



QUAKE TEK

Protección Sísmica al Alcance de Todos





Quaketek y el Freno sísmico

Historia

Nuestra historia empieza en 1987 en Mechtronix System Inc. Cuando Joaquim Frazao fundó la compañía para desarrollar soluciones de ingeniería y manufactura exitosas, primeramente, para la industria aeroespacial.

Usando estas tecnologías de la industria aeroespacial, el ing. Frazao desarrolló superficies para solucionar desafíos como la corrosión, cold welding y la fluencia lenta (creep) en disipación por fricción. Bajo su supervisión, Mechtronix manufacturó miles de dispositivos que hoy protegen más de 200 edificios de gran envergadura en todo el mundo.

Después de la venta de Mechtronix, el ing. Frazao fundó Quaketek para continuar manufacturando los frenos sísmicos, de la mejor calidad, usando sus mismos, ya reconocidos, métodos de fabricación.

Quaketek ha continuado la mejora de la precisión y calidad de los dispositivos con equipos de la mas alta tecnología, I+D y una dedicada planta de fabricación en Montreal, Canadá.

Hoy nuestro foco es en más que lo económico, por lo que estamos comprometidos con la seguridad ante terremotos haciendo las tecnologías de protección sísmica mas accesibles y mucho más fáciles de integrar en cualquier estructura, nueva o existente.

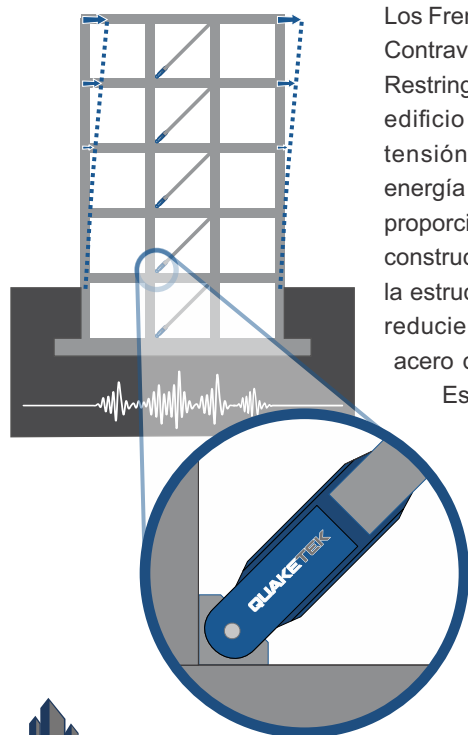
Confianza y Reconocimiento

Desde sus inicios hasta recientemente en el 2014 los frenos sísmicos, han sido sometidos a las más rigurosas pruebas de desempeño en mesas vibratorias por parte de las asociaciones de ingeniería más reconocidas del mundo. Sin embargo, la mas rigurosa prueba de la tecnolo-

gía fue el sismo de magnitud 7.1 en ciudad de México, el 19 de septiembre de 2017. Mientras más de 600 edificios colapsaron o debían ser derribados y miles más con daños serios, el Torre Cuarzo mostró un excelente desempeño. No tuvo un solo vidrio roto. Con 180m de altura está protegido con más de 450 dispositivos, cada uno manufacturado con la más alta precisión y testeado en nuestra planta de Montreal para asegurar que estos solo respondan a la fuerza requerida por el ingeniero y que trabajen de manera estable, silenciosa y confiable una vez activados. Este resultado es tal vez el más significativo, y muestra que, con un buen diseño estructural y una tecnología de fricción confiable, la gente y el patrimonio pueden ser protegidos incluso en sismos mayores.

¿En qué consiste?

Esencialmente, el Freno Sísmico disipa la energía cinética inducida por el sismo a través de la fricción de sus componentes especializados.



Los Frenos, al ser instalados en el extremo de un Contraviento común, forman un Contraviento Restringido a la Ductilidad (CRD) y permiten al edificio deformarse elásticamente tanto en tensión como en compresión disipando la energía del sismo. Este desempeño a su vez, proporciona importantes ahorros en costos de construcción por que los elementos que soportan la estructura pueden ser optimizados al máximo reduciendo substancialmente cantidades en acero de refuerzo, concreto reforzado o Acero Estructural.

Aunque en teoría dos elementos cualesquiera producen fricción, obtener resultados consistentes es para nada sencillo. Después de varios años de investigación y de su experiencia previa de la industria Aeroespacial, la técnica de manufactura propietaria de Quaketek permite que los Frenos Sísmicos se trabajen a la Fuerza de respuesta

solicitada sin variaciones considerables después de múltiples ciclos.

Principio Confiable

Otra de las mayores ventajas de los Frenos Sísmicos es que no son dependientes de la Velocidad, es decir, su funcionamiento en términos de disipación de energía no se ve afectado por variaciones de velocidad en la aplicación de la fuerza. Esta única característica lo convierte en un elemento de fácil introducción a virtualmente cualquier diseño estructural, pues solo el Desplazamiento y la Fuerza de Respuesta son requeridos.

En contraste, tecnologías alternativas como los aisladores de base y los Disipadores Viscosos deben ser calibrados y diseñados dependiendo de la frecuencia y velocidad de los sismos de diseño, lo que adiciona varios niveles de complejidad a cualquier proyecto.



Disipando energía sísmica

Adicionalmente, al no ser dependiente de la velocidad, la mayor cantidad de energía puede ser disipada en comparación con las otras alternativas existentes debido a la aplicación de una fuerza constante durante el funcionamiento (Ver gráfica abajo).

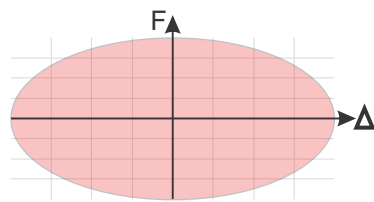
Por otra parte, la versatilidad en instalación en sitio ha sido el mejor aliado del Freno para su adopción. En edificaciones existentes que necesitan ser actualizadas a la luz de nuevos y más exigentes códigos de construcción, la aplicación de esta tecnología es la opción por excelencia

porque requiere de disrupción mínima de operaciones en los lugares donde se instala y por qué obliga a las mínimas cantidades de demolición de elementos existentes.

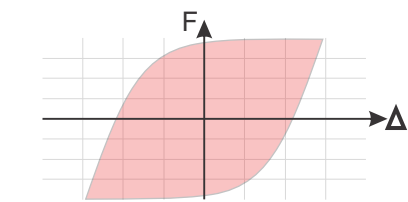
Finalmente, en estructuras nuevas, profesionales de la Arquitectura y la Ingeniería tienen la oportunidad de usar estos Frenos mientras innovan con ellos en la apariencia estética de los proyectos. Todo esto al mismo tiempo que brindan beneficios al cliente final como la reducción en costos iniciales de construcción e incrementos inigualables en la

protección ante daños producidos por eventos sísmicos.

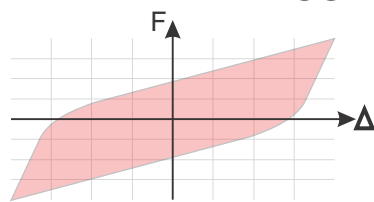
En Quaketek nos sentimos orgullosos de llevar el legado de más de 25 años de historia en la Manufactura exclusiva de estos dispositivos donde todos y cada uno de los son probados antes de ser enviados a nuestros clientes y donde nuestra tecnología de avanzada nos permite ofrecer precios competitivos sin jamás arriesgar la calidad o la integridad de nuestro producto.



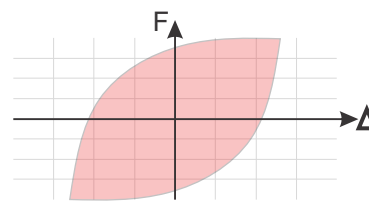
Disipador Viscoso ① ②



Contraviento Restringido a Pandeo ②



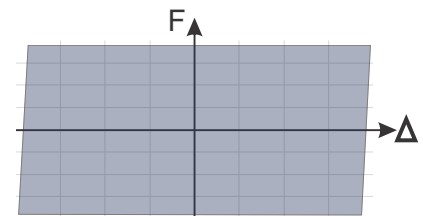
Aislador Deslizante ①



Disipador Viscoelástico ① ②

Comparación de Absorción de Energía de Diferentes tipos de Disipación

El área dentro de la curva histerética es proporcional a la energía absorbida por el dispositivo



Freno Sísmico en línea

- 1 - Dependiente de la Velocidad, adiciona complejidad al diseño
- 2 - Debe ser reemplazado después del sismo, recalibrado en el caso Viscoso
- 3 - Dependiente de temperatura, requiere inspección y acceso a mantenimiento



Beneficios Excepcionales



Protección Máxima

Cuando se utilizan Frenos sísmicos la estructura estará protegida ante sismos sin deformarse permanentemente. El cliente final protege su inversión porque la estructura permanece operacional durante y después del sismo. Aunque estructuras normales diseñadas bajo el reglamento sismo resistente evitan el colapso y protegen vidas, las edificaciones resultan gravemente deterioradas después del sismo porque al hacer uso de la ductilidad como única herramienta de disipación de energía deben sufrir deformaciones excesivas.



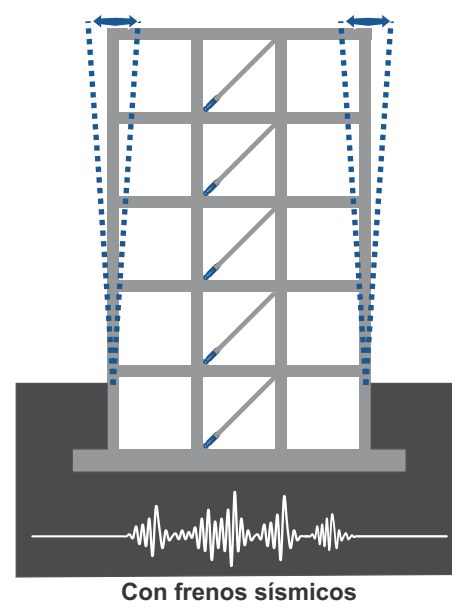
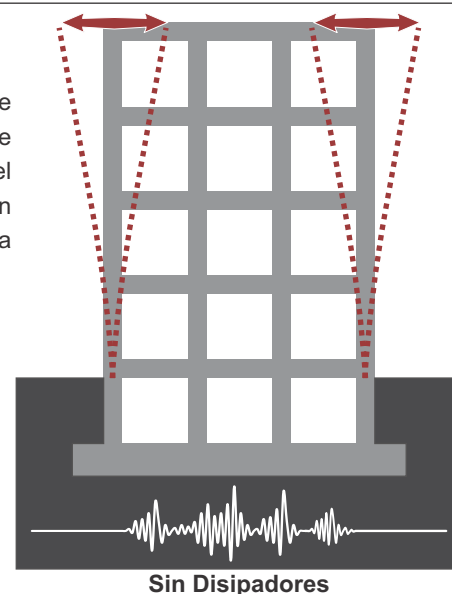
Ahorros en Costos de Construcción y vida útil

Estructuras Nuevas

- 2-5% de ahorros en costos Totales De Proyecto comparado con edificios que disipan la energía mediante la ductilidad y que se deforman permanentemente después del sismo. Este valor incluye el costo del sistema instalado
- No requiere mantenimiento después de instalado
- Evita las deformaciones permanentes en la estructura
- Ahorros en refuerzo adicional para ductilidad
- Produce reducciones significativas en costos de mantenimiento Futuro de la Edificación después del sismo
- Reduce costos de Primas de Seguro

Estructuras Existentes

- 30-60% de ahorros en costos Totales de Proyecto en comparación con la alternativa mas económica
- No requiere mantenimiento después de instalado
- Adaptable a virtualmente cualquier sistema estructural existente: Muros de Corte, Pórticos a Momento, Mampostería etc.
- Adaptable a las más complicadas condiciones de trabajo utilizando la menor mano de obra
- Instalación adaptable a cualquier tipo de material: Madera, Acero Estructural, Concreto reforzado etc.
- Mínima interrupción de Operaciones en los lugares de Intervención



Estructuras más ligeras y mejor protegidas



Construcción Sostenible

El uso de los frenos juega un gran papel en la tarea de transformar la Industria de la construcción en Sostenible. Por un lado, el ahorro en materiales de construcción, como el acero estructural, permite librar al medio ambiente de 4Kg de CO2 por cada Kg que no se instala en un edificio. Por otro lado, la Resiliencia de la expansión Urbana mejora considerablemente por que las edificaciones no tendrán que ser reconstruidas después de eventos sísmicos evitando desplazamientos masivos y reubicación de poblaciones, como en casos recientes en Haití, Nepal e Italia. ¡El principio actual de disipación de energía a través de la ductilidad sencillamente no es sostenible!

Finalmente, la accesibilidad de estos frenos sísmicos, gracias a su bajo costo, permite que gobiernos y sociedades puedan proteger a las comunidades de bajos recursos de las amenazas sísmicas. Usualmente, luego de los terremotos son estas comunidades las más afectadas y desprotegidas.



Simplicidad en Diseño Estructural y Modelado

En esencia, un Contraviento Restringido a la Ductilidad (CRD) equipado con un freno sísmico es modelado como un Contraviento ficticio, un "Link", en la mayoría de Softwares estructurales.

Debido a que es posible tratarlo como un contraviento ficticio, es posible modelarlo como cualquier otro elemento Elasto-Plástico (e.g. una barra metálica, un perfil H, I o Tubular). En efecto, sigue la aplicación del modelo de Wen. Esta característica particular hace que el Contraviento tenga una curva histerética constante independiente de la velocidad de aplicación de la fuerza. Gracias al Freno Sísmico, Ten-Co al que está conectado.

Para un diseñador estructural, esta característica aporta una simplificación considerable al proceso de Diseño puesto que, indiferente al tipo de Análisis estructural, Linear, No Linear, Estático, Dinámico, o Espectral, el CRD siempre muestra el mismo comportamiento que cualquier otro

elemento en la estructura (viga o columna), en efecto, es parte integral de ella.

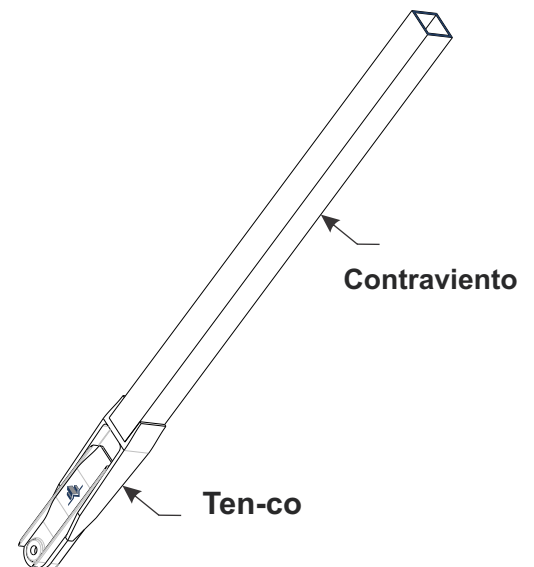
Se puede pensar en el Contraviento Restringido a la Ductilidad como en un contraviento instalado en la estructura que:

- Nunca sufrirá deformaciones permanentes
- Absorberá la energía del sismo mediante su ductilidad ficticia aportada por el Ten-Co
- Tiene el mismo desempeño tanto en Tensión como en Compresión (Ten-Co)

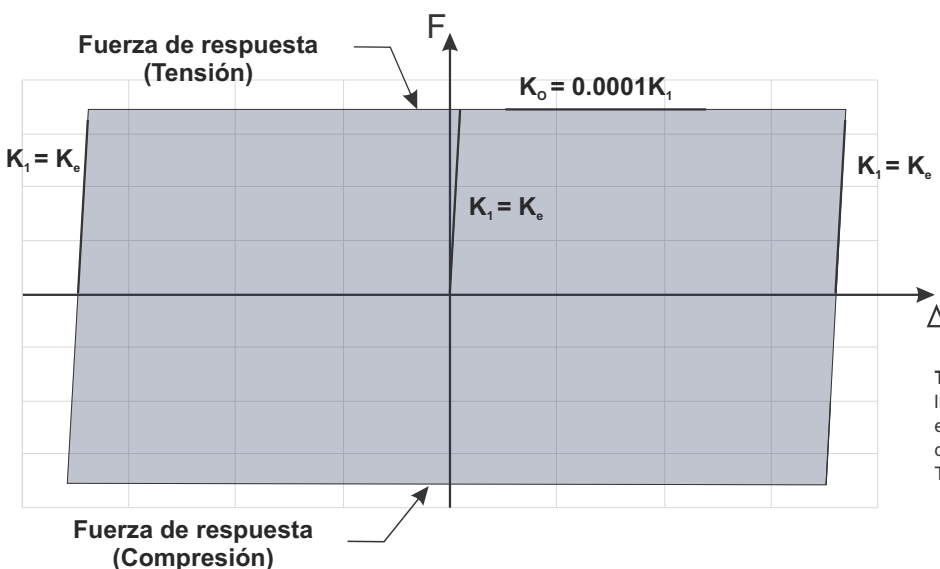
El concepto de diseño es simple pero brillante. En el software, el Disipador es simulado como un contraviento metálico común que se deformara inelásticamente cuando se le exija por encima de su límite elástico. Este contraviento tendría que ser reemplazado después del sismo. En contraste, lo que sucede en realidad es que

el Ten-Co hace que el brazo del contraviento real no se deforme, en su lugar, el Ten-Co se acciona antes que el contraviento llegue a su límite de elasticidad absorbiendo la energía sísmica en la fricción de sus componentes. Así, una vez pasado el sismo, el Ten-Co y el contraviento vuelven a su posición original sin necesidad de ser reemplazados protegiendo a la estructura de daño alguno.

Contraviento Restringido a la Ductilidad (CRD)



Ten-Co: Freno sísmico en línea Tensión-Compresión, es en línea por que la disipación de energía ocurre en línea con el eje axial del contraviento y no a través de la rotación de componentes. Esto hace que la fuerza sea constante en Tensión y en Compresión.



CRD con Freno Sísmico en línea Tensión-Compresión (Ten-Co) Curva Histerética Con el Modelo de Wen



Beneficios Excepcionales

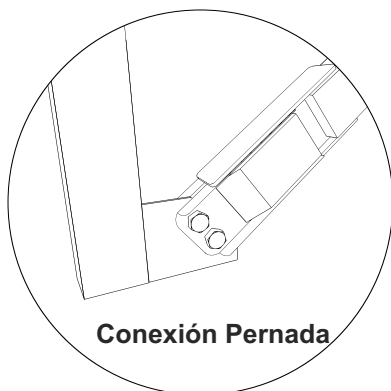
FACIL

Simplicidad en Instalación

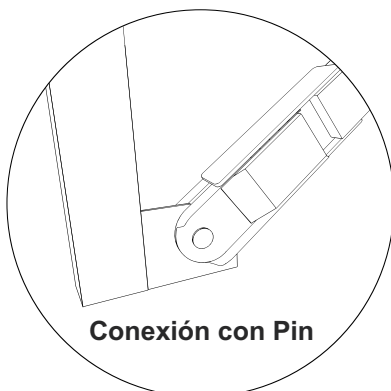
El Contraviento Restringido a la Ductilidad puede ser instalado virtualmente en cualquier proyecto. Puede ser adaptado a elementos de Madera, Acero o de Concreto Reforzado.

El diseño de sus conexiones es tan simple como el de cualquier sistema de contraviento común.

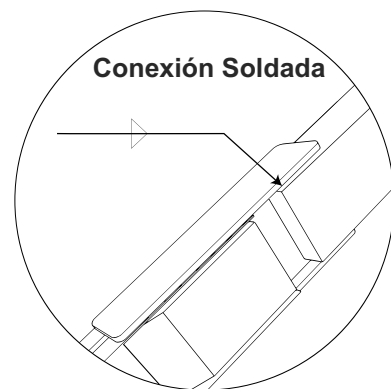
Ingenieros y constructores de todo el mundo prefieren el uso de esta tecnología porque les permite realizar proyectos en edificaciones existentes en el menor tiempo posible y con la menor disrupción de operaciones. Las posibilidades para su orientación y ubicación son ilimitadas.



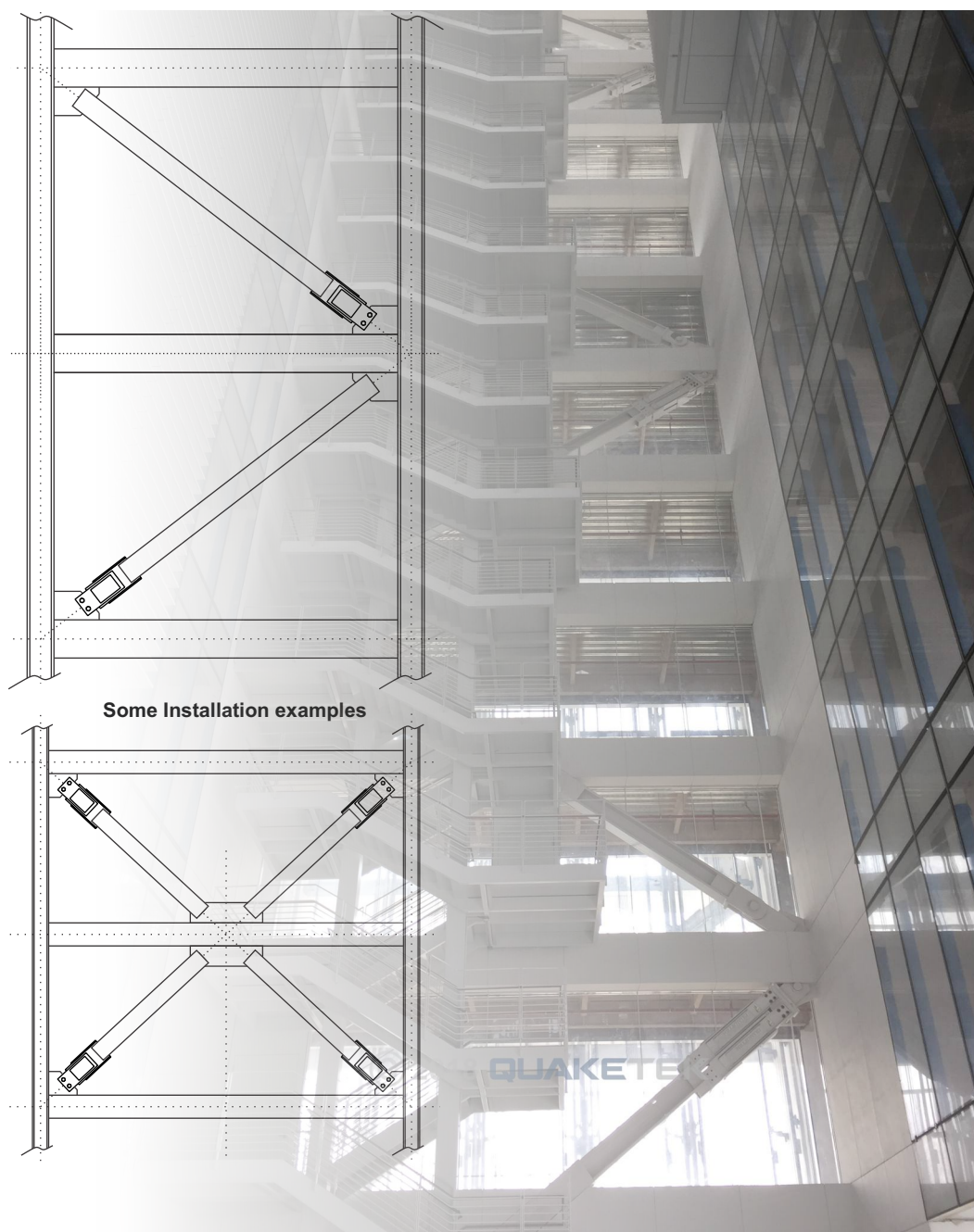
Conexión Pernada



Conexión con Pin



Conexión Soldada

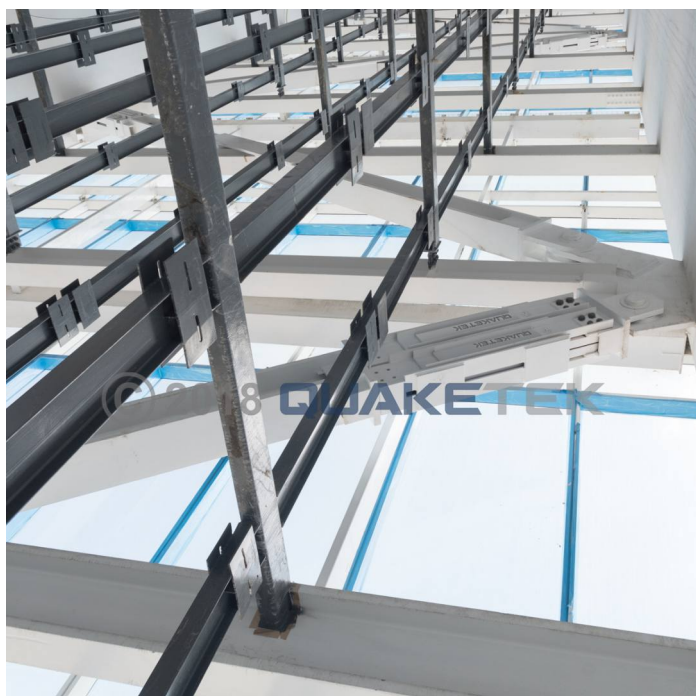


Aplicaciones de la Tecnología

Torre Cuarzo

Ciudad de México, México
Av. Paseo Reforma

A 180m de altura, Contravientos Restringidos a la Ductilidad protegen al Torre Cuarzo contra los fuertes sismos de la ciudad de México. Torre cuarzo usa más de 450 Dispositivos



Protección de la inversión

Con una altísima inversión en acabados, los 47mil m² de construcción del Torre Cuarzo ameritaban la máxima protección que solo los Contravientos Restringidos a la Ductilidad podían brindar



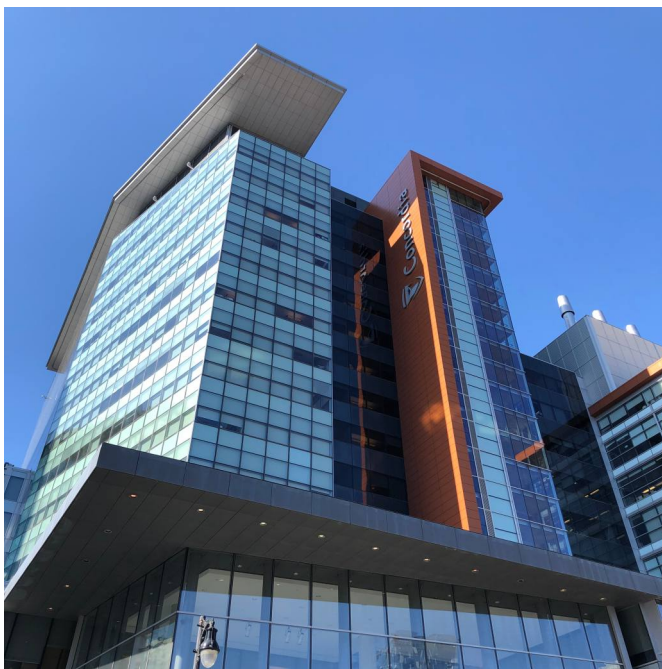


Aplicaciones de la Tecnología

Universidad Concordia

Montreal, Canadá

Con 17 pisos de altura los pabellones de Ingeniería y de Negocios de la Universidad de la Concordia hacen uso de los Contravientos Restringidos a la Ductilidad para evitar deformaciones excesivas ante un exigente código de Construcción.



Escuela Primaria St-Odile

Montreal, Canadá

Este ambicioso reforzamiento sísmico ha permitido traer el antiguo edificio a los recientes estándares del código de edificaciones. La vida de los niños estudiantes esta ahora protegida ante el evento de un terremoto mayor.



ACC Sharp Memorial Hospital

San Diego, Estados Unidos

Para lograr cero interrupciones en el evento de un sismo de gran magnitud, el Sharp Memorial fue sometido a una eficiente repotenciación utilizando Contravientos Restringidos a la Ductilidad



Guía de Diseño con Contravientos Restringidos a la Ductilidad (CRD)

www.quaketek.com/es

Asistencia

Esta guía* fue hecha con el fin que puedas hacer cálculos rápidos en tu proyecto para hacer presupuestos iniciales muy aproximados. Si en algún momento te surgen preguntas en algunos de los pasos, por favor contáctanos y nuestro equipo de diseño te asistirá con guías del software que usas. Contáctanos a design@quaketek.com, en nuestro sitio web, o en los teléfonos que encuentras al final de esta guía.

Paso 1 - Creando el Modelo

Una vez tengas un modelo preliminar pre-dimensionado de la estructura, sin CRD, procede a calcular la fuerza cortante sísmica en la base, así como también en cada piso. También tomarás de este modelo la rigidez lateral y las fuerzas laterales por piso. Más adelante te servirán para hacer algunas revisiones. Todos los softwares exportan estos datos fácilmente en tablas. Por supuesto también pueden ser calculados manualmente.

Paso 2 - Fuerza de los Ten-Co en cada piso

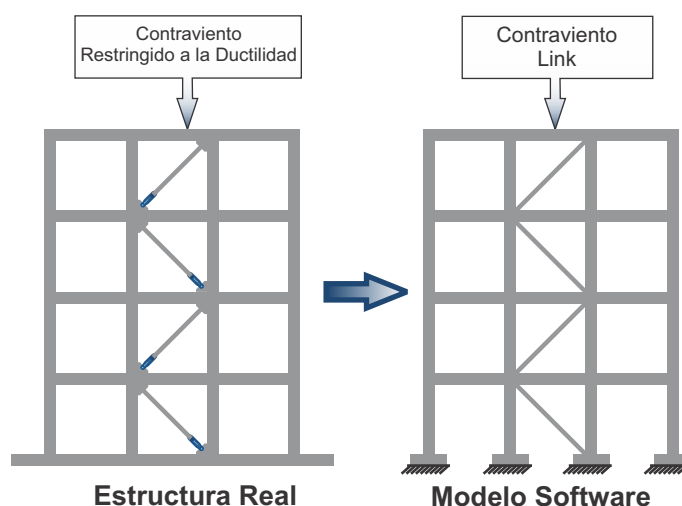
Lo primero que debes responder es ¿cómo repartir la fuerza cortante por piso entre CRD y estructura? El reto entonces, es buscar una fuerza óptima que reparta eficientemente la cortante sísmica del piso entre los Ten-Co (instalados en el CRD) y la estructura.

Fuerza de respuesta óptima

Al darle esta cortante óptima a los CRD en un piso, esta garantiza que la máxima cantidad de energía es absorbida por los aparatos y al mismo tiempo que se transmita la menor cantidad de energía posible, y a su vez esfuerzos, a la estructura. La estructura puede ser pórticos, muros o cualquier otro sistema lateral. Se ha encontrado que esta fuerza es siempre menor al 50% del cortante plástico del piso, pero variará de acuerdo con las restricciones que el diseñador encuentre en su proyecto y a otros criterios de desempeño que este desee cumplir. Para cálculos rápidos puedes empezar con $1/4$ de la cortante del piso.

Toma esta fuerza cortante óptima ($V_{\text{óptima}}$) y divídela por el número de CRD que vas a tener en el piso para obtener la fuerza sísmica cortante que cada CRD absorberá (V_{CRD}). El número de CRD varía de acuerdo con el diseño arquitectónico, es decir, cuáles son los lugares donde se quiere exponerlos a la vista o, en caso de que no sean exhibidos, cuáles son los lugares libres para colocarlos. También varía de acuerdo con el criterio del diseñador estructural en cuanto a que tan repartida se quiere tener la resistencia lateral de la estructura.

*Indicaciones y parámetros dados en esta guía solo funcionan para frenos sísmicos Ten-Co (Tensión- Compresión) en línea Quaketek que forman un CRD. Esta guía es basada en las observaciones de características de los Ten-Co de Quaketek y es muy probable que sea invalida para otras tecnologías o para otros productos Quaketek.



Paso 3 - Localizando los Disipadores

En el modelo creado en el **Paso 1**, procede a localizar Contravientos "links" en los lugares donde planeas que estos ofrezcan la resistencia lateral de la estructura. En cuanto a su ubicación y orientación, los contravientos pueden ser colocados y orientados donde se le requieran o donde las restricciones arquitectónicas lo permitan. No es necesario que tengan continuidad vertical ni horizontal.

Flexibilidad en localización

Para poder hacer uso de esta flexibilidad solo debes asegurar dos cosas:

1. Que la fuerza cortante tomada por los CRD es la misma en cada piso (ej. $1/2$), siempre mayor en el piso superior que en el inmediatamente inferior cuando diferencias pequeñas existan, y
2. Que la relación entre la rigidez lateral de los contravientos ($K_{\text{contravientos}}$) y la conjunta del piso ($K_{\text{contravientos}} + K_{\text{piso}}$) es aproximadamente constante ($\pm 15\%$) en la altura del edificio, mayor a 0.7 y siempre menor en el piso superior que en el inmediatamente inferior cuando diferencias pequeñas existan. Esta revisión la harás al final de todo el proceso

Esto garantiza, **1)** que el conjunto, estructura y CRD, se comporta como un solo cuerpo al momento de vibrar y **2)** que los disipadores se activan en los inicios de la excitación sísmica, antes que la estructura alcance su punto de fluencia.



Guía de Diseño con Contravientos Restringidos a la Ductilidad (CRD)

Paso - 4 Parámetros de los CRD “Links”

Los CRD son modelados como un Contraviento “Link” bilinear común. Así, este es modelado como un brazo metálico que sigue el modelo de materiales Elastico-plasticos tal como lo haría un elemento metálico cualquiera (e.g. una barra metálica, un perfil H, I o Tubular). Este modelo es conocido como el modelo de Wen, y no es más que una linealización de la curva Fuerza-Deformación. La gran diferencia de este contraviento ficticio es que no llegará a la ruptura en el rango plástico y si absorberá la energía en múltiples ciclos de carga.

Area de la sección transversal

El área de la sección transversal del link es la que determina en gran parte su rigidez inicial lateral y axial. Entonces, toma la fuerza cortante que transferirás a los CRD y divídela por el coseno del Angulo que forman con el piso para obtener la fuerza de accionamiento. Luego encuentra el área que satisface una fuerza de 1.3x la fuerza de accionamiento, como lo recomiendan los estándares internacionales.

Digamos que en el **Paso 1** obtuviste una fuerza cortante de 3600kN en un piso, y que en el **Paso 2** decidiste darles a los CRD 1/2 de esta como la cortante optima:

Asumiendo 4 CRD en el piso, $\Theta = 30^\circ$ y acero A36

$$V_{\text{óptima}} = V_{\text{piso}} \times \frac{1}{2} = 3600 \text{ kN} \times \frac{1}{2} = 1800 \text{ kN}$$

$$V_{\text{óptima / CRD}} = \frac{V_{\text{óptima}}}{\# \text{CRD}} = \frac{1800 \text{ kN}}{4} = 450 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{\text{óptima / CRD}}}{\cos(30^\circ)} = \frac{450 \text{ kN}}{\cos(30^\circ)} = \frac{\text{Fuerza de respuesta}}{\cos(30^\circ)} = 521.6 \text{ kN}$$

$$521.6 \text{ kN} \sim 520 \text{ kN}$$

$$A = \frac{1.3 \times \text{Fuerza de respuesta CRD}}{\sigma} = \frac{1.3 \times 520 \text{ kN}}{250000 \text{ kN / m}^2} = 0.0027 \text{ m}^2$$

Observación

Esta Fuerza de respuesta deberá ser modificada si no resulta ser al menos 30% mayor que otras cargas de servicio (e.g. verticales y viento regular). Esto porque no se desea que, en la estructura real, fuerzas de servicio normal activen el Ten-Co cuando no es necesario.

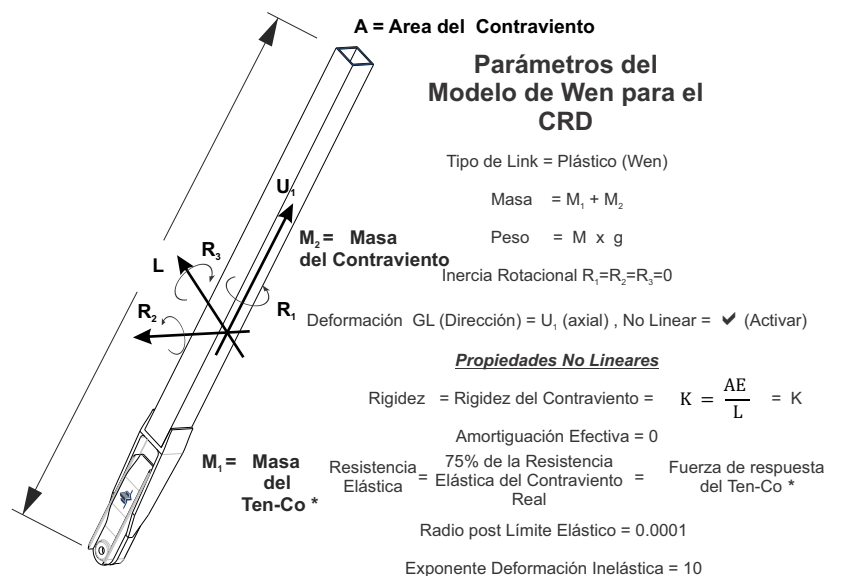
Rigidez Axial

La rigidez inicial axial es la que se le introduce al software como la rigidez del “link” y está dada por

Asumamos: $E = 200 \text{ GPa}$
 $L = 4 \text{ m}$

$$K = \frac{AE}{L} = \frac{0.0027 \text{ m}^2 \times 200 \text{ GPa}}{7 \text{ m}} = 51430 \text{ kN / m}$$

Ahora tienes todos los parámetros que necesitas para incluir los links en el modelo. Sin importar que software usas, los parámetros son siempre los mismos que ves en el siguiente esquema:



Paso 5 - Listo para Correr el Análisis

Una vez los Contravientos “Link” han sido integrados en tu modelo, el edificio está listo para correr el Análisis de acuerdo a los requerimientos exigidos por el código de construcción que estés utilizando. Los parámetros que has introducido hasta este paso son suficientes para realizar cualquier tipo de análisis: Estático lineal y no lineal o Dinámico Lineal y no lineal.

Verifica que el software que usas puede leer los parámetros no lineales de los “links” en cualquier caso de carga. Si no es así, mira los consejos del recuadro “casos de carga”.



Guía de Diseño con Contravientos Restringidos a la Ductilidad (CRD)

Paso 6 - El modelo final

Si luego de correr el análisis, las deformaciones laterales no corresponden a los requerimientos de desempeño que contemplabas para el edificio, puedes jugar con el número de Contravientos "Links" por piso y / o con sus Fuerzas de repuesta hasta que encuentres el desempeño deseado.

Casos de Carga

Algunos softwares no leen las propiedades no lineales de los "links" cuando se usan casos lineales de carga. Una forma sencilla de superar este obstáculo es crear un caso de carga No-Linear para la fuerza sísmica. Este caso deberá usar un patrón de carga manual definido por usuario con los resultados obtenidos del **Paso 1**. Estos resultados el software los exporta en tablas como fuerzas laterales inerciales por piso. Este nuevo caso No-lineal es el que usarás para el diseño de elementos. Por favor comunícate con nuestro equipo si necesitas asistencia al respecto a design@quaketek.com

Catálogo de Ten-Co Estándar



Nota

En la tabla se muestran Fuerzas y Desplazamientos típicos pero estos pueden ser hechos a medida.

Varios elementos del Ten-Co pueden ser hechos a medida. El extremo de montaje puede ser adaptado de acuerdo a la conexión (e.g. Soldada, Pernada o con Pin)

Para obtener Longitudes Máxima y Mínima restar el desplazamiento en un sentido, a Compresión (-) o a Tensión (+), de la Longitud en Posición Neutra.

Diseñado y fabricado en Canadá



Revisión al Pandeo

Como los Ten-Co trabajan igual en Tensión y en Compresión, solo al final, debes revisar que el contraviento al que irá atado no pandea. Para esta revisión, usa el área transversal del Contraviento real y la longitud es la longitud "L" incluyendo la longitud del brazo más la del Ten-Co.

Relación de Rigideces laterales

Asumamos que para el CRD del ejemplo (520kN) escogiste un perfil HSS6X6X3/8 por que cumplió con pandeo, y porque es grueso suficiente para soldadura. Entonces la relación a monitorear es:

Rigidez lateral del contraviento

$$K = \frac{AE}{L} \cos^2(\theta) = \frac{0.0042 \text{ m}^2 \times 200 \text{ GPa}}{7 \text{ m}} \times \cos^2(30^\circ) = 90000 \text{ kN / m}$$

Rigidez lateral de los contravientos en piso

$$90000 \text{ kN / m} \times 4 \text{ contravientos} = 360000 \text{ kN / m}$$

Asumamos que del **paso 1**, encontramos que la rigidez del piso sin contravientos era 150000 kN / m, Entonces

$$\frac{K_{\text{contravientos}}}{K_{\text{contravientos}} + K_{\text{piso}}} = \frac{360000 \text{ kN / m}}{360000 \text{ kN / m} + 150000 \text{ kN / m}} = 0.7$$

Esta relación debe mantenerse aproximadamente constante (+/- 15%) en cada piso, mayor a 0.5 (0.7- 0.9) y siempre menor en el piso superior que en el inmediatamente inferior cuando diferencias pequeñas existan.



Contacto

Chile - (2)2938 2607
Colombia - (2)6207376
México - (55)8526 5551

+1-514-903-3883
+1-514-903-3882 (fax)
info@quaketek.com

Ventas

sales@quaketek.com

Ingeniería y Diseño
design@quaketek.com

Síguenos



www.quaketek.com/es



PROTECCIÓN MÁXIMA

Edificios operacionales durante y después del sismo



AHORROS

Reduce costos de construcción y aumenta la vida útil



SIMPLICIDAD

Simplicidad en Diseño Estructural y Modelado



SOSTENIBILIDAD

Responsabilidad social hacia una industria sostenible

