

Escuela militar de ingeniería CBBA



INFLUENCIA DE LA CONFIGURACIÓN EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS

- **Nombres:**

Noelia Vargas Mendieta C8779-3

- **Curso:** CITEC “2A”

- **Docente:** Lic. Jose Luis Mamani Cervantes

- **Materia:** Física II

INFLUENCIA DE LA CONFIGURACIÓN EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS

Sbtte Cab. Noelia Vargas Mendieta - noevargasmendieta@gmail.com

Jose Luis Mamani Cervantes - jose.luis.many001@gmail.com

1. Resumen

La aislación de edificaciones consiste en colocar una interface flexible entre el suelo y la estructura de forma que se reduzcan considerablemente las solicitaciones sísmicas a las que ésta estaría sometida. Así, se puede optar por un diseño con un factor de reducción de fuerza sísmica menor y se puede obtener como resultado una edificación que no sufrirá daños y permanecerá totalmente operativa durante y después de un evento sísmico. Las reducidas aceleraciones también protegen a los elementos no estructurales y a los contenidos de la edificación. Los aisladores son dispositivos que cuentan con una elevada rigidez a cargas verticales, pero son flexibles frente a solicitaciones laterales. Por consiguiente los aisladores de base son dispositivos que se colocan entre la estructura y la base que ayudan a reducir una fuerza sísmica. Asimismo se mostrarán los métodos antisísmicos a través de las frecuencias producidas.

2. Introducción

El presente trabajo tiene por finalidad desarrollar el conocimiento que se tiene sobre los diferentes sistemas de control estructural en la actualidad, y con base en ello, comparar los beneficios obtenidos por estos sistemas en comparación con los apoyos convencionales. En especial, considerando el caso de los aisladores de base

Históricamente, los movimientos sísmicos representan un peligro para las estructuras causándoles daños permanentes tanto en cimentaciones como en la superestructura, y en algunos casos llegando al colapso de ésta. Para ello, es necesario diseñar estructuras que resistan fuerzas sísmicas. Sin embargo, es nuestro deber hacer construcciones que puedan resistir tanto sismos de pequeña como de alta magnitud. Esto es, que las estructuras tengan una gran capacidad de deformación,

y que inclusive, vaya más allá de su estado elástico. Como solución a esta situación, se crearon los sistemas de control estructural, los cuales han sido desarrollados en este informe para un mayor conocimiento acerca de ellos.

2.1. Periodo.

El periodo, T , es el tiempo que tarda un ciclo, y siempre es positivo. La unidad del periodo en el SI es el segundo, aunque a veces se expresa como “segundos por ciclo” ([2]).

2.2. Frecuencia.

La frecuencia, f , es el número de ciclos en la unidad de tiempo, y siempre es positiva. La unidad de la frecuencia en el SI es el hertz: ([2]).

$$1 \text{ hertz} \equiv 1 \text{ Hz} \equiv 1 \text{ ciclo/s} \equiv 1 \text{ s}^{-1}$$

$$1 \text{ hertz} = 1 \text{ Hz} = 1 \frac{\text{ciclo}}{\text{s}} = 1 \text{ s}^{-1} \quad (1)$$

2.3. Péndulo Simple.

Un péndulo simple es un modelo idealizado que consiste en una masa puntual suspendida de un cordón sin masa y no estirable. Si la masa se mueve a un lado de su posición de equilibrio (vertical), oscilará alrededor de dicha posición. ([2]).

$$P_{med} = \frac{1}{2} \sqrt{\mu F} \omega^2 A^2 \quad (3)$$

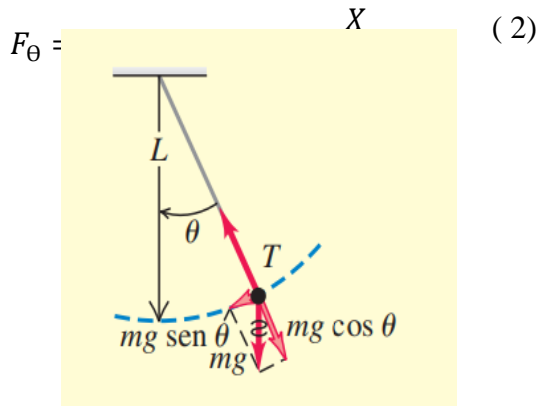


Figura 1: Representación gráfica del Péndulo Simple (Fuente ([2])).

2.4. Péndulo Físico.

Un péndulo físico es cualquier péndulo real que usa un cuerpo de tamaño finito, en contraste con el modelo idealizado de péndulo simple en el que toda la masa se concentra en un punto. Si las oscilaciones son pequeñas, el análisis del movimiento de un péndulo real es tan sencillo como el de uno simple. ([2]).

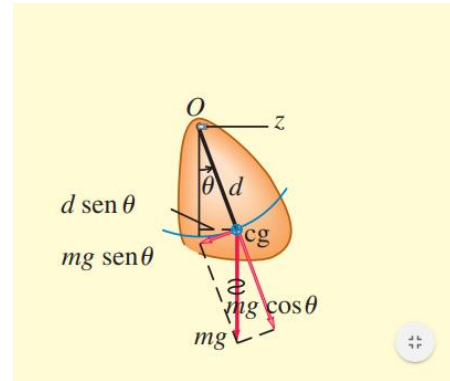


Figura 2: Representación del péndulo Físico (Fuente ([2])).

2.5. Potencia de una onda.

Potencia de onda: El movimiento ondulatorio transporta energía de una región a otra. En el caso de una onda mecánica senoidal, la potencia media P_{med} es proporcional al cuadrado de la amplitud de la onda y al cuadrado de la frecuencia. En el caso de ondas que se propagan en tres dimensiones, la intensidad de la onda I es inversamente proporcional a la distancia de la fuente. ([2]).

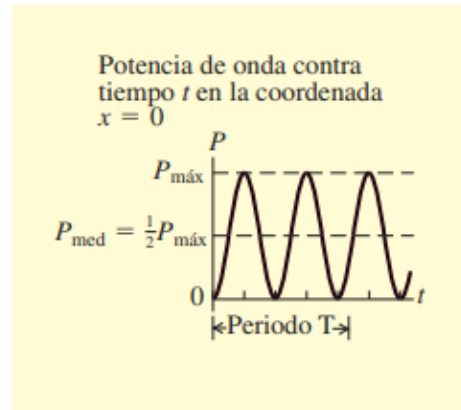


Figura 3: Representación gráfica de la potencia en función del tiempo t (Fuente ([2])).

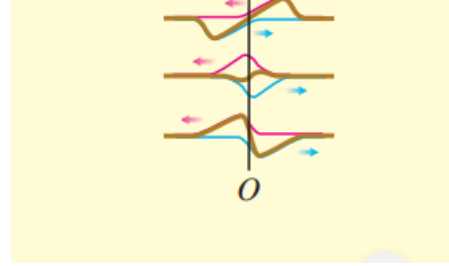


Figura 4: Representación gráfica de la superposición de ondas, donde se puede observar el reflejo de las mismas ([2]).

$$T_z = -(mg) (\text{dsin } \Theta) \quad (4)$$

2.6. Superposición de ondas.

Una onda que llega a una frontera del medio de propagación se refleja. El principio de superposición indica que el desplazamiento de onda total en cualquier punto donde se traslapan dos o más ondas es la suma de los desplazamientos de las ondas individuales. ([2]).

$$y(x, t) = y_1(x, t) + y_2(x, t) \quad (5)$$

$$y(t) = A \sin(\omega t + kx + \Theta) \quad (6)$$

$$y(t) = A \sin(kx \pm \omega t) \quad (7)$$

$$y = 2A \sin(\omega t) \cos(kx) \quad (8)$$

2.7. Concepto de aisladores sísmicos.

Estos dispositivos aíslan al edificio de toda la energía que el suelo introduce por causa de un evento telúrico. Su aplicación en diferentes edificaciones en Latinoamérica y especialmente antes y después del terremoto ocurrido en Chile, ha tenido resultados alentadores. “El aislador sísmico desacopla la estructura del suelo y hace que la aceleración sísmica no pase y si lo hace, que esto ocurra en una proporción mínima. Entonces la estructura se comporta como un bloque rígido que se mueve sobre los aisladores en desplazamientos relativamente pequeños. Por lo tanto, ya no hay desplazamiento entre piso a piso que es lo que destruye la edificación. En los edificios de construcción convencional, que están fijos a tierra, se amplifica la aceleración sísmica en las partes altas, en cambio una edificación que está sobre aisladores se mueve como un bloque, se estabiliza y la amplificación sísmica es menor”. ([4]).

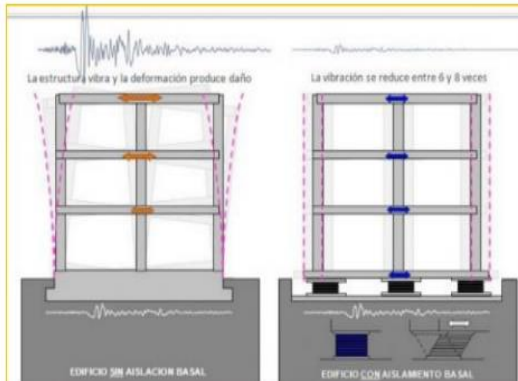


Figura 5: Comparación de aisladores sísmicos donde se observa que uno sufre las ondas sísmicas y la otra acompaña el movimiento porque se encuentra con el sistema de aisladores (Fuente (4)).

2.8. Tipos y comportamientos de aisladores sísmicos

La aislación sísmica consiste en desacoplar horizontalmente a la estructura del suelo. El sistema de aislación usado y los dispositivos de aislación para lograr dicho objetivo pueden variar de acuerdo con las necesidades o preferencias del diseñador. Los dispositivos de aislación, también llamados aisladores, son elementos estructurales muy flexibles en la dirección horizontal y sumamente rígidos en la vertical que permiten grandes deformaciones horizontales ante las sollicitaciones sísmicas. El sistema de aislación es el conjunto de elementos estructurales que incluye a todos los aisladores, sus conexiones y a los elementos estructurales que transmiten fuerza entre el sistema de aislación y la superestructura y subestructura. A la estructura que se encuentra encima del sistema de aislación se le denomina superestructura y a la que se encuentra debajo subestructura. La interfase de aislación es el límite imaginario entre la superestructura y la subestructura. Geotecnia Ing. Wilmer Rojas AISLADORES SISMICOS La Figura 1.a.

muestra las partes del sistema de aislación. Entre los principales tipos de aisladores tenemos a los aisladores elastoméricos de caucho de bajo amortiguamiento (LRD), los aisladores con núcleo de plomo (LRB), los aisladores de alto amortiguamiento (HDR), el sistema de péndulo de fricción invertido y de doble curvatura. (4)].

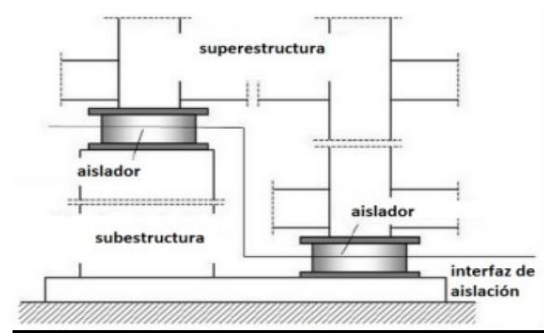


Figura 1.a- Partes del Sistema de aislación

Figura 6: Aislador antisísmico en una superestructura y subestructura (Fuente (4)).

2.9. Ondas sísmicas

La litosfera está dividida en varias placas, cuya velocidad de desplazamiento es del orden de varios centímetros por año.

En los límites entre placas, donde éstas hacen contacto, se generan fuerzas de fricción que impiden el desplazamiento de una respecto a la otra, generándose grandes esfuerzos en el material que las constituye. Si dichos esfuerzos sobrepasan la resistencia de la roca, o se vencen las fuerzas friccionantes, ocurre una ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada. Desde el foco (o hipocentro), ésta se irradia en forma de ondas que, a través del medio sólido de la Tierra, se propagan en todas direcciones. Se les conoce como ondas sísmicas. (1)].

2.10. Propagación de las ondas sísmicas

Al ocurrir un sismo, tres tipos básicos de ondas producen la sacudida que se siente y causa daños; sólo dos se propagan en todas direcciones en el interior de la Tierra; por ello se les denomina ondas internas. La más rápida de éstas es la onda primaria u onda P, cuya velocidad varía dependiendo del tipo de roca, entre 1,100 y 8,000 m/s. (1)).

La característica principal de esta onda es que alternadamente comprime y expande la roca, en la misma dirección de su trayectoria. Es capaz de propagarse a través de rocas (sólidos) y de líquidos; por ejemplo, el magma y los océanos. Además, se puede transmitir a través de la atmósfera; en ocasiones, personas y animales la perciben como un sonido grave y profundo. (1)).

La segunda onda, llamada secundaria u onda S, viaja a menor velocidad que la P (normalmente entre 500 y 4,400 m/s). Mientras se propaga, deforma el material lateralmente respecto de su trayectoria. Por esta razón no se transmite en fluidos (líquidos y gases).

Cuando ocurre un terremoto primero se siente, en un sitio a cierta distancia del epicentro, la onda P, con un efecto de retumbo que hace vibrar paredes y ventanas. Unos segundos después llega la onda S, con movimiento vertical de arriba hacia abajo - y viceversa- y de lado a lado, de tal manera que sacude la superficie del terreno vertical y horizontalmente. Este es el movimiento responsable del daño a las construcciones, en zonas cercanas al epicentro e incluso a distancias considerables. (1)).

El tercer tipo de ondas sísmicas es el de las llamadas ondas superficiales, cuya característica es propagarse por la parte más superficial de la corteza terrestre; a medida que la profundidad aumenta disminuye la amplitud de su movimiento. Las ondas superficiales generadas por el terremoto se pueden clasificar en dos grupos:

- Ondas Love, llamadas así en honor de su descubridor, el físico A.E.H. Love, deforman las rocas similarmente a las ondas S, aunque únicamente en dirección horizontal.
- Ondas Rayleigh, en honor de Lord Rayleigh, producen movimiento vertical, similar al de las olas marinas.

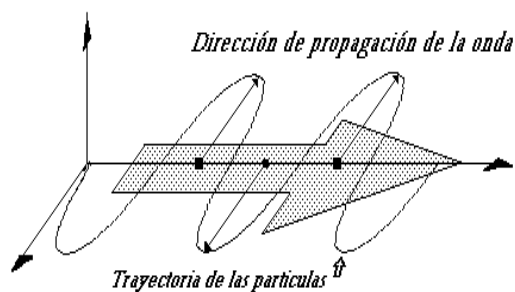


Figura 7: Representación gráfica de como las ondas sísmicas viajan. (Fuente (1)).

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

- Estudiar los efectos sísmicos y mostrar los sistemas sísmicos para la construcción de estructuras civiles.

3.2. Objetivos Específicos.

- Identificar las causas y propagación de las ondas sísmicas.

- Identificar los fenómenos físicos periódicos.
- Identificar los sistemas antisísmicos.
- Diseñar y construir una máquina de ondas mecánicas.

4. Métodos

En el presente trabajo se utilizó el método de aisladores sísmicos y como segunda alternativa el sistema de efecto masa.

4.1. Sistema de aislamiento sísmico.

En el sistema de aislamiento sísmico en la base se instalan dispositivos, generalmente en el nivel más bajo del edificio, con el fin de que absorban, de forma parcial, la energía impuesta por el sismo antes de que sea transmitida a la superestructura (figura 7). Entre los dispositivos empleados en la técnica de aislamiento sísmico en la base se cuenta con los aisladores flexibles y los aisladores de fricción deslizantes o basculantes, combinados con amortiguadores. (4)].

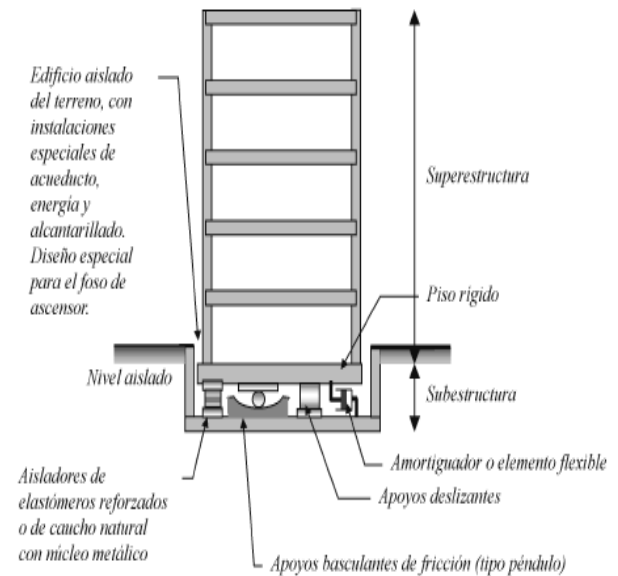


Figura 8: Instalación del Aislador antisísmico en un edificio (Fuente (4)).

El trabajo de esta combinación de los aisladores como elementos flexibles que trabajan en el rango elástico y los amortiguadores como elementos rígidos con comportamiento elasto-plástico hace que la energía sísmica se atenúe, de forma parcial, antes de ser transmitida a la superestructura, haciendo que la energía total para balancear por amortiguamiento propio del sistema, energía elástica y energía cinética sea menor. (4)].

Tipos de aisladores sísmicos:

- Los aisladores flexibles*, la reducción de energía ocurre por el aumento del período de vibración de la estructura, alejándolo del período de vibración natural del suelo.
- Los aisladores de fricción*, reducen la energía por medio

del deslizamiento entre el edificio y la cimentación.

- c) *Los aisladores de elastómeros y los de caucho natural*, están compuestos por una serie de láminas de elastómeros o de caucho adheridas entre sí, intercaladas o no con láminas metálicas, con el fin de proveer capacidad
- d) para soportar cargas verticales y confinar el núcleo que, por lo general, es de plomo.



Figura 9: Aislador de fricción (Fuente: (1)).



Figura 10: Aislador de caucho natural (Fuente: (1)).

4.2. Sistema de efecto de masa

La técnica de efecto de masa consiste en adicionar una masa al edificio

para que vibre con la misma frecuencia natural de vibración de la estructura. "Si la frecuencia del absorbedor adherido a la estructura coincide con la frecuencia de excitación, entonces la masa del sistema principal permanece quieta, y el absorbedor genera en todo instante sobre la estructura fuerzas iguales y contrarias a la excitación". (1).

En los disipadores de masa sincronizada, la masa se adhiere a la estructura por medio de resortes y amortiguadores que inducen fuerzas contrarias a la excitación, reduciendo los movimientos y desplazamientos impuestos por el sismo. (1).

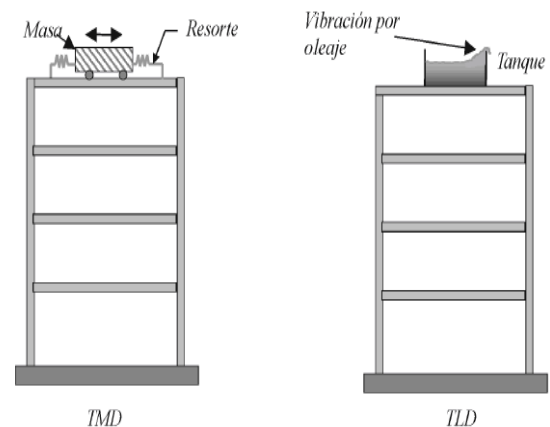


Figura 11: Técnica de masa donde la primera imagen está diseñada con una masa sólida sujeta a través de resortes y la otra con un depósito de agua en la parte superior adicional (Fuente: (1)).

5. Procedimientos

5.1. Materiales

- Alambres
- Aluminio
- Tablas de madera

- Sierra
- Resortes de acero y de caucho
- Motor que origina movimiento sísmico
- Fierros
- Péndulo de masa
- Otros.

5.2. Pasos:

- Se realizará una base de madera de 70 x 60 cm.
- Encima de dicha base se construirá dos edificios hechos de aluminio y madera
-
- En la parte superior de los edificios se colocará el sistema efecto- masa con un metal sujeto de resortes.
- En la parte inferior de la base se fabricará un motor de corriente para controlar la velocidad de las frecuencias del sistema; asimismo se colocará el sistema de aisladores sísmicos con rodamientos.

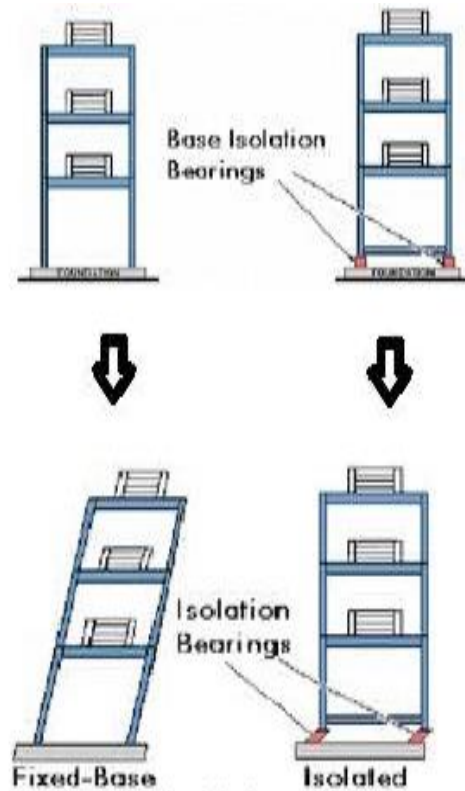
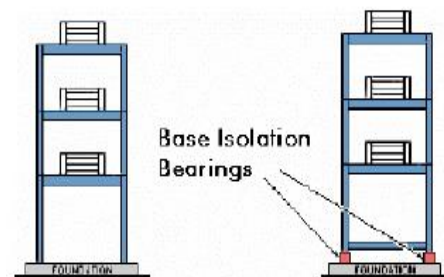


Figura 12: Funcionamiento del sistema de aisladores sísmicos se puede observar que el que no se encuentra con el sistema entra en resonancia y el otro presenta una flexibilidad gracias a los aisladores (Fuente, (1)).



ura Figura 32: Base del sistema de aisladores sísmicos (Fuente: (1)).

6. Resultados

Una vez aprobado el proyecto posteriormente se verificarán los resultados.

Se podrá observar que las ondas telúricas cuando se encuentran a frecuencias de 5 Hz., los edificios altos entran en resonancia; mientras que a una frecuencia media los edificios medianos entran en resonancia y a altas frecuencias las estructuras de 1 o 2 pisos son las más afectadas.

7. Conclusiones

- Los aisladores de base sirven o hacen que la estructura no oscilen tanto como lo hace un edificio normal frente a cualquier movimiento que ocurre en la superficie terrestre.
- Observamos que al producir una onda que se asemeja a una onda sísmica, (toda onda transporta energía y cantidad de movimiento, si transporta energía, hay un trabajo y todo trabajo está relacionado a fuerzas); sacamos la conclusión que hay fuerzas que actúan en la base esas fuerzas son de acción, y por la ley de Newton “ley de acción y reacción”, entonces existen en la base del edificio fuerzas de reacción que hacen que vuelvan al punto de equilibrio.
- El ser humano a medida que avanza la ciencia va creando ideas innovadoras para mejorar el estilo de vida de las personas y

poder hacer frente a los efectos causados por la naturaleza.

- Según la práctica se observa que las estructuras llegan a deformarse por bajas y altas frecuencias.

8. Agradecimientos

El agradecimiento de este proyecto va dirigido a mi docente Lic. José Luis Mamani Cervantes que gracias a sus conocimientos y ayuda pude concluir con éxito.

9. Referencias

[1] Frahm, 1909 Movimiento Física I.

[2] Sears F., Zemansky M., Young D. & Freedman R., Física universitaria Volumen I Decimosegunda Edición.

[3] Serway R. & Jewett J., Física para Ciencias e Ingeniería (Tomo II), McGRAW-HILL, 2005.

4]

JA Oviedo, M del Pilar Duque - Revista EIA, 2013 - revistabme.eia.edu.co