

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual  
Oficina internacional



(10) Número de publicación internacional  
**WO 2020/237403 A1**

(43) Fecha de publicación internacional  
03 de diciembre de 2020 (03.12.2020) **WIPO | PCT**

(51) Clasificación internacional de patentes:

*E02D 31/00* (2006.01)      *E04B 1/98* (2006.01)  
*E02D 31/08* (2006.01)      *E04H 9/00* (2006.01)  
*E04B 1/00* (2006.01)      *E04H 9/02* (2006.01)  
*E04B 1/62* (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:  
PCT/CL2019/050045

(22) Fecha de presentación internacional:  
30 de mayo de 2019 (30.05.2019)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(71) Solicitante: **JRI INGENIERIA S.A.** [CL/CL]; Luis Uribe  
2343, Ñuñoa., Santiago, 7500000 (CL).

(72) Inventor: **URZÚA ARCE, Cristián Antonio**; Luis Uribe  
2343, Ñuñoa, Santiago, 7500000 (CL).

(74) Mandatario: **BEUCHAT, BARROS & PFENNIGER**;  
Europa 2035, Providencia, Santiago, 7500000 (CL).

(81) Estados designados (*a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible*): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (*a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:  
— con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))

(54) Title: FRICTIONAL DISSIPATOR OF SEISMIC ENERGY FOR METAL COLUMN BASES

(54) Título: DISIPADOR FRICCIONAL DE ENERGÍA SÍSMICA PARA BASES DE COLUMNAS METÁLICAS

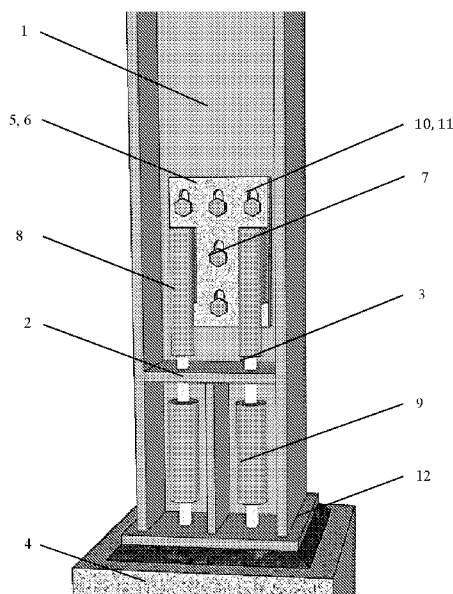


Figura 3

(57) Abstract: The present invention relates to a passive device for dissipating seismic energy using mechanical friction between components thereof, configured to be located at the base of columns of metal structures belonging to the earthquake-resistant system of a building or installation, whether urban or industrial. The frictional dissipator device can be included as part of the original earthquake-resistant system of a structure, or incorporated into existing structures in the context of a structural reinforcement or rehabilitation.

(57) Resumen: El presente desarrollo hace referencia a un dispositivo pasivo de disipación de energía sísmica, en base a fricción mecánica entre componentes del mismo, configurado para localizarse en la base de columnas de estructuras metálicas pertenecientes al sistema sismorresistente de una edificación o instalación; ya sea de características urbanas o industriales. El dispositivo disipador friccional puede incluirse como parte del sistema sismorresistente original de una estructura, como también incorporarse en estructuras existentes en el contexto de una rehabilitación o refuerzo estructural.



WO 2020/237403 A1

## DISIPADOR FRICCIONAL DE ENERGÍA SÍSMICA PARA BASES DE COLUMNAS METÁLICAS

### DESCRIPCIÓN DE LO CONOCIDO EN LA MATERIA

Los sistemas de protección sísmica de estructuras utilizados actualmente se clasifican  
5 como: sistemas activos, sistemas semi-activos y sistemas pasivos. Los sistemas activos son aquellos que a partir del monitoreo en tiempo real de la respuesta estructural, aplican fuerzas sobre la estructura para modificar su respuesta. Similares a estos, los sistemas semi-activos monitorean la respuesta estructural para modificar las propiedades mecánicas de los dispositivos de disipación. Por su parte, los sistemas pasivos, que corresponden a los  
10 mayormente utilizados, consisten en dispositivos diseñados para concentrar la disipación de energía sísmica por calor, u otros medios, reduciendo la energía que afecta al resto de la estructura.

En relación a los sistemas pasivos, existen diferentes aplicaciones dependiendo del tipo de construcción que se quiera proteger. Para las edificaciones en altura en general, se utilizan  
15 disipadores sísmicos que se instalan en cada nivel de las estructuras. Cuando la construcción es lo suficientemente baja como para no presentar levantamiento en su base debido a cargas sísmicas, se utilizan aisladores que permiten desacoplar la respuesta del suelo de la respuesta de la superestructura. Las estructuras aisladas experimentarán deformaciones sísmicas laterales de cuerpo rígido considerables, lo que debe ser tomado en cuenta en el diseño de cualquier  
20 sistema de tuberías, climatización, canalización eléctrica, u otros que conecten a la estructura con estructuras o instalaciones aledañas.

Por otro lado, en estructuras metálicas industriales la distribución de masa en altura y en planta es generalmente irregular, debido a la fuerte variabilidad del peso de los equipos

soportados en cada nivel. Así mismo, el diseño arquitectónico debe priorizar la operación expedita de los equipos por sobre una disposición regular del sistema sismorresistente, por lo que muchas veces se tiene que la distribución de rigidez en altura y en planta del sistema sismorresistente también es irregular. Lo anterior se traduce en que la sollicitación sísmica  
5 produzca la concentración de esfuerzos y deformación en determinados niveles, lo que hace ineficiente el uso de disipadores sísmicos tradicionales en este tipo de estructuras. Por su parte, el uso de aisladores sísmicos presenta complicaciones causadas por las considerables tracciones que se pueden desarrollar en columnas y a las importantes deformaciones laterales que se esperan en un sistema aislado. Finalmente, el uso de dispositivos de disipación o aislación como  
10 los mencionados, limita fuertemente la flexibilidad de la estructura para modificaciones futuras inducidas por cambios en el proceso productivo, práctica habitual en la vida útil de plantas industriales.

Sin embargo, investigaciones como las descritas en la tesis para grado de magister en ciencias de Urzúa (2015): “Comparación del Desempeño de dos Estructuras Industriales de  
15 Acero Diseñadas según la Práctica Nacional y Disposiciones AISC”, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, muestran que la base de columnas metálicas de estructuras industriales con distribución irregular de rigidez y masa, representa un punto eficiente de disipación de energía sísmica. La base de columnas presenta la ventaja de permitir una instalación simple en el caso de rehabilitación o refuerzo estructural, junto con no imponer  
20 mayores limitaciones a potenciales ampliaciones o modificaciones que pueda experimentar la edificación.

Considerando lo anterior, se propone un disipador sísmico friccional para el control de la respuesta estructural durante un sismo severo, diseñado específicamente para su instalación en la base de columnas de estructuras metálicas; el cual actúa reduciendo la energía sísmica que

ingresa a la estructura por medio del trabajo mecánico generado por el roce entre componentes del disipador. La disipación por fricción presenta la cualidad de exhibir un ciclo histerético estable y rectangular, maximizando la disipación de energía en cada ciclo de carga. Dada la mínima intervención que se requiere en la instalación de este disipador en estructuras metálicas  
5 existentes, su uso en el contexto de rehabilitación o refuerzo estructural presenta ventajas considerables respecto a los sistemas disponibles en la actualidad.

## ESTADO DE LA TÉCNICA

Dentro de los disipadores sísmicos existentes que pueden ir en la base de una columna,  
10 se puede mencionar los descritos en la patente CL 46109 (US 10/091.540), donde se presenta una estructura con un dispositivo eliminador de impactos para ser utilizada en edificios y estructuras de puentes. Los disipadores están compuestos por una base, un asiento portador, un bloque de corredera y una pluralidad de resortes, donde una concavidad deslizante con rebaje hundido y curvado redondo, está formada respectivamente en la superficie superior de la base,  
15 y en la superficie inferior del asiento portador y donde una pieza de bloque de corredera superior y una pieza del bloque de corredera inferior están situadas entre las dos concavidades deslizantes, una superficie de contacto entre las dos piezas de bloque de corredera y las concavidades deslizantes es de un contorno curvo y las otras, superficies son rebajes dentados del asiento, donde un único cojinete de acoplamiento esferoide está situado entre los dos rebajes  
20 de asiento y las piezas de bloque de corredera superior e inferior se mantienen juntas por los resortes, donde una vez ensamblada, la base del dispositivo eliminador de impactos es afirmada bajo las columnas de una estructura de edificio, de manera que el edificio logre los objetivos de una capacidad excepcional de eliminación de impactos y una mayor seguridad en la estructura

del edificio en caso de sismos. Este desarrollo tiene que ser instalado mientras se construye la edificación o mediante excavaciones para poder instalarlo posteriormente.

Otro enfoque es la aislación sísmica de un elemento arquitectónico de una estructura que comprende un componente deformable apoyado entre sus extremos en forma deslizante sobre las superficies de los componentes de apoyo fijo que se ubican en una superficie inferior (base) de los componentes opuestos lateralmente espaciados que forman un armazón, tal como se describe en la patente CL 46315 (US 08/057126), donde se requiere armar una estructura previa para poder sostener a la estructura que se quiere aislar.

También para disipar la energía generada sísmicamente en una construcción cuando se utilizan amortiguadores modulares con uno o más elementos amortiguadores individuales montados en la estructura del amortiguador, que son útiles en la amortiguación de estructuras como edificios y puentes. El amortiguador modular contiene dos miembros rígidos externos, una capa de material amortiguador de vibraciones entre ellos y, opcionalmente, uno o más miembros rígidos internos colocados en el interior de los miembros externos, separado de los otros por una capa de material amortiguador de vibraciones y, si es necesario, una capa de adhesivo entre cualquiera de los miembros rígidos y las capas de material amortiguador de vibraciones, tal como se menciona en la patente US 08505700 (CL 1252-1996).

Otros tipos de amortiguadores se aprecian en las patentes CL 53189 (JP 2009230593 y DK 201000567) y CL 56386 (DK PA 2011 00546) donde se describen amortiguadores para construcciones, que comprenden: un amortiguador, un primer miembro de conexión y un segundo miembro de conexión, donde además se comprende al menos dos juegos de primeros miembros alargados, y al menos un juego de segundos miembros alargados, y un juego de discos de material amortiguador.

Existen otros tipos de eliminadores de impacto sísmico que comprenden: una base, un nicho redondo de corredera cóncavo y curvo, un asiento portador, un bloque de corredera que está dispuesto en el nicho de corredera, y resortes, los cuales cumplen la función de disipar impactos sísmicos, tal como se ve en la patente CL 44178 (US 09/987786).

5 También se describe otro dispositivo CN 101936043 en donde se describe un dispositivo de conexión de tipo nodo para el consumo de energía por fricción para una estructura de columna de pila autocentrante, que es un dispositivo utilizado para conectar un muelle de puente o una columna de marco con una fundación, donde el dispositivo requiere de una placa de acero de refuerzo de la columna, una placa de acero pre-incrustada en la cimentación. Este dispositivo  
10 difiere de la invención propuesta en que la disipación se produce por fricción por rotación de la columna de hormigón armado, mientras que en el dispositivo propuesto la disipación ocurre por fricción por desplazamiento axial de columnas metálicas.

En general todos los dispositivos descritos como eliminadores de impacto, disipadores o amortiguadores deben ser integrados en la infraestructura al momento de ser construida o con  
15 trabajos de perforación y sustentamiento de la estructura para poder modificarla cuando se trabaja en su base.

Como se mencionó anteriormente, los sistemas pasivos de protección sísmica son los mayormente utilizados en la actualidad. Dentro de estos sistemas, los dispositivos de disipación por fricción presentan un amplio rango de formas y aplicaciones, que si bien otorgan soluciones  
20 robustas en el contexto de la edificación urbana, presentan deficiencias en el ámbito de la edificación industrial, particularmente cuando se trata de proyectos de rehabilitación, refuerzo o modificación estructural.

El primer tipo de disipador sísmico friccional a mencionar corresponde al disipador dispuesto en línea con los arriostramientos de estructuras metálicas (Figura 1/12), presentado en la página [www.quaketek.com](http://www.quaketek.com). Este dispositivo se compone de placas paralelas rugosas, comprimidas de manera normal a su plano por pernos pretensados, donde las perforaciones  
5 alargadas de los pernos permiten el deslizamiento axial relativo de una placa respecto a la otra en el sentido del arriostramiento.

En la práctica, estos disipadores se disponen usualmente en varios niveles de la estructura y están fuertemente orientados a ser parte del sistema sismorresistente original, puesto que su instalación posterior en el contexto de un proyecto de rehabilitación o refuerzo  
10 conlleva el reemplazo de un número considerable de elementos estructurales. También su eficiencia es baja en el caso de estructuras industriales, dada la concentración de la demanda de deformación que este tipo de estructuras exhibe en ciertos niveles; usualmente los inferiores. Por el contrario, el uso de un disipador sísmico friccional en la base de las columnas metálicas, como el detallado en el presente desarrollo, no es invasivo en caso de usarse en proyectos de  
15 rehabilitación o refuerzo estructural, dado que no requiere modificar el sistema sismorresistente original. Además, es particularmente eficiente en el caso de estructuras industriales, dado que su funcionamiento es mucho menos sensible a una distribución irregular de masa y rigidez en altura que la mostrada por los disipadores friccionales en arriostramientos tradicionales.

El segundo tipo de disipador friccional del estado del arte a mencionar corresponde al  
20 disipador tipo resorte friccional (Figura 2/12), presentado en la página [www.ringfeder.com](http://www.ringfeder.com). Este disipador también está diseñado para ser instalado en la base de columnas de estructuras. Consiste en una serie de anillos concéntricos paralelos, los cuales, dada su sección transversal en cuña, generan trabazón mecánica entre los planos de contacto entre anillos cuando estos son comprimidos de manera normal a su plano. Al igual que en el caso del presente desarrollo, esta

solución genera disipación por fricción cuando la columna metálica de una estructura se levanta de su fundación. Sin embargo en estructuras existentes, presenta la desventaja de que configurar el disipador para trabajar en el rango en que la columna desciende de su posición levantada hasta su apoyo en la fundación, es complejo, y requiere intervenciones mayores de la base de la columna. Por su parte, el presente desarrollo mejora esta condición, generando disipación por fricción tanto cuando la columna se levanta de la fundación, como cuando desciende desde la posición levantada hasta la posición original, sin requerir intervenciones considerables de la base de la columna.

En general, la presente invención soluciona los siguientes problemas técnicos existentes en el estado del arte:

Primero, el desarrollo propuesto permite utilizar un disipador sísmico friccional en estructuras industriales, donde debido a las irregularidades de masa y rigidez usuales en este tipo de estructuras, el uso de disipadores friccionales tradicionales en arriostramientos no resulta eficiente.

Segundo, el uso de disipadores sísmicos tradicionales en arriostramientos restringe fuertemente las posibilidades de modificación estructural en la instalación. Dichas modificaciones son usuales en la vida útil de las estructuras industriales producto de las mejoras en los procesos productivos. El desarrollo propuesto ofrece mayor flexibilidad a las modificaciones estructurales, dado que al ubicarse en la base de las columnas del sistema sismorresistente, los cambios que la estructura pueda experimentar en los niveles superiores tienen menor impacto en el sistema de disipación.

Tercero, aunque el desarrollo propuesto puede ser utilizado como parte del sistema sismorresistente original de una estructura, presenta ventajas significativas frente a los sistemas

tradicionales de disipación friccional en arriostramientos cuando es utilizado en el contexto de un proyecto de rehabilitación o refuerzo estructural. El disipador propuesto no impone modificaciones estructurales significativas al sistema sismorresistente original; interviniendo exclusiva y acotadamente las bases de columnas sísmicas de la estructura. Además, debido a  
5 que no se interviene el sistema sismorresistente durante la instalación del desarrollo propuesto, la estructura puede seguir operando de manera regular, mientras no haya restricciones al trabajo de los instaladores propias del proceso productivo.

Cuarto, aunque actualmente existen sistemas de disipación friccional en la base de columnas de estructuras metálicas, materializar una configuración sobre una columna existente  
10 que genere disipación tanto cuando la columna se levanta como cuando regresa a su posición original desde la posición levantada, requiere intervenciones mayores sobre la base de la columna. El desarrollo propuesto genera disipación en ambas direcciones de movimiento de la columna, requiriendo una intervención menor sobre la base de esta.

Quinto, el desarrollo propuesto presenta la ventaja frente a los sistemas tradicionales de  
15 disipación por fricción en arriostramientos, de permitir una fácil inspección; dado que todo el sistema de disipación se encuentra a nivel de piso, y además, permitir un rápido cambio de placas de fricción luego de un sismo severo; de modo de mantener un grado de seguridad conocido y controlado para cualquier evento sísmico mayor.

#### DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

20 Debe entenderse que la presente invención no está limitada a la metodología particular, compuestos, materiales, técnicas de manufactura, usos y aplicaciones aquí descritas, pues éstas pueden variar. También debe entenderse que la terminología empleada aquí es usada con el solo

propósito de describir una representación particular, y no intenta limitar la perspectiva y el potencial del presente invento.

Debe notarse que en el sistema, pieza, elemento, uso y método, aquí en el pliego de reivindicaciones y en todo el texto, el singular no excluye al plural, salvo que en el contexto  
5 claramente lo implique. Entonces, por ejemplo, la referencia a un “uso o método”, es una referencia a uno o más usos o métodos, e incluye equivalentes conocidos por quienes conocen de la materia (el arte). Similarmente, como otro ejemplo, la referencia a “un paso”, “una etapa” o a “un modo”, es una referencia a uno o más pasos, etapas o modos y que puede incluir sub-pasos, etapas o modos, implícitos y/o sobrevinientes.

10 Todas las conjunciones usadas han de entenderse en su sentido menos restrictivo y más inclusivo posible. Así, por ejemplo, la conjunción “o” debe entenderse en su sentido lógico ortodoxo, y no como un “o excluyente”, salvo que el contexto o el texto expresamente lo necesite o indique. Las estructuras, materiales y/o elementos descritos han de entenderse que también se refieren a aquellos equivalentes funcionalmente y así evitar enumeraciones taxativas  
15 interminables.

Las expresiones usadas para indicar aproximaciones o conceptualizaciones deben entenderse así, salvo que el contexto mande una interpretación distinta.

Todos los nombres y términos técnicos y/o científicos aquí empleados tienen el significado común que le otorga una persona común, calificada en estas materias, salvo  
20 indicación expresa, distinta.

Los métodos, técnicas, elementos, sistemas y piezas similares y/o equivalentes a los descritos pueden ser usados o preferidos en la práctica y/o pruebas de la presente invención.

Se incorporan todas las patentes y otras publicaciones como referencias, con el propósito de describir y/o informar, por ejemplo, las metodologías descritas en dichas publicaciones, que puedan resultar útiles en relación con el presente invento.

Se incluyen estas publicaciones sólo por su información previa a la fecha de registro de  
5 la presente solicitud de patente.

A este respecto, nada debe considerarse como una admisión o aceptación, rechazo o exclusión, de que los autores y/o inventores no estén legitimados de serlo, o de estar antefechadas dichas publicaciones en virtud de otras anteriores, o por cualquier otra razón.

Algunos conceptos aplicados en la presente invención se basan en la definición del  
10 concepto: estructura metálica industrial. En el contexto del desarrollo propuesto, se entiende como estructura metálica industrial aquella que soporta equipos y/o maquinarias pertenecientes al proceso productivo de una industria. Dichas estructuras se caracterizan por presentar irregularidad en la distribución de masa y rigidez, de acuerdo a las razones expuestas anteriormente.

15 También resulta relevante la definición del concepto: base de columna. La base de una columna metálica corresponde a la conexión de una columna metálica con su fundación. En el contexto de la invención, las bases de columnas referidas corresponden a aquellas pertenecientes al sistema sismorresistente de la estructura, las que pueden presentar o no silla de anclaje, llaves de corte, resistencia a la flexión, entre otras variaciones.

20 El desarrollo propuesto en base a la configuración ensamblada, mostrada en la Figura 3/12, aplica a bases de columna con o sin silla de anclaje (2), con llave de corte y restricción a fuerzas axiales y de cizalle. Otras variantes, como bases de columna sin llave de corte o con restricción al giro, entre otras, se abordan considerando la misma filosofía de funcionamiento

basada en la fricción entre placas (5, 6) en la base de columnas; modificando la geometría del dispositivo, según se requiera, para ajustar las condiciones particulares de la base de columna en cuestión.

El desarrollo propuesto no requiere que la base, ni sus componentes como: columna (1),  
5 silla de anclaje (2), pernos de anclaje (3), llave de corte, etc., cumplan a priori requerimientos particulares normativos de algún tipo, geométricos, mecánicos u otros; por lo que su aplicación en estructuras existentes puede adaptarse a la amplia gama de variaciones que una base de columna puede presentar.

Los componentes que constituyen el dispositivo disipador se pueden agrupar en  
10 componentes fijos anclados a la fundación (4) y componentes móviles adosados a la columna (1). En la Figura 4/12, a la izquierda, se muestra los componentes fijos, que comprenden: dos placas de fricción externas (6) con perforaciones alargadas (10) para pernos de apriete, conectores de pernos de anclaje (8), pernos de anclaje (3), camisas para restricción de pandeo de pernos de anclaje (9) y fundación de columna (4). En la Figura 4/12, a la derecha, se muestra  
15 los componentes móviles, que comprenden: dos placas de fricción internas (5) con perforaciones en columna para pernos de apriete estándar (11) para pernos de apriete, pernos de apriete para el control de la fricción (7), columna metálica (1) y perforaciones en columna para pernos de apriete (11). El número de conectores de pernos de anclaje y camisas para restricción de pandeo dependerá del número de pernos de anclaje presente en la base de  
20 columna.

El funcionamiento del dispositivo disipador de la presente invención puede verse en la Figura 5/12. A la izquierda, se muestra la base de columna en su posición original de apoyo sobre la fundación (4). En esta posición, el disipador presenta una resistencia al levantamiento

de la columna (1) equivalente al roce entre placas de fricción (5, 6) inducido por la pretensión de los pernos de apriete (7). Desde esta posición, y una vez vencido el roce entre placas de fricción (5, 6), el movimiento sísmico del suelo levantará la columna metálica (1) una distancia  $\delta$  (Figura 5/12 derecha), movilizand

5 constante contra las placas de fricción externas (6).

Las perforaciones para pernos de apriete, alargadas en el sentido de la columna en las placas de fricción externas (10) y estándares en las placas de fricción internas y columna (11), tienen la función de permitir un movimiento conjunto de la columna (1) y las placas de fricción internas (5), mientras las placas de fricción externas (6) se mantienen fijas por medio de su

10 conexión con los pernos de anclaje (3) embebidos en la fundación (4).

Cuando la columna metálica regresa desde su posición levantada a la posición original de apoyo en la fundación (Figura 4/12, derecha), los pernos de anclaje (3) son comprimidos debido al roce entre placas de fricción (5, 6) durante el descenso. En el caso que la base de columna (1) presente silla de anclaje (2), el largo expuesto de los pernos de anclaje (vástago)

15 puede ser suficiente como para inducir la falla de los pernos por pandeo. Para evitar este tipo de falla se dispone de camisas para restricción de pandeo en los pernos de anclaje (9), de modo de que la resistencia en compresión de los pernos de anclaje (3) sea superior al roce entre placas de fricción (5, 6) del dispositivo disipador. Cabe destacar que las camisas (9) no están rígidamente unidas a los pernos de anclaje (3), permitiendo el estiramiento libre de estos en

20 caso de ser traccionados a niveles de fluencia.

El dispositivo cuenta con un mecanismo de seguridad que gatilla el trabajo de los pernos de anclaje (3) como elementos tradicionales resistentes a tracción. Cuando durante el levantamiento de la columna (1) el extremo inferior de los conectores de pernos de anclaje (8)

hace contacto con la silla de anclaje (2) o la placa base de la columna (12) (Figura 6/12), según sea la configuración de la base de columna, los pernos de anclaje son traccionados de manera tradicional; eliminándose la acción del dispositivo disipador. Esto asegura que el dispositivo esté activo hasta un desplazamiento vertical máximo  $\tau$  de la columna (1), menor al recorrido permitido por las perforaciones alargadas (10) en las placas de fricción externas (6). Este mecanismo evita que los pernos de apriete (7) sean responsables del traspaso de tracción desde la columna (1) a los pernos de anclaje (3) por aplastamiento contra la placa de fricción externa (6), garantizando que los pernos de apriete (7) trabajen siempre en tracción simple por pretensión. Lo anterior representa un factor de seguridad adicional, dado que la interacción de esfuerzos de tracción y cizalle en los pernos de apriete (7) puede resultar en un comportamiento sísmico impredecible, considerando la alta dispersión que presentan las fuerzas sísmicas presentes en la base de una columna.

Respecto a la materialidad de los componentes del dispositivo disipador, estos se fabrican utilizando acero carbono común calidad ASTM A36, salvo los pernos de apriete (7) para el control de la fricción que se especifican como tipo ASTM A325 o ASTM A490, dependiendo de si se requiere menor o mayor fricción entre placas (5, 6), respectivamente. Otras calidades para los componentes podrían indicarse dependiendo de las necesidades particulares del diseño en cuestión.

Respecto a las placas de fricción externas (6) e internas (5) se puede mencionar que su geometría está determinada por la cantidad de pernos de apriete (7) que se deba acomodar y acotada por el espacio disponible en la columna (1). Por ejemplo, para columnas de sección H desde 250mm a 350mm de altura, placas de fricción (5, 6) de 300mm de alto, 200mm de ancho y 20mm de espesor, considerando 5 pernos de apriete (7) calidad ASTM A325, serán especificadas de manera estándar.

El grado de fricción entre placas (5, 6) se controla por medio de pernos de apriete (7), que atraviesan el conjunto de dos placas externas (6), dos placas internas (5) y la columna metálica (1); y por el grado de rugosidad que otorga la terminación de las superficies en contacto de las placas de fricción externas (6) e internas (5). En general, se considera que una pretensión de los pernos de apriete (7) del orden del 75% de la resistencia disponible de los pernos de anclaje (3), ya sea que dicha resistencia este controlada por modos de falla del acero de los pernos de anclaje (3) o del hormigón de la fundación (4), genera una disipación adecuada; en términos de generar un roce óptimo sin imponer una demanda de resistencia excesiva sobre los pernos de anclaje (3). Dicha proporción puede variar dependiendo de la desviación que presente el dimensionamiento de los pernos de anclaje (3) respecto a diseños estándares. Por su parte, la terminación dada al acero de las superficies en contacto de las placas de fricción externas (6) e internas (5) será típicamente en acero sin pintar, con o sin tratamiento por chorro de arena, dependiendo del grado de rugosidad definido durante el diseño del dispositivo. No obstante, será el diseño específico del dispositivo el que determine los requerimientos geométricos y mecánicos particulares para cada situación.

Respecto a los conectores de pernos de anclaje (8) (Figura 7/12), estos serán hilados interiormente en el mismo diámetro que el perno de anclaje de modo de generar una conexión por apernado (13). Una vez que se ha instalado el conector (8) a una distancia  $\tau$  de la silla (2) o placa base de la columna (12) (Figura 5/12, izquierda), según sea el caso, se procede a soldar por terreno y por todo el contorno el conector contra las placas de fricción externas (6). El dimensionamiento de la soldadura será tal que su resistencia disponible sea superior a la resistencia esperada del perno de anclaje conectado (3). Mantenciones y reemplazos de placas de fricción (5, 6) post-sismo se realizarán por remoción mecánica de la soldadura entre

conectores (8) y placas de fricción externa (6), lo que permite el posterior desmontaje del resto de los componentes del disipador.

En particular, dada las ventajas que presenta respecto a las soluciones comerciales disponibles, la instalación del dispositivo de disipación en una base de columna existente consta

5 de las siguientes etapas:

- a) Limpieza y reparación de cualquier daño presente en la base de columna existente.
- b) Perforación de columna existente para la instalación de los pernos de apriete.
- c) Instalación de placas de fricción internas por medio de soldaduras de pinchazo temporales a la columna existente.
- 10 d) Remoción de tuercas existentes en pernos anclaje.
- e) Instalación de conectores de pernos de anclaje.
- f) Instalación de placas de fricción externas y fijación de estas a conectores de pernos de anclaje por soldadura de filete en todo el contorno de contacto.
- g) Instalación de pernos de apriete y pretensado a la carga determinada por diseño.
- 15 h) Sellado de las juntas entre placas de fricción externas e internas para evitar corrosión entre placas.

## DESCRIPCIÓN DE FIGURAS

Figura 1/12

- 20 Disipador sísmico friccional de la compañía Quatek aplicado en el edificio Torre Cuarzo, México D.F, México conocido en el estado del arte (Fuente: [www.quaketek.com](http://www.quaketek.com)).

## Figura 2/12

Disipador sísmico de resorte friccional de instalación en la base de estructuras de la compañía Ringfeder conocido en el estado del arte (Fuente: [www.ringfeder.com](http://www.ringfeder.com)).

## 5 Figura 3/12

Configuración ensamblada del dispositivo disipador friccional en una base de columna metálica. En la figura se indican tanto los componentes propios de la conexión (columna metálica (1), silla de anclaje (2), pernos de anclaje (3), placa base (12) y fundación de columna (4)), como los pertenecientes al dispositivo disipador (placas de fricción internas (5) y externas (6), pernos de apriete (7), conectores de pernos de anclaje (8) y camisas para restricción de pandeo de pernos de anclaje (9))

Los numerales indican en la figura:

Componentes propios de la conexión

(1) Columna metálica

15 (2) Silla de anclaje

(3) Pernos de anclaje

(4) Fundación columna

(12) Placa base columna

Componentes del dispositivo disipador

20 (5) Placas de fricción internas

(6) Placas de fricción externas

- (7) Pernos de apriete
- (8) Conectores de pernos de anclaje
- (9) Camisas para restricción de pandeo de pernos de anclaje
- (10) Perforaciones alargadas para pernos de apriete en placas exteriores
- 5 (11) Perforaciones estándar para pernos de apriete en placas interiores y columna

Figura 4/12

- 10 Izquierda: Componentes del disipador friccional que se encuentran conectados rígidamente con la fundación (4) de la columna (1). Derecha: Componentes del disipador friccional adosados a la columna (1), y que pueden desplazarse en el eje de la misma.

Los numerales indican en la figura:

- (1) Columna metálica
- 15 (2) Silla de anclaje
- (3) Pernos de anclaje
- (4) Fundación columna
- (5) Placas de fricción internas (una a cada lado de la columna)
- (6) Placas de fricción externas (una a cada lado de la columna)
- 20 (7) Pernos de apriete pretensados para control de la fricción
- (8) Conectores de pernos de anclaje con placas de fricción externas
- (9) Camisas para restricción de pandeo de pernos de anclaje
- (10) Perforaciones alargadas para pernos de apriete en placas exteriores

(11) Perforaciones estándar para pernos de apriete en placas interiores y columna

(12) Placa base de columna

Figura 5/12

- 5 Izquierda: Base de columna apoyada en su fundación. Se observa que la columna (1) puede levantarse una altura  $\tau$  antes de que la silla (2) entre en contacto con los conectores de pernos de anclaje (8). Derecha: Base de columna levantada desde su fundación una altura  $\delta < \tau$ . Desde el reposo a esta posición se genera fricción constante entre placas de fricción (5,6). Lo mismo ocurre cuando la columna (1) desciende hacia su posición original.
- 10 Los numerales indican en la figura:
- (1) Columna metálica
  - (2) Silla de anclaje
  - (3) Pernos de anclaje
  - (4) Fundación columna
- 15 (5) Placas de fricción internas (una a cada lado de la columna)
- (6) Placas de fricción externas (una a cada lado de la columna)
- (7) Pernos de apriete pretensados para control de la fricción
- (8) Conectores de pernos de anclaje con placas de fricción externas
- (9) Camisas para restricción de pandeo de pernos de anclaje
- 20 (10) Perforaciones alargadas para pernos de apriete en placas exteriores
- (11) Perforaciones estándar para pernos de apriete en placas interiores y columna
- (12) Placa base de columna

## Figura 6/12

Base de columna levantada una altura  $\tau$  desde su fundación. En esta posición la silla (2) o placa base (12), según sea la configuración de la base de columna) entra en contacto con los conectores de pernos de anclaje (8), traccionando los pernos de anclaje (3) de manera tradicional.

Los numerales indican en la figura:

- (1) Columna metálica
- (2) Silla de anclaje
- (3) Pernos de anclaje
- 10 (4) Fundación columna
- (5) Placas de fricción internas (una a cada lado de la columna)
- (6) Placas de fricción externas (una a cada lado de la columna)
- (7) Pernos de apriete pretensados para control de la fricción
- (8) Conectores de pernos de anclaje con placas de fricción externas
- 15 (9) Camisas para restricción de pandeo de pernos de anclaje
- (10) Perforaciones alargadas para pernos de apriete en placas exteriores
- (11) Perforaciones estándar para pernos de apriete en placas interiores y columna
- (12) Placa base de columna

## 20 Figura 7/12

Detalle de un conector de perno de anclaje (8) y su conexión con el perno de anclaje (3) respectivo y la placa de fricción externa (6).

Los numerales indican en la figura:

- (3) Pernos de anclaje
- (6) Placas de fricción externas (una a cada lado de la columna)
- (8) Conectores de pernos de anclaje con placas de fricción externas
- 5 (9) Camisas para restricción de pandeo de pernos de anclaje (dilatada interormente de los pernos de anclaje)
- (13) Diámetro interior e hilado en conector compatible con perno de anclaje

Figura 8/12

- 10 Esquema estructural sobre de una torre de transferencia de 3 niveles de operación y 13m de altura. La estructuración se basa en marcos arriostrados en V invertida en una dirección y en X en la dirección perpendicular.

Figura 9/12

- 15 Esquema estructural sobre la relación demanda/capacidad a nivel último de la estructura bajo un análisis no lineal tiempo-historia del registro de constitución del sismo del 27 de febrero de 2010 en Chile. Valores mayores a la unidad representan una capacidad estructural excedida. Se observa que las columnas principales del sistema sismorresistente presentan una capacidad estructural excedida por las fuerzas sísmicas. Se considera explícitamente la no linealidad de
- 20 arriostramientos, pernos de anclaje y rotulas plásticas a mitad del vano en vigas de arriostramientos en V-invertida. El resto de los elementos estructurales se consideran, por simplicidad del modelo, como lineales y elásticos.

## Figura 10/12

5           Esquema estructural sobre la relación demanda/capacidad de la estructura a nivel  
último, considerando disipación friccional basal, bajo un análisis no lineal tiempo-historia del  
registro de constitución del sismo del 27 de febrero de 2010 en Chile. Valores mayores a la  
unidad representan una capacidad estructural excedida. Se observa que la mayoría de los  
elementos principales del sistema sismorresistente se encuentran con una demanda de  
10 resistencia adecuada, reduciendo ostensiblemente su sollicitación respecto a la situación sin  
disipación.

## Figura 11/12

          Gráfico sobre la distribución de energía acumulada en el tiempo para la estructura  
15 original sometida al registro del terremoto del 27 de febrero de 2010, Chile.

## Figura 12/12

          Gráfico sobre la distribución de energía acumulada en el tiempo para la estructura con  
disipación friccional basal sometida al registro del terremoto del 27 de febrero de 2010, Chile.

20

## EJEMPLO DE APLICACIÓN

En el siguiente ejemplo se muestra el efecto de la aplicación del dispositivo friccional propuesto en una estructura industrial chilena. La estructura mostrada en la Figura 8/12  
5 corresponde a una torre de transferencia de acero de 3 niveles útiles con una altura total de 13m. Esta estructura presenta plataformas de operación en todos sus niveles, junto con apoyar correas mecánicas orientadas en distintas direcciones. Cabe destacar que en el segundo nivel la estructura soporta dos tolvas de transferencia que representan la mayor parte de la masa sísmica del sistema.

10 El sistema sismorresistente de la estructura corresponde a marcos arriostrados en V invertida en una dirección y marcos arriostrados en X en la dirección perpendicular. El material del que se compone la estructura corresponde a acero carbono calidad ASTM A36.

Las bases de columnas son rotuladas (no hay restricción al giro de la columna), presentan silla de anclaje y llave de corte. El anclaje a la fundación corresponde a 4 pernos de  
15 anclaje de 2,223 cm (7/8 de pulgadas). de diámetro, calidad ASTM A36.

Para demostrar el efecto del disipador friccional se llevan a cabo análisis no lineales tiempo-historia que consideran el comportamiento no lineal de arriostramientos, vigas y pernos de anclaje. El evento sísmico seleccionado corresponde al registro en 3 direcciones (longitudinal, transversal y vertical) del sismo del 27 de febrero de 2010 en la estación  
20 sísmológica de Constitución, Chile. Los análisis no lineales del tipo FNA (Fast Nonlinear Analysis) se realizan en el software SAP2000 versión 20, considerando un enfoque basado en vectores Ritz y elementos plásticos tipo Link. Los análisis tiempo-historia consideran que el peso sísmico corresponde al 100% del peso propio operacional del sistema.

En la Figura 9/12 se muestra la relación demanda/capacidad a nivel último de los elementos estructurales una vez que la estructura ha sido sometida a las fuerzas sísmicas del registro del 27 de febrero de 2010. La escala de grises indica el grado de utilización de la resistencia de los componentes estructurales. Utilizaciones superiores a la unidad indican la  
5 falla teórica del componente estructural. Se observa que la estructura colapsa, debido a que las columnas del sistema sismorresistente que soportan las tolvas muestran una utilización del orden de un 20% superior a su capacidad esperada (Se utiliza el concepto de capacidad esperada en vez de capacidad disponible, dado que representa un valor más realista para la evaluación de colapso global).

10 A continuación, se incorpora el dispositivo friccional del desarrollo propuesto en las columnas pertenecientes al sistema sismorresistente de la estructura. El dissipador se configura en base a dos placas de fricción externas y dos placas de fricción internas de 300mm de alto, 200mm de ancho y 20mm de espesor. La terminación de las superficies de contacto entre placas de fricción interna y externa corresponde a una terminación de taller estándar sin pintar. Todos  
15 los componentes del dissipador se especifican en acero carbono ASTM A36. Los pernos de apriete, por su parte, se especifican como cinco pernos de 2,223 cm (7/8 de pulgadas). De diámetro, calidad ASTM A325. La configuración ensamblada del dissipador se muestra en la Figura 3/12.

El diseño muestra que el óptimo de disipación se logra con un apriete de 125 kN en los  
20 pernos de apriete, logrando una fuerza de roce de 296 kN en el dissipador, equivalente al 85% de la capacidad en tracción disponible en pernos de anclaje.

El modelo computacional del dissipador corresponde a un modelo histerético de Wen, según su implementación en SAP2000, considerando una rigidez inicial de  $10^2$  veces la rigidez

axial de la columna, una carga de deslizamiento equivalente a la fricción entre placas y una rigidez post deslizamiento de  $10^{-4}$  veces la rigidez inicial.

En la Figura 10/12 se muestra la relación demanda/capacidad a nivel último considerando el efecto del disipador en la respuesta estructural. Cabe mencionar la importante  
5 reducción de la demanda de resistencia sobre los elementos estructurales, principalmente aquellos pertenecientes al sistema sismorresistente. La estructura pasa de una condición de colapso, en un escenario sin disipación, a una condición estructural aceptable considerando la disipación sísmica friccional proporcionada por la invención.

En la Figura 11/12 se muestra la distribución de energía acumulada en el tiempo para la  
10 estructura original. La energía sísmica acumulada total en la estructura es del orden de 150 Tonf-m. Cabe destacar que la energía que ingresa al sistema es función de la velocidad al cuadrado del sistema estructural, por lo que sistemas que presenten mayor velocidad en sus componentes sufrirán mayor daño, pues deben ser capaces de absorber mayor energía sísmica. Por otra parte, se tiene que la energía disipada por la plastificación de arriostramientos, pernos  
15 de anclajes y rotulas plásticas en marcos arriostrados en V-invertida es del orden del 75% de la energía sísmica ingresada al sistema. El 25% restante se disipa por amortiguamiento viscoso equivalente.

En la Figura 12/12 se muestra la distribución de energía acumulada en el tiempo para la estructura considerando la acción de los disipadores friccionales de la invención propuesta. Se  
20 observa que la mayor parte de la disipación de la energía sísmica ocurre en los disipadores friccionales dispuestos en la base de las columnas, reduciendo ostensiblemente el daño en el resto de la estructura, particularmente en columnas, las cuales pasan en su mayoría de una condición de colapso a una condición de aceptación estructural.

En conclusión, el disipador friccional diseñado específicamente para bases de columna, según el presente desarrollo, tiene un efecto dramático en la reducción de la energía sísmica en la estructura, protegiendo al sistema durante un sismo extremadamente severo, minimizando el daño de los componentes estructurales y no estructurales.

5

10

15

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo disipador sísmico friccional, colocado en la base de columnas de estructuras metálicas con una distribución de masa en altura y en planta de forma irregular, CARACTERIZADO porque comprende componentes fijos y móviles que interactúan entre sí, donde los componentes fijos están anclados a la fundación (4) y comprenden: 5 placas de fricción externas (6), fijadas a conectores de pernos de anclaje (8), los cuales se enroscan con los pernos de anclaje (3), donde estos pernos de anclaje (3) atraviesan en su largo a las camisas de restricción de pandeo (9), hasta llegar a la fundación de la columna (4); y componentes móviles adosados a la columna (1) y comprenden: 10 placas de fricción internas (5) atravesadas por pernos de apriete para el control de la fricción (7).
  
2. Un disipador sísmico friccional, de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la interacción entre los componentes móviles y fijos se da 15 a través de pernos de apriete para el control de la fricción (7) que atraviesan las placas de fricción externas (6), las placas de fricción internas (5) y la columna (1) formando un sándwich de capas apretadas, pero móviles entre la placa de fricción externa (6) y la placa de fricción interna (5).
  
- 20 3. Un disipador sísmico friccional, de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque las placas de fricción externas (6) contienen perforaciones alargadas (10).

4. Un disipador sísmico friccional, de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque las placas de fricción internas (5) contienen perforaciones circulares estándar (11), las cuales se alinean con perforaciones que se realizan en la columna (1).

5

5. Un disipador sísmico friccional, de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque se instalan en cualquier base de columna con o sin silla de anclaje (2), con y sin llave de corte, con restricción al giro y con restricción a fuerzas axiales y de cizalle.

10

6. Procedimiento de instalación del dispositivo sísmico friccional, CARACTERIZADO porque comprende las siguientes etapas:

15

*a)* Limpieza y reparación de cualquier daño presente en la base de columna existente;  
*b)* Perforación de columna existente para la instalación de los pernos de apriete;  
*c)* Instalación de placas de fricción internas por medio de soldaduras de pinchazo temporales a la columna existente;

*d)* Remoción de tuercas existentes en pernos anclaje;

20

*e)* Instalación de conectores de pernos de anclaje;

*f)* Instalación de placas de fricción externas y fijación de estas a conectores de pernos de anclaje por soldadura de filete en todo el contorno de contacto;

*g)* Instalación de pernos de apriete y pretensado a la carga determinada por diseño; y

*h)* Sellado de las juntas entre placas de fricción externas e internas para evitar

25

corrosión entre placas.

7. Procedimiento de instalación del dispositivo sísmico friccional, según la reivindicación 6, CARACTERIZADO porque cuando la instalación es en una estructura nueva, la etapa a) no se lleva a cabo.

5

ESTADO DEL ARTE

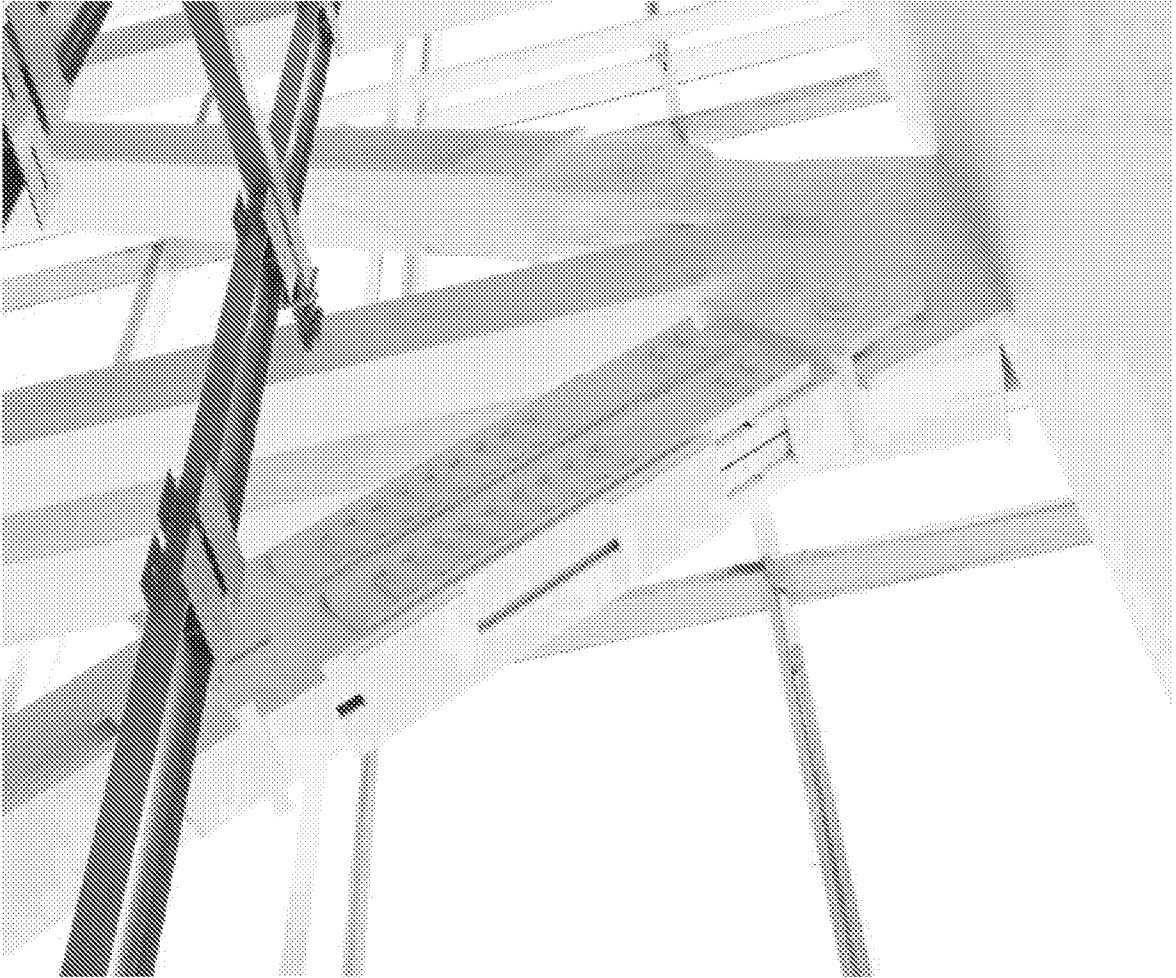


Figura 1

ESTADO DEL ARTE

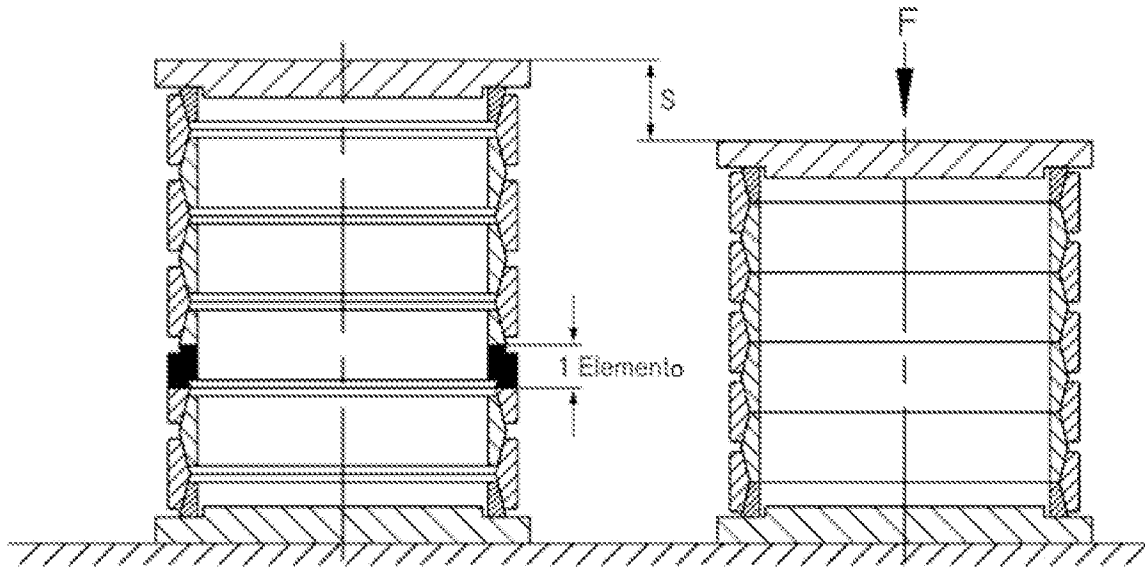


Figura 2

3/12

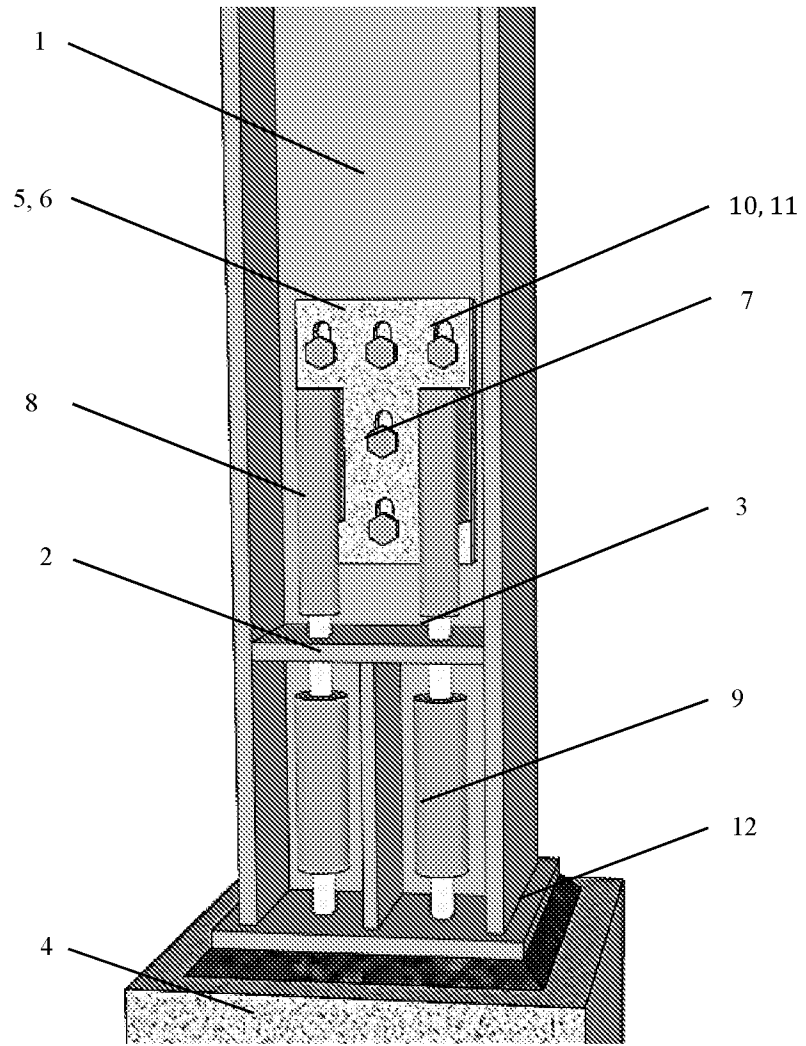


Figura 3

4/12

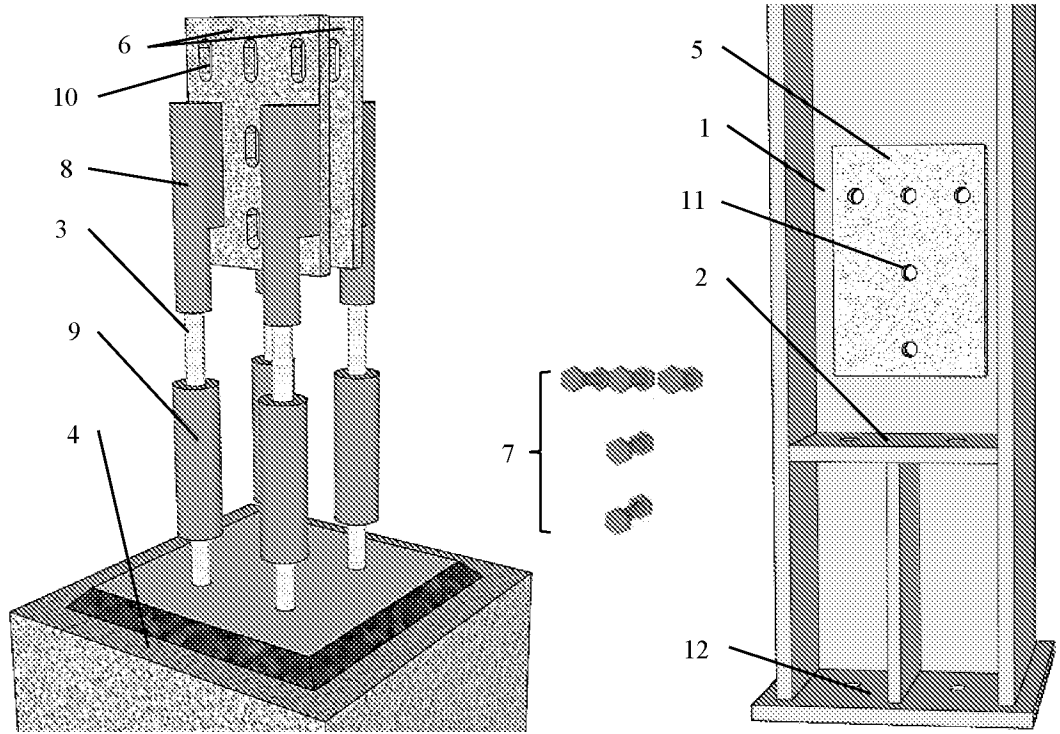


Figura 4

5/12

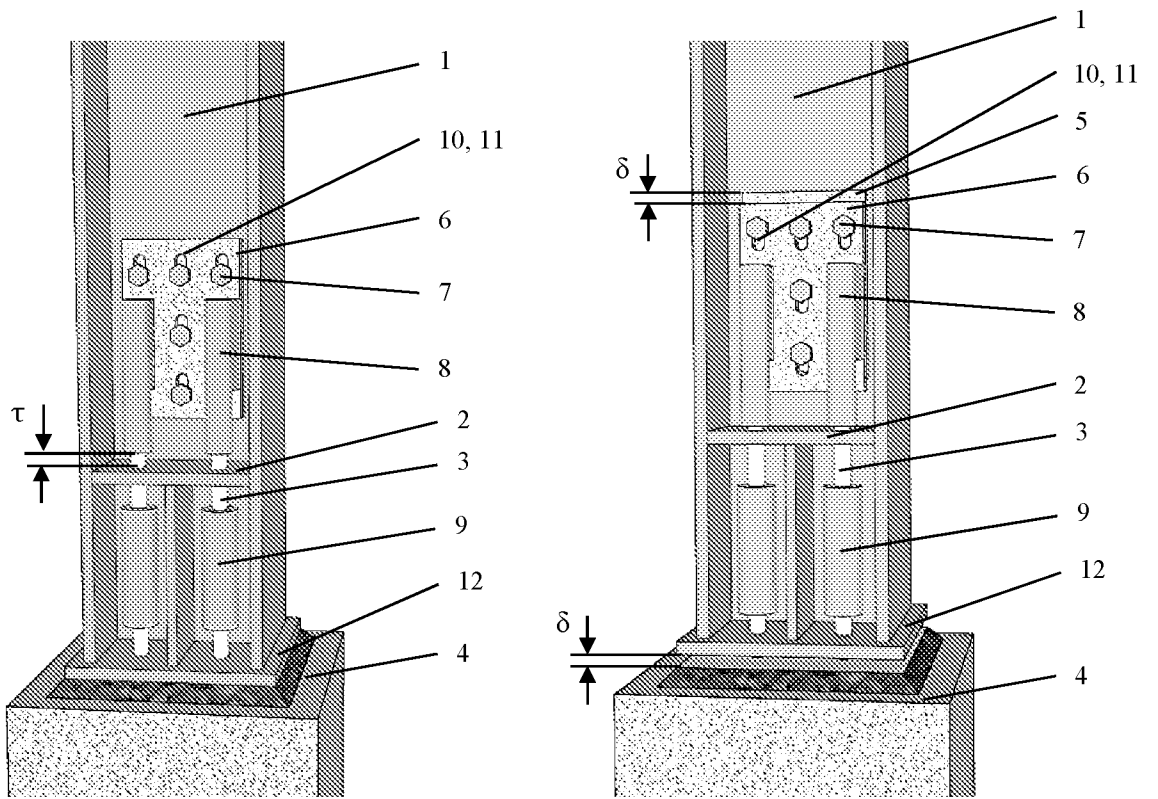


Figura 5

6/12

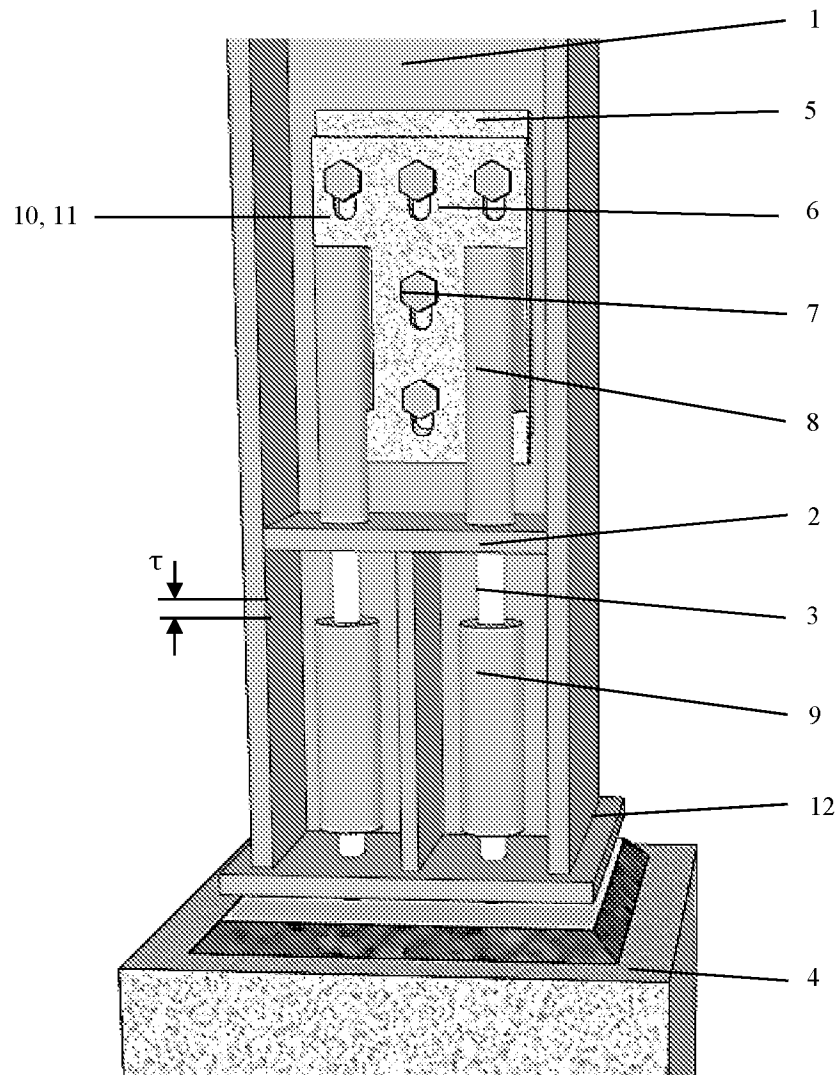


Figura 6

7/12

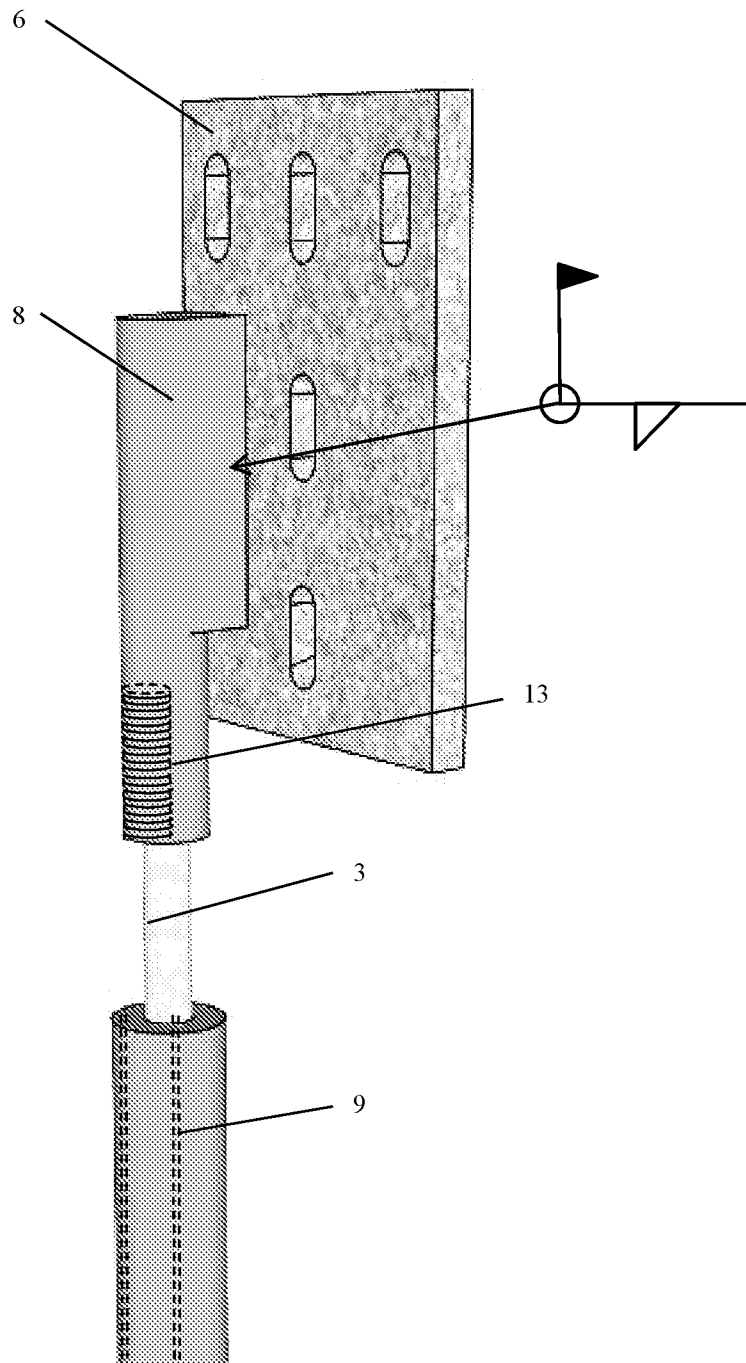


Figura 7

8/12

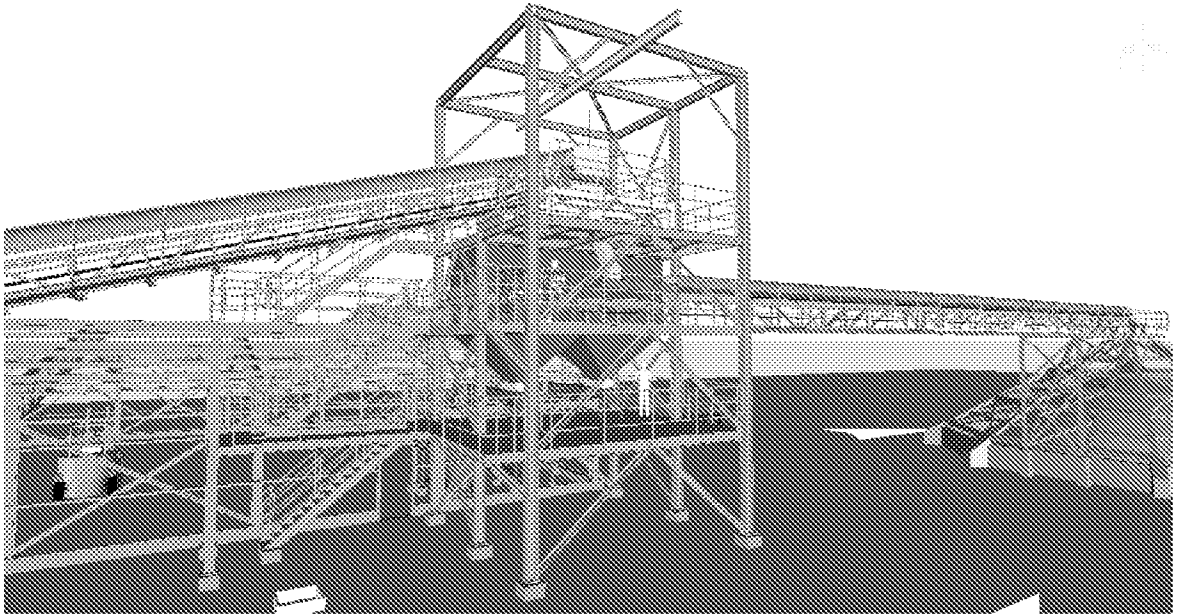


Figura 8

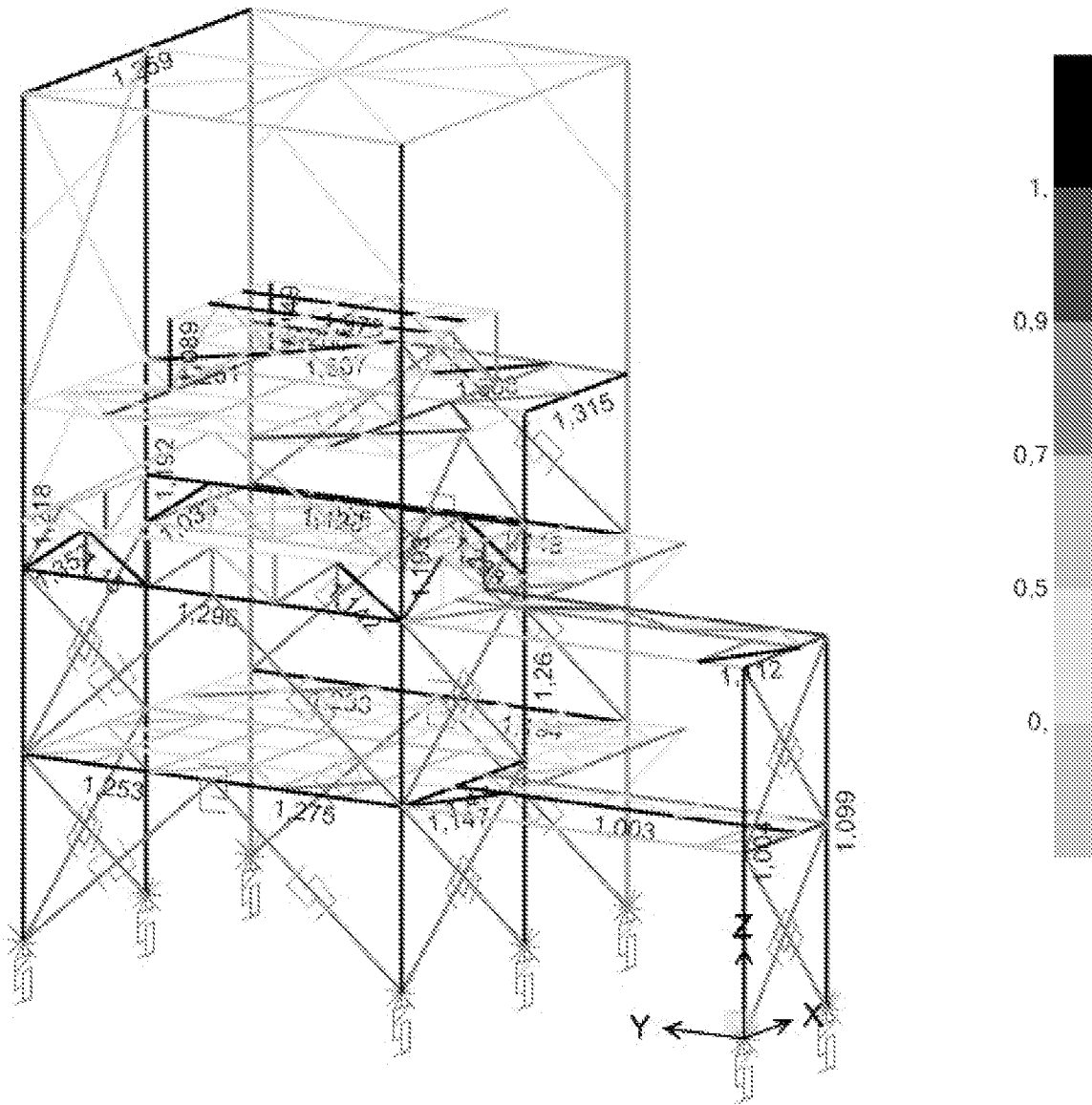


Figura 9



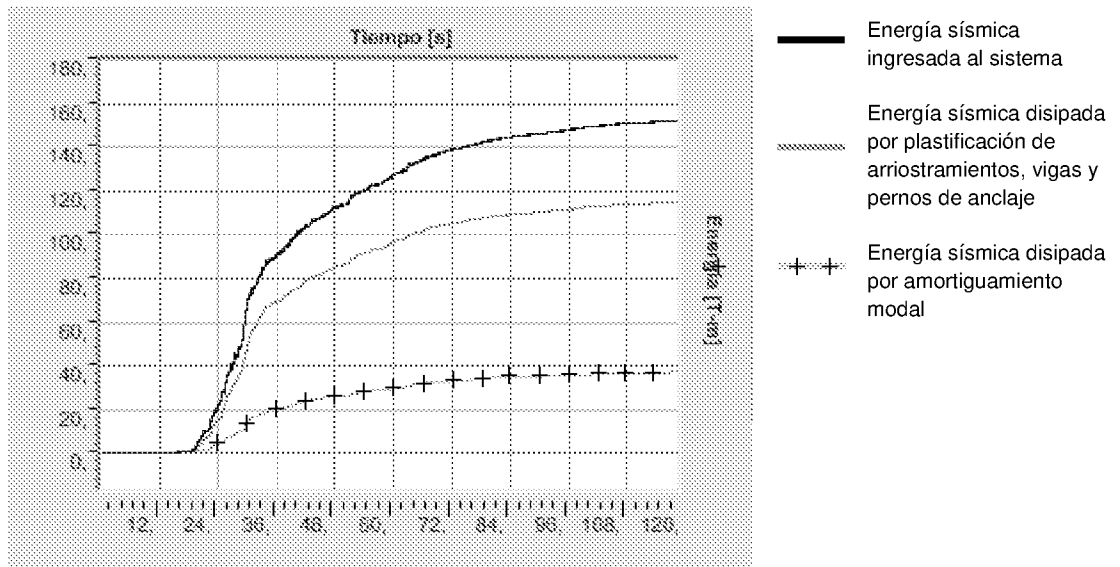


Figura 11

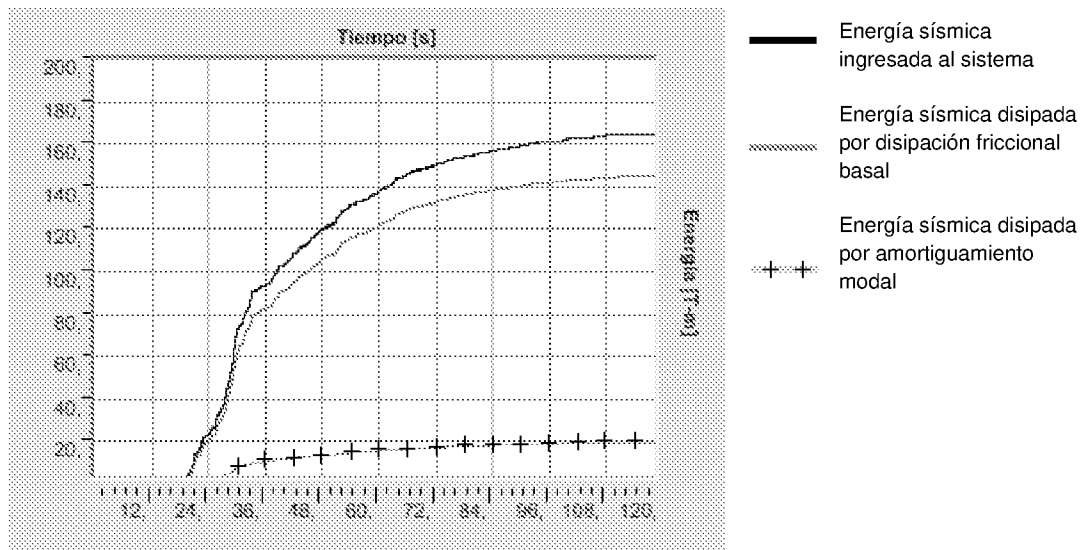


Figura 12

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/CL2019/050045

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</p> <p>(CIP) E02D31/00, 31/08, E04B1/00, 1/62, 1/98, E04H9/00, 9/02 (2019.01)</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																			
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)</p> <p>(CIP) E02D31/00, 31/08, E04B1/00, 1/62, 1/98, E04H9/00, 9/02 (CPC) E04B1/985, E04H9/021, 9/024, 9/027</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p> <p>Esp@cenet, Derwent Innovations, Google, INAPI</p>																			
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">A</td> <td>CN207776139U (CHONGQING UNIVERSITY) 28-08-2018, abstract, pages 3, 4, figures 1 and 6</td> <td></td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>CN207228386U (BEIJING UNIVERSITY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE) 13-04-2018, the whole document</td> <td></td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>CN101372843A (TONGJI UNIVERSITY) 25-02-2009, the whole document</td> <td></td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>CN109629757A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 16-04-2019, the whole document</td> <td></td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP4733997B2 (HITACHI METALS TECHNO LTD) 27-07-2011, the whole document</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	CN207776139U (CHONGQING UNIVERSITY) 28-08-2018, abstract, pages 3, 4, figures 1 and 6		A	CN207228386U (BEIJING UNIVERSITY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE) 13-04-2018, the whole document		A	CN101372843A (TONGJI UNIVERSITY) 25-02-2009, the whole document		A	CN109629757A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 16-04-2019, the whole document		A	JP4733997B2 (HITACHI METALS TECHNO LTD) 27-07-2011, the whole document	
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																	
A	CN207776139U (CHONGQING UNIVERSITY) 28-08-2018, abstract, pages 3, 4, figures 1 and 6																		
A	CN207228386U (BEIJING UNIVERSITY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE) 13-04-2018, the whole document																		
A	CN101372843A (TONGJI UNIVERSITY) 25-02-2009, the whole document																		
A	CN109629757A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 16-04-2019, the whole document																		
A	JP4733997B2 (HITACHI METALS TECHNO LTD) 27-07-2011, the whole document																		
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.      <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</p>																			
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:50%;"> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%;"> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>		<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>																
<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>																		
<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p align="center">07/01/2020      07/enero/2020</p>	<p>Date of mailing of the international search report</p> <p align="center">13/01/2020      13/enero/2020</p>																		
<p>Name and mailing address of the ISA/ INAPI, Av. Libertador Bernardo O'Higgins 194, Piso 17, Santiago, Chile</p> <p>Facsimile No.</p>	<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>																		

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CL2019/050045

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP2013057207A (OKABE CO LTD) 28-03-2013, the whole document	
P, A	CN109826333A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING) 31-05-2019, the whole document -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CL2019/050045

CN207776139U	28-08-2018	NONE	---
CN207228386U	13-04-2018	NONE	---
CN101372843A	25-02-2009	CN101372843 (B)	08-12-2010
CN109629757A	16-04-2019	NONE	---
JP4733997B2	27-07-2011	JP2006233445 (A)	07-09-2006
JP2013057207A	28-03-2013	JP5908688 (B2)	26-04-2016
CN109826333	31-05-2019	NONE	---

**INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL**

Solicitud internacional N°

PCT/CL2019/050045

**A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD**

(CIP) E02D31/00, 31/08, E04B1/00, 1/62, 1/98, E04H9/00, 9/02 (2019.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

**B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA**

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

(CIP) E02D31/00, 31/08, E04B1/00, 1/62, 1/98, E04H9/00, 9/02 (CPC) E04B1/985, E04H9/021, 9/024, 9/027

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

Esp@cenet, Derwent Innovations, Google, INAPI

**C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES**

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
A	CN207776139U (CHONGQING UNIVERSITY) 28-08-2018, resumen, páginas 3, 4, figuras 1 a 6	
A	CN207228386U (BEIJING UNIVERSITY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE) 13-04-2018, todo el documento	
A	CN101372843A (TONGJI UNIVERSITY) 25-02-2009, todo el documento	
A	CN109629757A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 16-04-2019, todo el documento	
A	JP4733997B2 (HITACHI METALS TECHNO LTD) 27-07-2011, todo el documento	

<input checked="" type="checkbox"/> En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos	<input checked="" type="checkbox"/> Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo
* Categorías especiales de documentos citados:	
“A” documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.	“T” documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
“E” solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.	“X” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
“L” documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	“Y” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
“O” documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.	“&” documento que forma parte de la misma familia de patentes.
“P” documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.	

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional. 07/01/2020                      07/enero/2020	Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional 13/01/2020                      13/enero/2020
--	--

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional INAPI, Av. Libertador Bernardo O'Higgins 194, Piso 17, Santiago, Chile N° de fax	Funcionario autorizado HORMAZABAL ZUBICUETA, Raúl N° de teléfono 56-2-28870551
--	--



# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional N°

PCT/CL2019/050045

Documento de patente citado en el Informe de Búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de Familia	Fecha de Publicación
CN207776139U	28-08-2018	Ninguno	---
CN207228386U	13-04-2018	Ninguno	---
CN101372843A	25-02-2009	CN101372843 (B)	08-12-2010
CN109629757A	16-04-2019	Ninguno	---
JP4733997B2	27-07-2011	JP2006233445 (A)	07-09-2006
JP2013057207A	28-03-2013	JP5908688 (B2)	26-04-2016
CN109826333	31-05-2019	Ninguno	---