

COLUMNA Y SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO

Campo de la invención

- 5 La presente invención se relaciona con sistemas constructivos para uniones columna-columna y uniones viga -columna. Particularmente con sistemas constructivos que utilizan elementos prefabricados unidos entre sí con concreto secundario.

Descripción del estado de la técnica

10

El estado de la técnica divulga sistemas constructivos para uniones columna-columna y viga columna, en los documentos KR20110053831A, y EMEK PREFABRIK FIX CAST, encontrado en la página web <http://www.emekprefabrik.com/eng/our-construction-system.html>

15

El documento KR20110053831A divulga un sistema constructivo para unir columnas y vigas de concreto reforzado. Este documento divulga una columna con un cuerpo de concreto extendiéndose longitudinalmente y un marco de acero instalado en el extremo superior del cuerpo. También, la columna tiene una barra de refuerzo embebida en el cuerpo de concreto, la cual, se extiende longitudinalmente, sobresaliendo del extremo superior de la columna. La barra de refuerzo, atraviesa un agujero pasante ubicado en el marco de acero. Además, la columna tiene agujeros de inserción ubicados en su extremo inferior. En los agujeros de inserción se puede depositar mortero para asegurar una unión más firme con las barras de refuerzo. También, este documento divulga una modalidad de una columna con barras que sobresalen de su extremo inferior.

25

Adicionalmente, el documento KR20110053831A divulga una placa de anclaje ubicada encima del marco de acero, dicha placa de anclaje con agujeros que reciben las barras de refuerzo de la columna. Para conectar dos columnas, se pone el extremo inferior de una primera columna en la placa de anclaje de una segunda columna, de manera que las barras de refuerzo de la segunda columna se inserten en los agujeros de inserción de la primera columna. En el caso de conectar la columna con barras en su extremo inferior a la primera columna, las barras de dichas columnas se interconectan con acoples.

30

35

Por otro lado, el documento KR20110053831A divulga una viga conectada a la primera columna y segunda columna. La viga se conforma de perfil en T invertido de acero; un elemento de concreto que se extiende desde el patín del perfil en T, hacia arriba del mismo, y estribos que sobresalen del elemento de concreto y se distribuyen a lo largo del perfil en T. También, la viga tiene barras de refuerzo que sobresalen en la dirección longitudinal del elemento de concreto, las cuales, se insertan en el marco de acero de la segunda columna. Además, el documento divulga que el marco de acero tiene perfiles en forma de T invertida

40

que se conectan a los perfiles en T de las vigas. El elemento de concreto puede tener una cavidad en su región medial, la cual, permite disminuir el peso de la viga.

5 Sin embargo, la vigas y columnas del documento KR20110053831A presentan las siguientes desventajas: tienen una relación mayor de volumen de acero por volumen de concreto del usualmente utilizado en estructuras de concreto reforzado con armadura pues, la armadura usualmente se forma con barras de acero, mas no con perfiles estructurales. Además, los perfiles estructurales divulgados necesitan procesos de manufactura metalmecánica, como extrusión y rolado, los cuales son más costosos que el proceso tradicional de elaboración de
10 armaduras metálicas con barras y estribos.

Por otro lado, desde el punto de vista de inventarios y logística en obra, el uso de perfiles estructurales de acero requiere mayor espacio de almacenamiento y maquinaria pesada para la manipulación de los mismos, lo cual no pasa con las armaduras hechas de barras, pues, las
15 barras son relativamente livianas y pueden usarse como refuerzo estructural para distintos elementos de la obra, como muros, losas, columnas, vigas, etc.

Adicionalmente, los agujeros de inserción de las columnas de dicho documento se ubican en la parte inferior las dichas columnas, lo cual dificulta la disposición de un fluido que ayude
20 a generar una unión entre las columnas.

Por su parte, el documento EMEK PREFABRIK FIX CAST, encontrado en la página web <http://www.emekprefabrik.com/eng/our-construction-system.html> divulga un sistema constructivo para edificios residenciales. El documento muestra imágenes con detalles de
25 una conexión viga-columna generada mediante junta húmeda.

Este documento muestra una unión viga columna compuesta por una primera columna y una segunda columna colineales entre sí, y una viga ortogonal a las columnas, y dispuesta entre ellas.
30

La primera columna tiene canales embebidos, que se extienden a lo largo de la misma. La segunda columna tiene barras que sobresalen de su extremo inferior y se insertan en los canales embebidos de la primera columna. Por su parte, la viga tiene un cuerpo de concreto reforzado con armadura (15). En la cara superior del cuerpo de concreto, sobresalen estribos
35 metálicos, que se distribuyen a lo largo de dicha viga.

Adicionalmente, el documento anteriormente mencionado, muestra barras longitudinales que conectan los estribos, se extienden a lo largo de la viga hasta sobrepasar el extremo longitudinal del cuerpo de concreto, y se doblan hacia adentro de dicho cuerpo de concreto,
40 en la conexión viga columna.

Sin embargo, este sistema constructivo incluye canales que atraviesan la columna de lado a lado en la dirección longitudinal, lo cual implica que se desaprovecha parte del ducto, y se dificulta el vertimiento y contención de líquidos que ayuden a generar una unión monolítica entre los canales de una primera columna y las barras de una segunda columna dispuesta colinealmente con la primera columna.

Adicionalmente, el documento no muestra cómo se conectan estructuralmente los ductos y barras a la armadura (15) de las columnas, lo cual, sugiere que el sistema constructivo no toma en cuenta la continuidad de la armadura, y por lo tanto disminuye la integridad estructural de esta.

Con base en lo anterior, se puede decir que en el estado de la técnica no existe un sistema constructivo estructural aporticado que permita tener resistencias estructurales adecuadas, que cumpla con las condiciones de las normas de sismoresistencia, tales como la NSR-10 de Colombia, y que facilite la logística, manipulación de elementos de refuerzo metálico.

Breve descripción de la invención

La presente invención corresponde a una columna y a un sistema estructural aporticado. La columna comprende un primer tramo y un segundo tramo. Cada tramo se conforma de un primer extremo y un segundo extremo opuesto longitudinalmente al primer extremo. Además, cada tramo tiene un ducto que sobresale del primer extremo y una barra que sobresale del segundo extremo, de tal manera que la barra del primer tramo se inserta en el ducto del segundo tramo.

Por su parte, el sistema estructural aporticado comprende dos columnas separadas entre sí, con una distancia predeterminada y ubicadas sobre una superficie de apoyo. Cada columna incluye un primer tramo y un segundo tramo. Cada tramo se conforma de un primer extremo y un segundo extremo opuesto longitudinalmente al primer extremo. Además, cada tramo tiene un ducto que sobresale del primer extremo y una barra que sobresale del segundo extremo, de tal manera que la barra del primer tramo se inserta en el ducto del segundo tramo. Por otro lado, una viga se conecta entre las columnas, dicha viga se localiza entre los primeros tramos y los segundos tramos de las columnas.

Breve descripción de las figuras

La FIG. 1 corresponde a una vista en isométrico de una modalidad de la columna (1) de la presente invención.

La FIG. 2 corresponde a la columna (1) de la FIG. 1 donde el segundo tramo (3) está cubierto en su primer extremo (4) con concreto secundario.

La FIG. 3 corresponde a una vista en sección de una unión viga-columna, que incluye una columna (1) conformada por un primer tramo (2) y un segundo tramo (3) y dos vigas (16) ortogonales a la columna.

5

La FIG. 4 corresponde a una vista en isométrico de una modalidad del sistema estructural aporticado de la presente invención.

La FIG. 5 corresponde a una vista frontal de una edificación construida con el sistema estructural aporticado de la presente invención.

10

La FIG. 6 corresponde a una vista superior de la FIG. 5.

Descripción detallada de la invención

15

Las estructuras prefabricadas de concreto son ampliamente utilizadas en construcciones civiles, tales como casas y edificios, ya sean de uso residencial o industrial.

Las estructuras prefabricadas permiten agilizar el proceso de armado de las estructuras, tales como columnas, vigas y pórticos conformados por las mismas, pues, las vigas y columnas, o secciones de estas, se fraguan en plantas de producción, que tienen control de calidad del proceso, además de personal y maquinaria especializada. Lo anterior permite tener mayor control de los parámetros y características de los elementos estructurales prefabricados, y aumentar la velocidad de construcción de edificaciones en obra.

20

Adicionalmente, el uso de estructuras prefabricadas evita ocupar mayor espacio de obra, y adquirir moldes y herramientas adicionales, como las formaleas de vigas y columnas.

Dicho lo anterior, la presente invención corresponde a una columna (1) y a un sistema estructural aporticado conformado por columnas (1) y vigas (16), donde la columna (1) y las vigas (16) son elementos prefabricados de concreto reforzado.

25

Por su parte, haciendo referencia a la FIG. 1, la columna (1) comprende:

- un primer tramo (2) y un segundo tramo (3), cada tramo (2, 3) se conforma de:
 - un primer extremo (4) y un segundo extremo (5) opuesto longitudinalmente al primer extremo (4);
 - al menos un ducto (6) que sobresale del primer extremo (4); y
 - al menos una barra (7) que sobresale del segundo extremo (5);

30

donde, la barra (7) del primer tramo (2) se inserta en el ducto (6) del segundo tramo (3).

35

Una de las funciones de la columna (1), es transmitir cargas estructurales a través de su cuerpo, ya sea a otras columnas (1) o a una cimentación (23), por ejemplo, pilotes, o zapatas.

Además, las columnas (1) permiten rigidizar estructuras aporticadas, en el plano ortogonal al eje longitudinal de dichas columnas (1).

Una de las razones de que la columna (1) se conforme de un primer tramo (2) y un segundo tramo (3), es que cada tramo (2, 3) pueda fabricarse en longitudes que faciliten la manipulación de los mismos, particularmente su transporte en camiones, sin tener que pedir permisos especiales de movilidad a las autoridades de tránsito.

Adicionalmente, utilizar un primer tramo (2) y un segundo tramo (3), permite tener elementos livianos que se puedan adaptar a las capacidades de carga de equipos de movilización en construcción, tales como torre-grúas, grúas telescópicas, montacargas, camiones-grúa, manipuladores a distancia (tele-handlers, en inglés), elementos equivalentes conocidas por una persona medianamente versada en la materia o combinación de las anteriores.

Los tramos (2, 3) tienen una longitud entre 1m y 12m, entre 2m y 5m, entre 5m y 6m, entre 6m y 8m, entre 8m y 10m, o superior a 12m.

Preferiblemente los tramos (2, 3) tienen una longitud entre 2m y 5m. Esto permite transportar los tramos (2, 3) en camiones sin necesidad de obtener permisos especiales de movilidad, como los que usualmente se solicitan en jurisdicciones como la colombiana, además, permite movilizarlos dentro de la obra sin necesidad de utilizar grúas de alta capacidad de carga, lo cual, disminuye costos logísticos de la obra civil.

Los tramos (2, 3) pueden tener una sección transversal redonda, triangular, cuadrada, rectangular, pentagonal, hexagonal, heptagonal, poligonal, elíptica, oblonga, semicircular, semielíptica, formas equivalentes conocidas por una apersona medianamente versada en la materia o combinaciones de las anteriores. Preferiblemente los tramos (2, 3) tienen una sección transversal triangular, rectangular, cuadrada o circular.

Aún más preferiblemente, los tramos (2, 3) tienen una sección transversal circular, rectangular o cuadrada. De esta manera se pueden generar uniones viga-columna con vigas conectadas de manera ortogonal a los tramos (2, 3) de la columna (1), pues, es más fácil acoplar las vigas a caras planas ortogonales.

Haciendo referencia a la FIG. 3, cada tramo (2, 3) incluye una armadura (15) conformada por una pluralidad de barras de armadura (13) extendiéndose en la dirección longitudinal de dicho tramo (2, 3), y una pluralidad de estribos (11) distribuidos a lo largo de las barras de armadura (13). También, la armadura (15) puede incluir ganchos (12) que aseguran la unión entre las barras de armadura (13) y los estribos (11).

Las especificaciones de la armadura (15), tales como diámetro de barras, cantidad de barras de armadura (13), número de estribos (11) y espaciamiento de los mismos, depende de la

sección transversal que tenga la columna (1), y manteniendo las cuantías mínimas longitudinales y transversales solicitadas por el análisis estructural. También, las especificaciones de la armadura (15) pueden exceder las cuantías mínimas de diseño, debido a factores de seguridad.

5

La armadura (15) puede fabricarse en acero, aluminio, latón, combinaciones de los mismos, o cualquier otro material apto para elementos estructurales como acero al carbono, fundiciones de hierro, hierro galvanizado, aceros al cromo, aceros al cromo-níquel, aceros al cromo-níquel-titanio, aleación de níquel-cromo-molibdeno-tungsteno, aleaciones ferrosas al cromo-molibdeno, acero inoxidable 301, acero inoxidable 302, acero inoxidable 304, acero inoxidable 316, acero inoxidable 405, acero inoxidable 410, acero inoxidable 430, acero inoxidable 442, acero aleado con manganeso o combinaciones de los anteriores.

La armadura (15) puede ser de barras de acero corrugadas que cumplan con las normas técnicas de construcciones civiles, tales como normas, ASTM, normas técnicas colombianas, por ejemplo, la NTC 2289. También, la armadura (15) puede ser de perfiles de acero de acuerdo con las normas ASTM para acero estructural.

Preferiblemente, la armadura (15) se fabrica en acero al carbono ASTM A36, el cual cumple con las normas técnicas colombianas NTC 2289 y el Reglamento de Construcciones Sismo-resistentes NSR-10 en su capítulo C.3, sección C.3.5, o en su defecto las normas ASTM-1562 y ASTM-615-68 respectivamente.

La armadura (15) puede tener adicionalmente un recubrimiento suficiente y controlado mayores o iguales a los mínimos estipulados en el Reglamento de Construcciones Sismo-Resistentes NSR-10 de Colombia o la normativa que cubra el país del uso de la invención.

Además, cada tramo (2, 3) tiene una matriz de concreto en la cual se encuentra embebida la armadura (15). El concreto puede tener una resistencia a la compresión entre 10N/mm^2 y 100N/mm^2 . Preferiblemente el concreto tiene una resistencia a la compresión entre 15N/mm^2 y 50N/mm^2 .

Adicionalmente, cada tramo (2, 3) incluye al menos un ducto (6) que sobresale del primer extremo (4), e incluye al menos una barra (7) que sobresale del segundo extremo (5). El número de ductos (6) y barras (7) depende del diseño estructural de la columna (1), particularmente de la carga que debe soportar y del tipo de concreto que se utilice para su fabricación.

Por ejemplo, para soportar una carga entre 16kN y 20kN, la cual es usualmente encontrada en columnas de esquina o columnas centrales de pórticos de estructuras residenciales de entre 2 y 4 pisos, es necesario tener una sección transversal de un área entre 700cm^2 y 2500cm^2 .

Si la columna (1) es cuadrada, el lado de su sección transversal puede ser entre 300mm y 500mm.

5 Considerando que se use un concreto con fuerza de compresión entre 20N/mm^2 y 30N/mm^2 , pueden usarse entre 5 y 10 barras de armadura (13) cilíndricas de 1,27cm (1/2pulg) de diámetro, unidad con estribos de 0,95cm de diámetro. Para este tipo de armadura (13), pueden usarse entre 4 y 12 ductos (6).

10 Los ductos (6) pueden tener un diámetro nominal entre 0,64cm y 5cm. Preferiblemente, tienen un diámetro nominal entre 1cm y 3cm. Los ductos (6) y las barras (7) se ensamblan a las barras de armadura (13) con alambres o con soldadura, antes de vaciar la matriz de concreto en la formaleta en la cual se fabrica la columna (1). El tipo de soldadura puede ser soldadura química, soldadura por temperatura, soldadura por presión, soldadura por fricción, soldaduras equivalentes conocidos por una apersona medianamente versada en la materia o
15 combinación de las anteriores. Preferiblemente la soldadura es GMAW, GTAW, SMAW, FCAW o cualquier otro método aceptado por la AWS (American Welding, Society, por sus siglas en inglés).

20 Preferiblemente, el número de ductos (6) es igual al número de barras (7), con el fin de lograr una unión firme y segura, que evite deformaciones transversales, concentradores de esfuerzo en los ductos (6) acoplados a barras (7), pandeo o combinaciones de las mismas.

Por otro lado, en la obra, antes de conectar los tramos (2, 3), se dispone una formaleta alrededor de los ductos (6) del segundo tramo (3). En dicha formaleta se vierte concreto
25 secundario, y se deja curar, de tal manera que el concreto secundario cubra los ductos (6) como se muestra en la FIG. 2. Luego del curado del concreto secundario, se insertan las barras (7) del primer tramo (2) en los ductos (6) del segundo tramo (3).

30 Preferiblemente, el ducto (6) tiene una superficie interna (9) corrugada. También, la superficie externa de las barras (7) puede ser corrugada. Lo anterior permite que la fricción entre las barras (7) y los ductos (6) sea suficiente para evitar que se desacoplen durante un sismo, o durante la acción de una fuerza externa, por ejemplo, el viento.

Por otra parte, la columna (1) puede conformarse por un primer tramo (2) y un segundo tramo
35 (3), cada tramo (2, 3) se conforma de un primer extremo (4) y un segundo extremo (5) opuesto longitudinalmente al primer extremo (4). Además, la columna (1) tiene un ducto (6) que sobresale del primer extremo (4); y una barra (7) que sobresale del segundo extremo (5); donde, la barra (7) del primer tramo (2) se inserta en el ducto (6) del segundo tramo (3). Haciendo referencia a la FIG. 2, el ducto (6) contiene un primer fluido adhesivo (8).

40 Preferiblemente, cada tramo (2, 3) tiene una pluralidad de barras (7) y ductos (6). El número de barras (7) y ductos (6) dependerá de la sección transversal de la columna (1), y de la

solicitación de esfuerzos a la cual esté sometida, por lo tanto, el número de barras (7) y ductos (6) dependerá del análisis estructural de la columna (1) y los factores de seguridad involucrados.

- 5 Las barras (7) son de un material seleccionado del grupo que comprende puede acero, aluminio, latón, combinaciones de los mismos, o cualquier otro material apto para elementos estructurales como acero al carbono, fundiciones de hierro, hierro galvanizado, aceros al cromo, aceros al cromo-níquel, aceros al cromo-níquel-titanio, aleación de níquel-cromo-molibdeno-tungsteno, aleaciones ferrosas al cromo-molibdeno, acero inoxidable 301, acero
10 inoxidable 302, acero inoxidable 304, acero inoxidable 316, acero inoxidable 405, acero inoxidable 410, acero inoxidable 430, acero inoxidable 442, acero aleado con manganeso o combinaciones de los anteriores.

- Preferiblemente, las barras (7) son barras de acero corrugadas que cumplan con las normas
15 técnicas de construcciones civiles, tales como normas, ASTM, normas técnicas colombianas, por ejemplo, la NTC 2289. Aún más preferiblemente se fabrica en acero al carbono ASTM A36, el cual cumple con las normas técnicas colombianas NTC 2289 y el Reglamento de Construcciones Sismo-resistentes NSR-10 en su capítulo C.3, sección C.3.5, o en su defecto las normas ASTM-1562 y ASTM-615-68 respectivamente.

- 20 Por otro lado, una de las funciones del primer fluido adhesivo (8) es generar una unión entre las barras (7) y los ductos (6), que produzca fricción suficiente para que no haya movimiento relativo.

- 25 También, el primer fluido adhesivo (8) puede generar una unión química con las barras (7) y los ductos (6), por ejemplo, puentes de hidrógeno, fuerzas de Van Der Waals, enlaces covalentes, o combinaciones de los mismos.

- Preferiblemente, los ductos (6) se extienden hacia arriba, y las barras (7) hacia abajo. Dentro
30 de los ductos (6) se vierte el fluido adhesivo (8), el cual, después de insertar las barras (7) en los ductos (6) comienza a curarse, formando una unión monolítica entre los ductos (6) y las barras (7).

- El fluido adhesivo (8) puede ser una mezcla de un material cementicio y un vehículo, por
35 ejemplo, concreto, grout, o combinaciones de los mismos. Preferiblemente el fluido adhesivo es grout.

- El grout es un mortero estructural para relleno de espacios y para unir superficies. Por
ejemplo, el grout es una mezcla de material cementicio, agua y arena. Ejemplos del material
40 cementicio son cemento, sílice, microsílice, cenizas volantes, o combinaciones de los mismos.

También, el fluido adhesivo (8) puede ser resinas vinílicas, poliéster, viniléster, acrílicas, metacrilatos, o combinaciones de los mismos. Por ejemplo, puede ser adhesivo epóxico. El adhesivo epóxico consiste de dos sustancias (resina y catalizador) que al mezclarse producen una reacción de curado, que, al finalizar, produce un cuerpo monolítico con sus alrededores.

5

Adicionalmente, la columna (1) puede conformarse de un primer tramo (2) y un segundo tramo (3), cada tramo (2, 3) se conforma de un primer extremo (4) y un segundo extremo (5) opuesto longitudinalmente al primer extremo (4); un ducto (6) que sobresale del primer extremo (4); y una barra (7) que sobresale del segundo extremo (5); donde, la barra (7) del primer tramo (2) se inserta en el ducto (6) del segundo tramo (3). Además, la columna (1) incluye una ménsula (17) ubicada a lo largo de uno de sus tramos (2,3).

10

La ménsula (17) es un elemento estructural en voladizo, que se caracteriza por estar apoyado en uno de sus extremos mediante un anclaje (20), el cual sirve para transmitir cargas verticales a las columnas (1).

15

La ménsula (17) puede ser usada como punto de apoyo para las vigas (16) con el fin de reducir el esfuerzo cortante en la unión de la columna (1) con la viga (16) y facilitar el proceso de instalación del sistema estructural aporticado.

20

La ménsula (17) puede ser de concreto, polímeros (v.g. resina poliéster, viniléster, epóxica) reforzados con fibras (v.g. de vidrio, aramida, poliéster, carbono), acero, o combinaciones de los mismos. Preferiblemente la ménsula (17) es de concreto reforzado con armadura de acero.

25

También, haciendo referencia a la FIG. 3, la ménsula (17) puede conformar un cuerpo monolítico con la columna (1). Al momento de fabricar la columna (1), se diseña la formaleta para que tenga la forma de la columna (1) y la ménsula (17). En la parte de la formaleta donde se ubica la forma de la ménsula (17), se disponen barras de armadura (13), ganchos (12) y/o estribos (11) que permitan aportar a la ménsula (17) la resistencia mecánica adecuada.

30

Por otro lado, el anclaje (20) puede ser una pluralidad de barras de armadura (13), ganchos (12) y/o estribos (11) que sobresalgan de una cara lateral de la columna (1). Estos, se conectan a la ménsula (17) mediante concreto secundario, en caso de que la ménsula (17) sea prefabricada. La ménsula (17) prefabricada incluye una pluralidad de barras de armadura (13) que se conectan a los ganchos (12), estribos (11) del anclaje (20). Luego, para unir la ménsula (17) a la columna (1), se dispone una formaleta para vaciar concreto secundario que cubra la unión entre el anclaje (20) y la ménsula (17).

40

Por otra parte, la ménsula (17) puede ser vaciada *in situ*. Para este caso, la columna (1) tiene una pluralidad de barras de armadura (13), ganchos (12) y/o estribos (11), que sirven como

armadura para la ménsula (17). Dichas barras de armadura (13), ganchos (12) y/o estribos (11) se disponen dentro de una formaleta que sirve como molde para la ménsula (17). Luego, se vierte concreto secundario en la formaleta y se deja curar. Cuando el concreto cura, queda lista la ménsula (17) para su uso.

5

Por otro lado, la ménsula (17) puede ser prefabricada y conectarse a la columna (1) mediante un anclaje (20) compuesto por bridas, tornillos, pernos, pines, bulones, o combinaciones de los mismos.

10 Por ejemplo, la ménsula (17) puede incluir una primera brida en su extremo longitudinal que está contiguo a la columna (1). Por su parte, la columna (1) puede tener una segunda brida que se alinea con la primera brida y se asegura a la misma con medios de fijación, tales como tornillos, pernos, pines o remaches.

15 También, el anclaje (20) puede conformarse por barras roscadas que sobresalgan de la columna (1) y por una brida ubicada en el extremo proximal de la ménsula. Las barras roscadas se insertan en la brida y se aseguran con tuercas.

20 Por otro lado, la columna (1) puede conformarse de un primer tramo (2) y un segundo tramo (3), cada tramo (2, 3) se conforma de un primer extremo (4) y un segundo extremo (5) opuesto longitudinalmente al primer extremo (4); un ducto (6) que sobresale del primer extremo (4); y una barra (7) que sobresale del segundo extremo (5); donde, la barra (7) del primer tramo (2) se inserta en el ducto (6) del segundo tramo (3). Por su parte, cada tramo (2,3) tiene un punto de conexión (10) ubicado en su primer extremo (4).

25

En el punto de conexión (10) se pueden conectar vigas (16) y columnas (1), con el fin de generar uniones columna-columna, o viga columna.

30 El punto de conexión (10) se conforma de una pluralidad de elementos que facilitan la unión entre los tramos (2, 3) de la columna (1), y especialmente, para facilitar la unión de la columna (1) con vigas (16). Los elementos del punto de conexión (10) pueden ser estribos (11) que rodean los ductos (6), ganchos (12), barras de armadura (13), o combinaciones de los mismos.

35 Haciendo referencia a la FIG. 1, preferiblemente, el punto de conexión (10) se conforma de los ductos (6) rodeados por estribos (11) y ganchos (12).

40 También, el punto de conexión (10) puede ser conformado por barras de armadura (13) que sobresalen del extremo (4) de manera paralela a los ductos (6). Alrededor de las barras de armadura (13) y los ductos (6) se disponen estribos (11) y ganchos (12).

Por otra parte, la columna (1) también puede conformarse por un primer tramo (2) y un segundo tramo (3), cada tramo (2, 3) se conforma por un primer extremo (4) y un segundo extremo (5) opuesto longitudinalmente al primer extremo (4); un ducto (6) que sobresale del primer extremo (4); y una barra (7) que sobresale del segundo extremo (5); donde, la barra (7) del primer tramo (2) se inserta en el ducto (6) del segundo tramo (3). Por su parte, cada tramo (2,3) tiene un punto de conexión (10) ubicado en su primer extremo (4). Haciendo referencia a la FIG. 1, FIG. 3, FIG. 4, FIG. 5 y FIG. 6, al punto de conexión (10) de la columna (1) se conecta una viga (16).

- 10 La viga (16) es un elemento estructural, que puede disponerse horizontal, o inclinado un ángulo mayor o igual que 0° y menor que 90° medidos respecto a la horizontal.

La viga (16) sirve para de transmitir cargas a la columna (1). Por ejemplo, la viga (16) sirve para conectar una losa (24), la cual puede ser vaciada *in situ*, o prefabricada. También, la viga (16) puede ser inclinada y tener una rampa o escalera acoplada a ella.

Por su parte, la losa (24) puede ser aligerada, con refuerzo unidireccional o bidireccional. Entre las losas aligeradas están las losas reticulares, alveolares, de bovedilla, o combinaciones de las mismas. Las losas pueden ser de concreto, mampostería, madera, o combinaciones de las mismas.

La viga (16) puede tener sección rectangular, trapezoidal, triangular o circular. La sección transversal de la viga (16) puede ser sólida o tubular.

- 25 Haciendo referencia a la FIG. 4, la viga (16) puede ser de tipo canal. Este tipo de viga (16) tiene una armadura (15) dispuesta horizontalmente, la cual, tiene una porción superior (21) y una porción inferior (22); y tiene un canal (18) de concreto que cubre la porción inferior (22).

Una ventaja de que la viga (16) sea de tipo canal es que permite armar el refuerzo de acero en su interior y que a su vez actúa como formaleta para contener el concreto fresco que recubre el refuerzo de acero. Dentro del canal (18) se pueden poner barras de armadura (13), la cuales pueden sobresalir de la viga (16) y disponerse entre ductos (6).

La viga (16) tipo canal tiene una armadura (15) conformada por barras de armadura (13) dispuestas en la porción inferior (22), las cuales son cubiertas por concreto; las barras de armadura (13) pueden tener una sección que sobresale de los extremos de la viga (16). Dicha porción inferior (22) define el canal (18), teniendo dos paredes laterales y una pared inferior que conecta las aristas inferiores de las paredes laterales.

- 40 Por otra parte, la armadura (15) de la viga (16) tipo canal incluye una pluralidad de estribos (11) dispuestos a lo largo de las barras de armadura (13). Los estribos (11) tienen una sección

inferior que queda cubierta por el concreto que cubre la porción inferior (22), y una sección superior que queda descubierta y se ubica en la porción superior (21).

5 Por otro lado, para unir la viga (16) tipo canal a la columna (1), se disponen los extremos sobresalientes de las barras de armadura (13) entre los ductos (6) de la columna (1), luego, se arma una formaleta alrededor de la porción superior (21), la cual, cubre los ductos (6).

10 Posteriormente se vacía un segundo fluido adhesivo, el cual preferiblemente es concreto secundario, y se deja curar. El segundo fluido adhesivo queda a ras con el extremo superior de los ductos (6) y cubre por completo el canal (18) y la porción superior (21) de la viga (16). El segundo fluido adhesivo también puede ser grout, o adhesivo epóxico.

15 Por otra parte, la columna (1), en sus tramos (2,3) puede tener en cada extremo (4,5) al menos un ducto (6) y al menos una barra (7). Lo anterior permite tener una distribución de esfuerzos similar tanto en el primer tramo (2) como en el segundo tramo (3).

20 Por otro lado, haciendo referencia a la FIG. 5, la presente invención también corresponde a un sistema estructural aporticado que comprende al menos dos columnas (1) separadas entre sí una distancia predeterminada y ubicadas sobre una superficie de apoyo; donde dichas columnas (1) soportan al menos una viga (16).

25 La distancia predeterminada depende de las luces de las vigas (16), las cuales dependen diseño arquitectónico de una edificación que se construya usando el sistema estructural aporticado. Además, las luces de las vigas (16) dependen de la carga a la cual estén sometidas, y del esfuerzo máximo de compresión que soporte el concreto del cual se fabrican dichas vigas (16). A su vez, la carga depende del uso de la edificación, por ejemplo, si es residencial, industrial, un parqueadero multinivel, o cualquier otro tipo de edificación conocida por una persona versada en la materia.

30 Cada columna (1) incluye un primer tramo (2) y un segundo tramo (3). A su vez, cada tramo (2, 3) se conforma de un primer extremo (4) y un segundo extremo (5) opuesto longitudinalmente al primer extremo (4); al menos un ducto (6) que sobresale del primer extremo (4); y al menos una barra (7) que sobresale del segundo extremo (5); donde, la barra (7) del primer tramo (2) se inserta en el ducto (6) del segundo tramo (3).

35 También, el sistema estructural aporticado incluye una viga (16) conectada entre las columnas (1) y localizada entre los primeros tramos (2) y los segundos tramos (3) de las columnas (1).

40 Por ejemplo, el sistema estructural aporticado puede tener cuatro columnas (1) interconectadas por cuatro vigas (16), de manera que las vigas (16) conforman un

rectángulo. A su vez, haciendo referencia a la FIG. 6, las vigas (16) se conectan a una losa (24), la cual puede ser una losa maciza o aligerada.

Haciendo referencia a la FIG. 5, el sistema estructural aporticado se apoya sobre una cimentación (23), por ejemplo, una cimentación (23) de zapatas o pilotes. Encima de la cimentación (23) se ubica un elemento de soporte que tiene ductos (6) embebidos en su interior. Lo anterior permite que meter las barras (7) de los segundos tramos (3) de las columnas (1) para anclar el sistema estructural aporticado a la cimentación (23). Dicho elemento de soporte puede ser un puntal o una columna vaciada en sitio.

También, la cimentación (23) puede tener los ductos (6), en los cuales se insertan las barras (7) de los segundos tramos (3) de las columnas (1) para anclar el sistema estructural aporticado a la cimentación (23). Por ejemplo, la cimentación (23) puede ser de pilotes hincados prefabricados de concreto que tengan los ductos (6) embebidos y localizados en su extremo superior.

Entre la cimentación (23) y los segundos tramos (3) de las columnas (1), puede haber vigas (16) que interconecten las columnas (1). En dichas vigas (16) se conecta una losa (24), que puede ser maciza o prefabricada.

Asimismo, el sistema estructural aporticado puede conformarse de un primer módulo conectado a la cimentación (23), y un segundo módulo conectado encima del primer módulo. Cada módulo se conforma de una pluralidad de columnas (1) paralelas y coplanares entre sí, donde las columnas (1) son colineales con las zapatas o pilotes de cimentación (23).

Cada columna (1) tiene su respectivo primer tramo (2) y segundo tramo (3), y entre los tramos (2,3) se disponen vigas (16) que interconectan las columnas (1) del módulo. También, entre los módulos se disponen vigas (16) localizadas entre el primer tramo (2) del primer módulo y el segundo tramo (3) del segundo módulo.

Las vigas (16) soportan losas (24) que pueden ser macizas o aligeradas. Las losas (24) pueden ser vaciadas en sitio, o también pueden ser pre-fabricadas e instaladas en sitio. Encima de las losas pueden (24) disponerse elementos de piso, alistamientos de materiales de base cementicia, elementos de mampostería o combinaciones de los mismos.

De esta manera, entre los módulos se define la separación entre un primer piso y un segundo piso de una edificación. El primer piso se extiende entre las vigas (16) unidas a la cimentación (23) y las vigas (16) apoyadas entre el primer módulo y el segundo módulo.

Asimismo, encima del segundo módulo se puede conectar un tercer módulo, de la misma manera como se conecta el segundo módulo al primer módulo. Igualmente, puede ponerse

encima del tercer módulo una pluralidad de módulos para así, generar una edificación multinivel.

5 Por su parte, la viga (16) puede ser de sección transversal rectangular o cuadrada e incluir una armadura con barras de armadura (13) que sobresalen de los extremos longitudinales de la viga (16), donde, las barras de armadura (13) se ubican contiguamente a un ducto (6). Dicha la viga (16) se asegura dos de las columnas (1) con concreto secundario

10 Para unir una viga (16) entre dos tramos (2, 3) y formar una unión viga-columna se debe seguir los siguientes pasos:

- A. poner las barras de armadura (13) que sobresalen de los extremos longitudinales de las vigas (16) entre los ductos (6) del segundo tramo (3) de la columna (1); preferiblemente, las barras de armadura (13) se amarran a los ductos (6) con estribos y ganchos;
- B. disponer una formaleta alrededor de los ductos (6) y las barras de armadura (13);
- 15 C. vaciar concreto secundario en la formaleta y dejar que fragüe; el concreto secundario debe quedar a ras con los extremos distales de los ductos (6);
- D. introducir primer fluido adhesivo (8) dentro de los ductos (6);
- E. insertar las barras (7) del primer tramo (2) de la columna (1) en los ductos (6) y dejar curar el primer fluido adhesivo (8).

20

Los pasos anteriores se repiten para todas las uniones viga-columna del sistema estructural aporticado.

25 Por otro lado, el sistema estructural aporticado también puede incluir columnas (1) con ménsulas (17). Sobre las ménsulas (17) se apoyan las vigas (16). Por su parte, las vigas (16) pueden estar simplemente apoyadas en las ménsulas (17). En este caso, las vigas (16) no tienen barras de armadura (13) con extremos sobresalientes, y por lo tanto, no se unen con concreto secundario a las columnas (1).

30 Sin embargo, también pueden ponerse las ménsulas (17) como accesorios que facilitan el montaje de las vigas (16) a las columnas (1), y que permitan mantener una correcta alineación. En este caso, las vigas (16) si tienen los barras de armadura (13) con extremos sobresalientes que se ubican entre los ductos (6) de las columnas (1) y se unen a estas con concreto secundario, formando así una unión monolítica viga-columna.

35

Lo anterior debe hacerse tomando en cuenta las normas de sismoresistencia vigentes en los territorios que se quiera construir una edificación con este tipo de vigas (16) simplemente apoyadas.

40 *Ejemplo 1: estructura aporticada para un edificio residencial de cuatro pisos*

Haciendo referencia a la FIG. 5 y FIG. 6, se diseñó y construyó un edificio residencial de cuatro pisos que tiene un sistema estructural aporticado. El edificio tiene una cimentación (23) de nueve pilotes hincados con ductos (6) embebidos en su extremo superior. Los pilotes hincados son de concreto y se ubican el suelo conformando arreglo reticular de tres filas de pilotes.

El edificio incluye un primer módulo y un segundo módulo. Cada módulo tiene nueve columnas (1). Cada columna (1) tiene las siguientes características:

- sección transversal: cuadrada de 400 mm de lado;
- material: concreto con resistencia a la compresión de 28MPa;
- longitud tramos (2, 3): 210cm;
- armadura (15): tiene ocho barras de armadura (13), en las esquinas de la sección cuadrada se ubican cuatro barras de 2,54cm (1pulg) de diámetro nominal y en las caras se ubican cuatro barras de 1,9cm (3/4pulg); también, tiene estribos (11) de barras de 0,95cm (3/8pulg) de diámetro nominal espaciados cada 100mm, y ganchos (12) de 290mm de largo con dobleces de 140mm de largo, los ganchos (12) amarran las barras de ubicadas en las caras;
- ductos (6): ocho ductos corrugados de 1400mm de largo, donde 600mm sobresalen del primer extremo (4) de cada tramo (2, 3); cuatro ductos (6) se ubican cerca de las esquinas de la sección transversal cuadrada, y otros cuatro ductos (6) se ubican cerca de los lados de dicha sección cuadrada; los ductos (6) de las esquinas tiene un diámetro nominal de 2,54cm (1pulg) de diámetro nominal y los ductos (6) de los lados tienen 1,9cm (3/4pulg) de diámetro nominal; por otro lado, los ductos (6) se amarran a las barras de armadura (13) con una longitud de traslape de 735mm para las barras 2,54cm (1pulg) de diámetro nominal y 550mm para las barras 1,9cm (3/4pulg) de diámetro nominal;
- barras (7): ocho barras de 1400mm de largo medidos desde el segundo extremo (5) de cada tramo (2, 3), cuatro son de 2,54cm (1pulg) de diámetro nominal y se ubican cerca de las esquinas de la sección transversal cuadrada, y las otras cuatro son de 1,9cm (3/4pulg) de diámetro nominal y se ubican cerca de las caras de dicha sección transversal cuadrada; en este caso, las barras (7) son las mismas barras de armadura (13);
- estribos (12) alrededor de los ductos (6): seis estribos (12) hechos con barra de 0,95cm (3/8pulg) de diámetro nominal espaciados cada 10cm.

Por otro lado, la edificación tiene cinco grupos de vigas (16) que conforman los pisos y techo. Cada grupo tiene doce vigas (16), las vigas tienen las siguientes características:

- sección transversal: rectangular de 600mm de alto y 400mm de ancho;
- refuerzo: doce barras de 2,54cm (1pulg) de diámetro nominal, seis ubicadas en cerca de la cara inferior y seis ubicadas en la cara superior de la columna, estribos (12) hechos con barras de 0,95cm (3/8pulg) de diámetro nominal espaciados cada 10cm, los estribos son rectangulares de 520mm de alto y 320mm de ancho.

- largo: 5m

Por otra parte, la edificación tiene cinco grupos de cuatro losas (24), las losas (24) son vaciadas *in situ*. Cada losa se conecta a cuatro vigas (16). Encima de las losas y las vigas (16) se disponen elementos de mampostería para formar muros y divisiones de la edificación.

La presente invención no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.