

DISIPACION DE ENERGIA SISMICA PARA EL DISEÑO Y REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES

Ing. Maribel Burgos Namuche, M. Sc.
CDV REPRESENTACIONES

El Perú, es uno de los países de mayor actividad sísmica en el mundo, debido al proceso de subducción de la placa oceánica (Nazca) bajo la placa continental (Sudamericana). Este proceso genera una constante acumulación de energía que se libera en forma de sismos.

Estos movimientos sísmicos amenazan todo tipo de edificación, y en la búsqueda de brindar mayor seguridad a las edificaciones han surgido nuevos e innovadores sistemas de disipación de energía. En el Perú, se ha introducido recientemente algunos de estos sistemas, tales como: el sistema de AISLAMIENTO SISMICO y el sistema de DISIPADORES FLUIDO VISCOSO.

Estos sistemas no sólo son estrategias de diseño sino también de reforzamiento de edificaciones, permitiendo aumentar el nivel de desempeño de la edificación durante un sismo.

Los costos asociados con el diseño, fabricación e instalación de estos dispositivos son compensados no tanto por minimizar la rigidez de la edificación sino porque se logran mejores desempeños; de esta manera se compensa la inversión.

SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO

Esta tecnología es ahora ampliamente usada en muchas partes del mundo, protege a la estructura de los efectos destructivos de un sismo, reduciendo la respuesta de la superestructura, "aislando" la estructura de los movimientos del suelo y proporcionándole mayor amortiguamiento.

El aislamiento hace que la estructura sea más flexible y la adición de amortiguamiento permite que la energía sísmica sea absorbida por el sistema de aisladores, reduciendo de esta forma la energía transferida a la estructura.

Físicamente, el aislamiento sísmico se consigue colocando la estructura sobre los aisladores, tal como se muestra en la figuración N°1.



Fig. 1. Colocación de aisladores sísmicos

Al ser la estructura más flexible, su periodo, T_i , es mucho mayor que su periodo cuando está fija a la base, T_f . El aumento del periodo, T , y el aumento de amortiguamiento, β , reduce la aceleración espectral y por tanto reduce las fuerzas sísmicas.

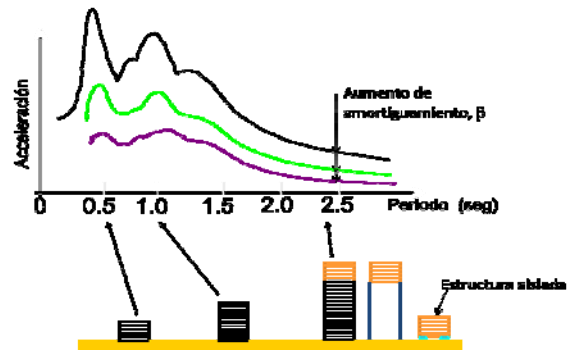


Fig. 2. Influencia del amortiguamiento en el espectro de aceleraciones

Desempeño de una edificación aislada

Bajo condiciones favorables, las distorsiones de entrepiso y aceleraciones se reducen hasta un 75% si la estructura estuviera fija en la base.

La reducción de las distorsiones de entrepiso protege tanto a los elementos estructurales como a los elementos no estructurales sensibles a los daños inducidos por las distorsiones de entrepiso. La reducción de las aceleraciones protege a los elementos no estructurales que son sensibles a los daños inducidos por la aceleración. Por lo tanto, después de ocurrido el sismo, la estructura es funcional con poco o ningún daño.

Aisladores elastoméricos con núcleo de plomo (LRB)

Lateralmente, estos aisladores son muy flexibles pero verticalmente son muy rígidos. La alta rigidez vertical es alcanzada teniendo delgadas capas de caucho reforzadas por platinas de acero.

El núcleo de plomo proporciona amortiguamiento deformando plásticamente cuando el aislador se mueve lateralmente en un sismo (Ver figura N°3).

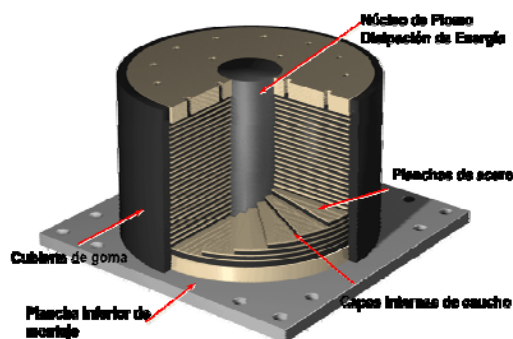


Fig. 3. Aislador elastomérico con núcleo de plomo

Aisladores sísmicos elastoméricos en el Perú

A través de la empresa **CDV Representaciones** se ha introducido en el mercado peruano los aisladores sísmicos elastoméricos **DIS** (Dynamic Isolation System), empresa líder y pionera del sistema de aislamiento sísmico fundada en 1982 en Nevada (USA). DIS tiene una experiencia en más de 300 proyectos completos en 15 países como USA, Japón, Turquía, India, México, etc. En la actualidad se han instalado más de 15000 aisladores en diferentes partes del mundo.

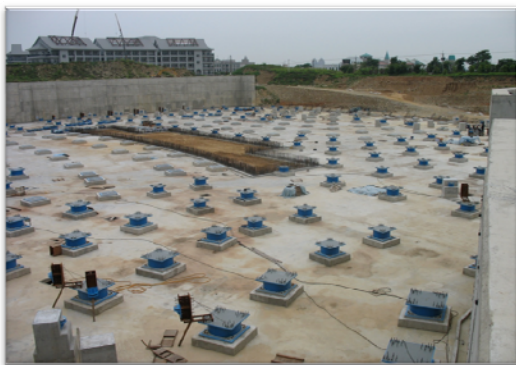


Fig. 4. Aisladores elastoméricos en el Centro Médico Tan Tzu -Taiwan

Los aisladores DIS admite deformaciones mayores a 1.00m, cargas verticales de hasta 4000 t y deformaciones al corte más de 400%.

Estructuras candidatas para ser aisladas

- *Instalaciones esenciales*
Hospitales, puentes, centros de emergencia, estaciones de bomberos, operaciones militares etc.
- *Edificios con contenido valioso*
Museos, medios de comunicación, instalaciones de fabricación de alta tecnología, etc.
- *Edificios con altos costos de interrupción*
Aeropuertos, centros de computación, Hoteles, laboratorios, etc.
- *Estructuras Históricas*

SISTEMA DE DISIPADORES DE ENERGIA FLUIDO VISCOSO

Similar a la tecnología de aislamiento sísmico, la función básica de los disipadores fluido viscoso cuando se incorporen a la estructura es la de absorber o consumir una porción de la energía externa debido al sismo, reduciendo así la demanda de disipación de energía primaria en los elementos estructurales y la minimización de los daños estructurales posibles.

La experiencia nos indica que las estructuras no vibran indefinidamente una vez que haya sido excitada por un movimiento. Esto se debe a la presencia de fuerzas de fricción o de amortiguamiento, las cuales siempre están presentes en cualquier sistema en movimiento. Estas fuerzas disipan energía. La presencia inevitable de estas fuerzas de fricción constituye un mecanismo por el cual la energía mecánica del sistema, energía cinética o potencial se transforma en otros tipos de energía, como el calor.

La energía que se introduce en un sistema se transforma, y eventualmente se disipa:

$$E_T = E_K + E_S + E_I + E_\xi$$

E_T = es la energía que un agente externo (Sismo o Viento) introduce a un sistema.

E_K = Energía cinética, es la parte de la energía total que se transforma en movimiento.

E_S = Energía elástica de deformación, es la parte de la energía que se transforma en deformación de los elementos del sistema.

E_I = Energía inelástica, es la parte de la energía relacionada con la deformación inelástica de los elementos del sistema.

E_ξ = Energía de amortiguamiento, es la parte de la energía que es disipada por fuentes de amortiguamiento.

El objetivo de introducir disipadores de energía a la edificación es reducir la energía cinética E_K , o transformar parte de esta energía en calor, aumentando la energía de amortiguamiento E_ξ a través de los disipadores de energía.

Esta tecnología fue desarrollada principalmente para la industria militar y para la industria pesada.

Descripción de disipadores fluido viscoso

Un amortiguador de fluido viscoso disipa la energía empujando el líquido a través de un orificio, produciendo una presión de amortiguamiento que crea una fuerza, la cual no aumenta

significativamente las cargas sísmicas para un grado comparable de la deformación estructural.

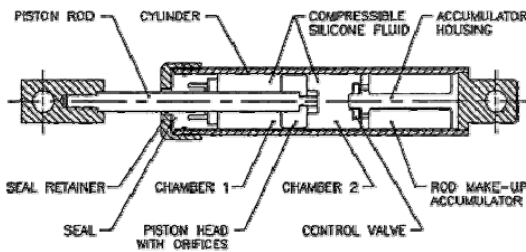


Fig. 5. Composición de disipador fluido viscoso

Son fabricados de acero inoxidable y el líquido de amortiguamiento es aceite de silicona.

La acción de amortiguamiento es proporcionada por el flujo del fluido o a través de la cabeza del pistón. La cabeza del pistón es introducido con una holgura entre el interior del cilindro y el exterior de la cabeza del pistón, el cual forma un orificio anular.

Comportamiento de disipadores fluido viscoso

El disipador fluido viscoso reduce los esfuerzos y la deflexión al mismo tiempo porque la fuerza del disipador está completamente **fuera de fase** con los esfuerzos debido a la flexión de las columnas.

Esto sólo se cumple con el amortiguamiento de fluido viscoso, donde la fuerza del disipador varía con la velocidad.

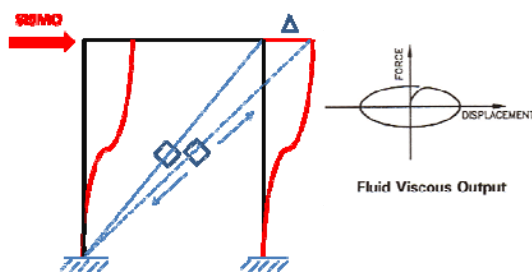
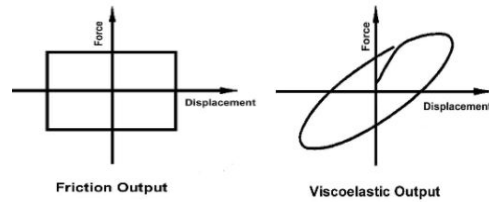


Fig. 5. Comportamiento fuera de fase

Cuando la edificación alcanza su máxima deflexión y por tanto su máxima fuerza lateral, en ese momento la fuerza en el disipador viscoso es mínima.

Sin embargo; este comportamiento no sucede con otros tipos de disipadores:



Fuerza debido al amortiguamiento del disipador

En un disipador viscoso, la respuesta del amortiguador es:

$$F = CV^\alpha$$

donde:

- F** = es la fuerza del disipador, lb
- V** = velocidad relativa entre el amortiguador ,pulg/seg
- C** = constante de amortiguamiento (lb x seg / pulg)
- α** = exponente de velocidad (0.3 - 1.0)

Estilos básicos de instalación de los disipadores

Los amortiguadores de fluido viscoso se pueden instalar como miembros diagonales de varias maneras, o puede atarse en los arriostres (Chevron braces).

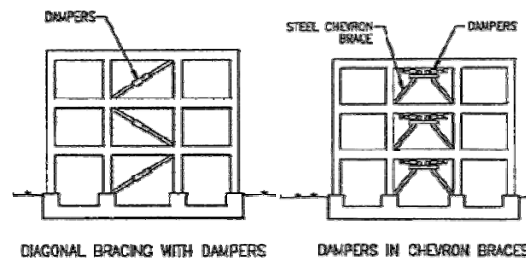


Fig. 6. Estilos básicos de instalación de disipadores

Disipadores fluido viscosos en el Perú

Al igual que el sistema de aislamiento sísmico, **CDV Representaciones** está introduciendo en el mercado peruano el disipador fluido viscoso **TAYLOR devices inc.**, líder mundial en amortiguadores para soluciones industriales y construcción.

TAYLOR fue fundada en 1955 North Tonawanda New York – USA. El uso de disipadores fluido viscoso para la disipación de energía sísmica sobre estructuras netamente de ingeniería civil empezó en **1993**.

En el Perú se ha reforzado la **Torre Central de 10 pisos del Aeropuerto Jorge Chávez – Lima- PERU** (2006) con disipadores fluido viscoso TAYLOR. Se colocaron 42 disipadores, $F = 49t$ y $71.2 t$.