que sea posible fabricarla mediante el proceso de extrusión. Además el nuevo sistema se debe diseñar de tal manera que sea posible romper la continuidad de las juntas horizontales y/o verticales que se generan en las zonas de contacto de las unidades, esto con el fin de potenciar su desempeño estructural.

15

3. Breve descripción de las figuras

La **FIG. 1** ilustra una vista isométrica de la unidad (1) con las partes que la conforman.

La **FIG. 2** ilustra una vista en planta de la unidad (1).

La **FIG. 3** ilustra una vista en planta de un arreglo de cuatro unidades (1).

20 La **FIG. 4** ilustra una vista isométrica, de una propuesta de arreglo, para una modalidad de la invención.

La **FIG. 5** ilustra una vista isométrica, de una propuesta de arreglo, para una modalidad de la invención.

25 La **FIG. 6** ilustra una vista isométrica, de una propuesta de arreglo, para una modalidad de la invención.

La **FIG. 7** ilustra una vista isométrica de la unidad (1), para una modalidad de la invención.

La **FIG. 8** ilustra una vista isométrica de la unidad (1) aligerada mediante agujeros pasantes (14), para una modalidad de la invención.

30

4. Breve descripción del invento

La presente invención corresponde a una unidad de mampostería de sección transversal constante, diseñada de tal manera que es posible obtener un arreglo con el ensamble de estas unidades, a partir del cual se genera una traba

35

mecánica, de tal forma que cada unidad queda bloqueada en su posición, sin que sea posible su giro o desplazamiento en cualquier dirección, y esto se logra sin que haya necesidad de utilizar mortero u otro elemento adicional.

5. Descripción detallada de la invención

La presente invención corresponde a una unidad de sección transversal constante, diseñada de tal manera que con el ensamble de estas unidades es posible obtener un arreglo, para el desarrollo de construcciones en muros de mampostería, en el cual se genera una traba mecánica entre las unidades de tal forma que cada unidad queda bloqueada en su posición sin que sea posible su giro o desplazamiento en ninguna dirección, y esto se logra sin que haya necesidad de utilizar cemento u otro elemento adicional para reforzar el ensamble mecánico entre las unidades (1) que conforman el arreglo.

15

Haciendo referencia a la FIG. 1, observamos una unidad de mampostería de sección transversal constante que puede ser colocada en su sitio en forma manual y que está compuesta por una primera cuña (3), un tensor (2) y una segunda cuña (6). Donde dicho tensor (2) une las partes que conforman la unidad de mampostería (1) y permite la conexión entre la primera cuña (3) y la segunda cuña (6).

20

La primera cuña (3), esta formada por una aleta (4) y un alma (5), conectada a un extremo del tensor (2) y donde, la aleta (4) tiene un largo L_1 que se mide en la dirección transversal y un ancho A_3 que se mide en la dirección longitudinal. Dimensionalmente, el alma (5) tiene un largo L_3 que se mide en la dirección longitudinal y un ancho A_1 que se mide en la dirección transversal.

25

La segunda cuña (6), formada por una aleta extendida (7) y un alma extendida (8), conectada al extremo opuesto del tensor (2) y donde, la aleta extendida (7) tiene un largo L_2 que se mide en la dirección transversal y un ancho A_3 que se mide en la dirección longitudinal. Dimensionalmente, el alma extendida (8) tiene un largo L_3 que se mide en la dirección longitudinal y un ancho A_2 que se mide en la dirección transversal.

30

35

Un canal (9) formado por las superficies interiores de las cuñas (3 y 6) y el tensor (2), donde dicho canal, está destinado para recibir la primera y la segunda cuña de dos unidades adyacentes que se encuentran ubicadas en la pared opuesta.

- 5 Haciendo referencia a la FIG. 2, podemos apreciar como en una modalidad de la invención, el largo L1 de la aleta (4) es menor al largo L2 de la aleta extendida (7); el ancho A1 del alma (5) es menor al ancho A2 del alma extendida (8); y el ancho A3 de las aletas es menor que el largo L3 de las almas.
- 10 Como se ilustra en la FIG. 3 y la FIG. 4, el canal (9) recibe la primera cuña (3) y la segunda cuña (6) de dos unidades adyacentes (1D y 1E) ubicadas en la pared opuesta, generando un arreglo, a partir del cual se genera una traba mecánica, de tal forma que cada unidad queda bloqueada en su posición sin que sea posible su giro o desplazamiento en cualquier dirección, sin que sea necesario utilizar
- 15 mortero u otro elemento adicional para asegurar la unión entre las unidades. Adicionalmente, en la FIG. 3 y FIG. 4 podemos apreciar como el arreglo formado empieza a configurar un muro compuesto por una pared interior (16) y una pared exterior (17).
- 20 De otro lado, como se ilustra en las FIG. 5 y FIG. 6, tanto la geometría de la unidad (1) como el arreglo propuesto se idearon de tal manera que fuera posible interrumpir la continuidad de las juntas horizontales y verticales que se forman al ensamblar las unidades. El propósito de esta estrategia es evitar la generación de planos de debilidad y mejorar el desempeño estructural del sistema.
- 25
- En el contexto de este documento definiremos como juntas horizontales, planos dispuesto horizontalmente entre los componentes constructivos que conforman cada una de las paredes (interior o exterior) que hacen parte del arreglo propuesto. Adicionalmente, definiremos como juntas verticales, planos dispuestos
- 30 verticalmente entre los componentes constructivos que conforman cada una de las paredes (interior o exterior) que hacen parte del arreglo propuesto.

En la FIG. 5 se ilustra como la junta horizontal (10), que se forma en los planos horizontales de contacto entre los componentes, deja de ser continúa debido al

35 enfrentamiento que se produce entre los componentes que se ubican en la pared interior (16) y los componentes que se ubican en la pared exterior (17).

En la FIG. 6, se ilustra como las juntas verticales (11) que se forman en este arreglo, en los planos de contacto entre los componentes, pierden su continuidad debido a dos posibles bloqueos, uno ocurre por el enfrentamiento entre los componentes que se ubican en la pared exterior y los componentes que se ubican en la pared interior, y el otro bloqueo ocurre gracias al traslapo en altura que se genera entre los componentes que se ubican en la misma pared.

Las características dimensionales de la unidad, que se ilustran en la FIG. 2, se proponen con el fin de que, al enfrentar los componentes de la pared exterior con los componentes de la pared interior, se logre la correcta acomodación y empalme entre ellos, de tal forma que al obtener el arreglo cada componente quede bloqueado en su posición sin que sea posible su giro o desplazamiento en cualquier dirección.

Haciendo referencia a la FIG. 7, la unidad (1) se caracteriza porque, para una modalidad de la invención, al realizar los cortes longitudinales (12), por la zona del tensor, es posible fraccionar esta unidad, en los módulos independientes (1A, 1B ó 1C).

Para obtener los módulos independientes (1A, 1B ó 1C) y con el fin de lograr el correcto ensamble del sistema, los cortes longitudinales (12), que se hacen en la zona del tensor de la unidad (1), deben ubicarse de tal forma que se cumpla con las siguientes especificaciones: para el módulo independiente 1A, se debe cumplir que el largo de la sección del tensor sea mayor que el largo de la aleta; para el módulo independiente 1B, se debe cumplir que el largo de la sección del tensor sea mayor que al largo de la aleta extendida; y para el módulo independiente 1C, se debe cumplir que el largo de la aleta extendida sea igual al largo de la aleta.

Dichos módulos independientes son utilizados para generar las terminaciones laterales de los muros, como se puede apreciar en las FIG. 5 y FIG. 6, y de esta manera no se requieren elementos adicionales que incrementarían los costos de fabricación y logística del sistema, como es el caso de los sistemas actuales.

Adicionalmente, haciendo referencia a la FIG. 7, podemos observar un corte transversal (13), dispuesto para dividir la unidad (1) en dos piezas fraccionadas independientes (1'). Estas piezas se utilizan para la conformación de la primera y

de la última hilada, en cada una de las paredes que conforman el arreglo propuesto, esta situación se ilustra en las FIG. 5 y FIG. 6, en este caso también se busca simplificar el sistema y reducir los costos de fabricación. Igualmente, cada módulo independiente (1A, 1B y 1C) también puede ser fraccionado en dos por este mismo corte transversal (13), generando los módulos fraccionados independientes (1A', 1B' y 1C'), los cuales van instalados en las terminaciones laterales de la primera y la última hilada, como se puede apreciar en las FIG. 5 y FIG. 6.

- 10 Cabe aclarar, que en el contexto de este documento el término hilada se refiere a la disposición de los elementos constructivos, en filas o en hileras, para conformar cada una de las paredes que hacen parte del arreglo propuesto.

15 El sistema se caracteriza porque con el arreglo propuesto, al enfrentar las unidades, módulos y piezas, de la pared exterior con las unidades, módulos y piezas, de la pared interior, se genera una traba mecánica entre los componentes y se obtiene un ensamble a partir del cual cada componente queda bloqueado en su posición sin que sea posible su giro o desplazamiento en ninguna dirección.

- 20 En una modalidad de la invención, y con el fin de obtener un eficiente comportamiento estructural del sistema, los cortes transversales (13) y longitudinales (12) que se hacen a la unidad (1), para crear los módulos independientes (1A, 1B y 1C) , los módulos fraccionados independientes (1A', 1B' y 1C'), y la pieza fraccionada independiente (1'), se deben ubicar de tal manera que se logre garantizar la discontinuidad de las juntas horizontales (10) y de las juntas verticales (11) que se generan al conformar los arreglos.

30 La unidad (1) es posible fabricarla a partir de materiales seleccionados del grupo de arcillas, polímeros, material cementante, tierra prensada, materiales compuestos, maderas o una combinación de los anteriores.

Haciendo referencia a la FIG. 8, en una modalidad de la invención, es posible que la unidad (1) contenga unos agujeros pasantes (14), esto con el fin de aligerar su peso y de conducir por estos agujeros los ductos que se requieren para el proceso constructivo.

En una modalidad de la invención, se ha comprobado que es posible implementar el sistema propuesto como una nueva alternativa estructural de construcción en mampostería machihembrada a partir del cual se superarían las limitaciones que actualmente enfrenta el sistema de mampostería tradicional. Con el nuevo sistema propuesto no es necesario utilizar mortero de pega ni otro elemento adicional, el sistema es autonivelante y autoajustable, los tiempos de construcción disminuyen, las unidades (1) se obtienen a partir de un sistema industrializado que permite el ensamble y correcto anclaje de las unidades. Las resistencias sísmicas que se obtienen con el nuevo sistema estructural propuesto lo habilitan para que se pueda implementar en cualquier zona de amenaza sísmica para la construcción de edificaciones de uno y dos pisos.

Con el fin de validar la resistencia sísmica del sistema machihembrado ante aceleraciones perpendiculares a su plano, se realizó un programa de ensayos dinámicos a escala real de tres prototipos que fueron evaluados en una mesa sísmica.

El sistema se sometió a pruebas para validar su resistencia sísmica ante los posibles mecanismos (de flexión horizontal, de flexión vertical o de flexión biaxial) que se pueden generar cuando se excita un muro con aceleraciones perpendiculares a su plano. Cabe anotar que dependiendo de las condiciones de frontera (condiciones de sujeción en los extremos) es posible habilitar alguno de estos mecanismos en cada prototipo.

Para los prototipos ensayados fue necesario aplicar un mortero con el fin de garantizar una distribución uniforme de presiones entre las zonas de contacto de las unidades.

Al sistema se le aplicaron señales de excitación aproximadamente armónicas con frecuencias de oscilación de 1.0 hz a 2.0 hz.

Las estructuras ensayadas están lejos de moverse en resonancia con sus modos naturales de vibración; se mueven esencialmente como cuerpos rígidos con una aceleración absoluta muy similar en todos los puntos de la estructura y muy parecida a la vez a la aceleración de la mesa vibradora.

En la Tabla 1 se describe, para cada prototipo ensayado, las condiciones de frontera, el mecanismo que se habilita, los resultados de aceleración resistente obtenidos en la mesa vibradora, y las figuras representativas de cada uno de los prototipos ensayados.

5

Tabla 1

Prototipo	Condiciones de frontera	Mecanismo	Dimensiones del prototipo	A _R (g) Exp
1	Elementos de borde en concreto en los extremos superior e inferior, y suelto de los extremos laterales	Flexión vertical	Largo del muro=1520 mm Alto del muro=2490 mm Espesor del muro=120 mm	1.0
2	Sin elemento de borde en el extremo superior, y elementos de borde en concreto en los extremos laterales	Flexión Horizontal	Largo del muro=3160 mm Alto del muro=2490 mm Espesor del muro=120 mm	0.97
3	Elementos de borde en concreto en los extremos laterales, superior e inferior.	Flexión biaxial	Largo del muro=3160 mm Alto del muro=2490 mm Espesor del muro=120 mm	1.0

Con las aceleraciones resistentes que se obtuvieron en los prototipos ensayados, ver tabla 1, se comprueba que la nueva unidad de mampostería de sección transversal constante presenta un mejor desempeño sísmico frente a los sistemas tradicionales de mampostería no reforzada o de mampostería confinada para edificaciones de grupos de uso 1.

Finalmente, en la modalidad preferida de la invención se definieron unas medidas específicas, ilustradas en la FIG. 2, de la siguiente manera:

- A1: 30 mm
- L1: 60 mm

- A2: 140 mm
- L2: 170 mm
- A3: 29 mm
- L3: 32 mm

5

Adicionalmente, la dimensión vertical de la unidad de mampostería (1) se define en 200 mm, al igual que la dimensión vertical de los módulos independientes (1A, 1B o 1C) y la dimensión vertical de las dos piezas fraccionadas independientes (1') se establece como 100 mm, al igual que la dimensión vertical de los módulos fraccionados independientes (1A', 1B' y 1C').

15

20

25

30