

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Civil
Lima-Perú



XXII SIMPOSIO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

ESTADO DEL ARTE EN EL AISLAMIENTO SISMICO Y SUS PRINCIPALES APLICACIONES

Bach. Ing. Luis Bedriñana Mera



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID

INTRODUCCIÓN

Los sismos producen en el mundo entero muchas pérdidas de vidas y muchas pérdidas económicas, generando un alto costo social.

Loma Prieta – \$7 Billones
\$450 Millones por segundo

Northridge - \$30 Billones
\$2 Billones por segundo

Kobe - \$150 - \$200 Billones
\$7.5 Billones por segundo



Tambo de Mora - Perú

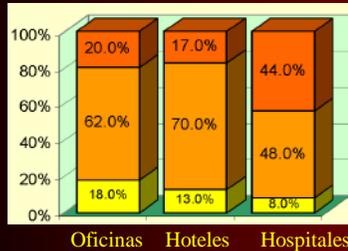


CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



La mayor parte de las pérdidas económicas, se deben a los daños en las estructuras. Sin embargo existe un costo adicional ocasionado por la pérdida de las instalación y equipamiento de los edificios (Computadoras, sistemas eléctricos y electrónicos, insumos, productos, información, etc). Adicionalmente existe el costo por la interrupción de las funciones del edificio.

En un edificio la mayor parte del contenido lo componen los elementos estructurales y el equipamiento.



- Elementos Estructurales
- Elementos no estructurales
- Equipos



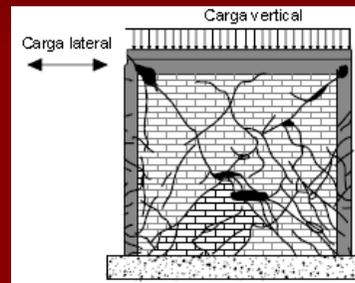
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



Las aceleraciones de entrepiso ocasionan el daño en el equipamiento del edificio.



Las deformaciones y distorsiones de entrepiso ocasionan el daño en los elementos estructurales y no estructurales



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID

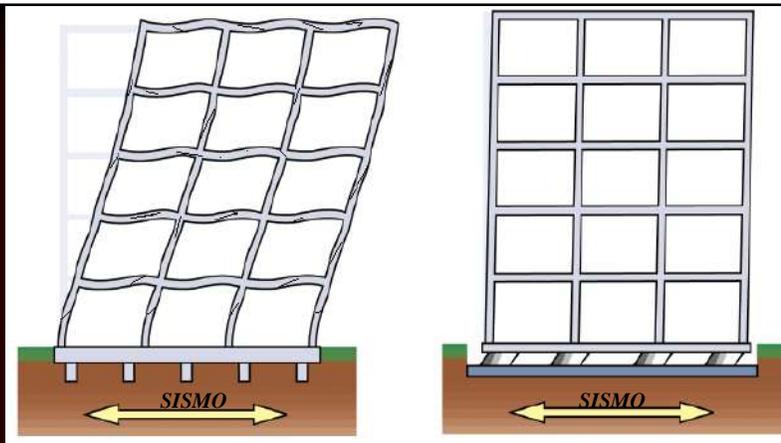


FUNDAMENTOS DEL AISLAMIENTO SISMICO

- El Aislamiento Sísmico busca limitar el efecto negativo del sismo interponiendo elementos especiales en la base de la estructura tales que puedan absorber la acción del sismo y al mismo soportar el peso de la estructura.



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



CONVENCIONAL

- Cortantes de entre piso grandes.
- Mayores distorsiones de entrepiso.
- Mayor daño y grietas.
- Aceleración de entrepiso grandes

AISLADO

- Cortantes de entrepiso menores.
- Menores distorsiones de entrepiso.
- Menor daño y grietas.
- Aceleración de entrepiso baja



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



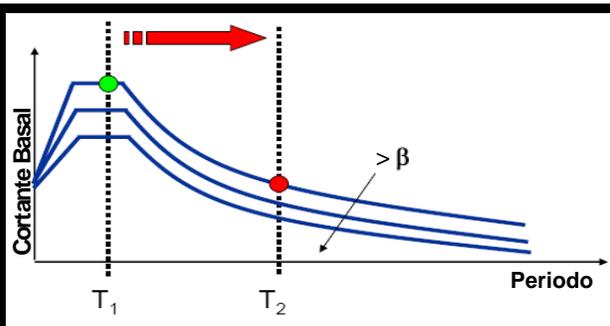


CONVENCIONAL

AISLADO



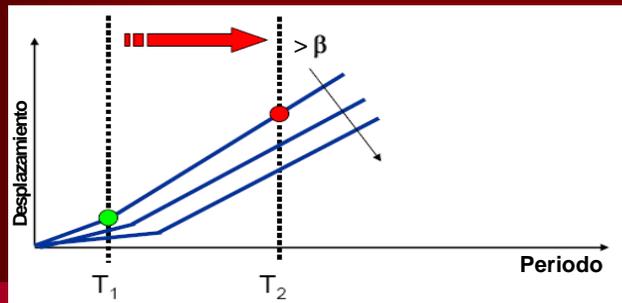
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



● No Aislado ● Aislado

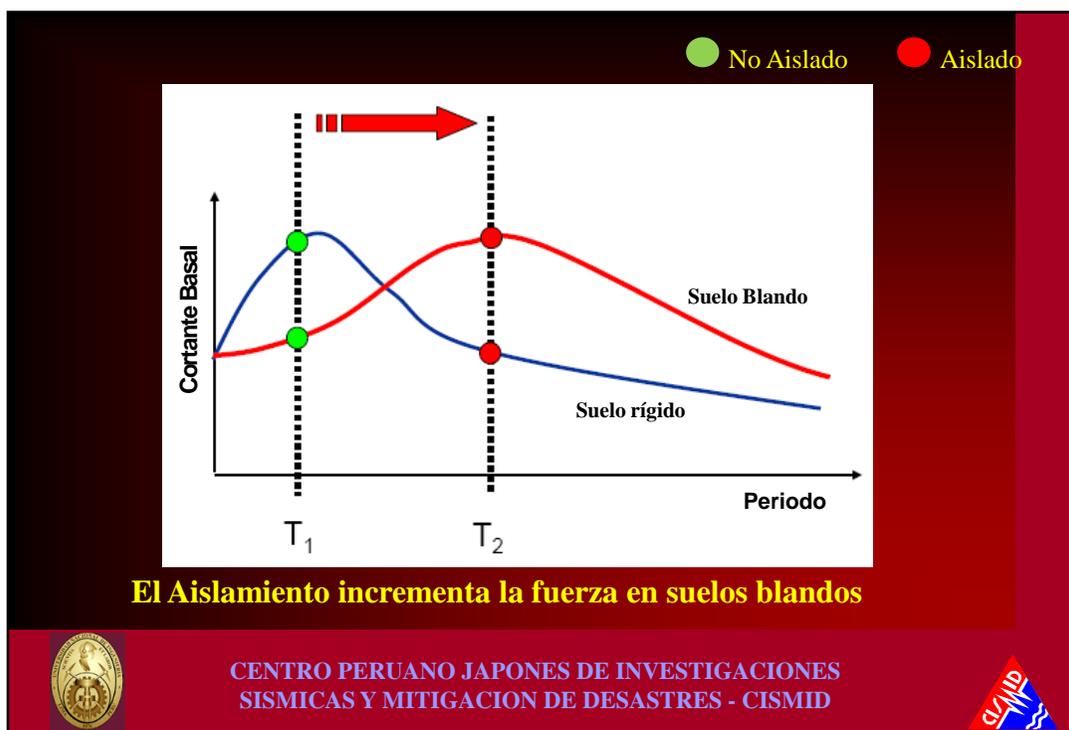
Mayor periodo
↓
Menor Cortante

Mayor periodo
↓
Mayor desplazamiento
en la base



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID

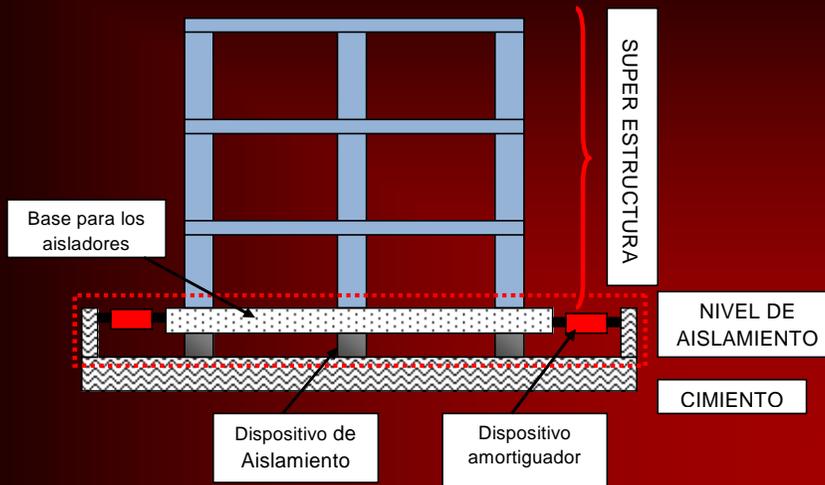




OBJETIVOS DE AISLAMIENTO SISMICO

- Minimizar la interrupción de las actividades en un edificio, cuando ocurra un sismo.
- Reducir las distorsiones de entrepiso y por lo tanto el daño en los componentes estructurales y no estructurales.
- Reducir la aceleración de entrepiso en la estructura, para minimizar el daño en los componentes de la estructura (Equipo eléctrico, computadoras, archivos, etc.)

ESQUEMA DE UN EDIFICIO AISLADO



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



Elementos del sistema de aislamiento

1. Un elemento que desacople la estructura de su base.
2. Flexibilidad lateral que permita elevar el periodo de la estructura ante niveles altos de cargas laterales.
3. Rigidez ante niveles de carga pequeños tales como viento o sismos menores.
4. Suficiente amortiguamiento para reducir el desplazamiento del nivel de aislamiento.
5. Rigidez ante cargas verticales.
6. Mecanismo de restauración de la posición original del sistema.



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



Aplicabilidad del Aislamiento Sísmico

Alta efectividad

- Estructuras en suelos firmes.
- Estructuras con periodo bajo y de pocos pisos (estructuras rígidas)

Poca efectividad

- Estructuras en suelos blandos.
- Estructuras con periodo altos (Edificios altos).



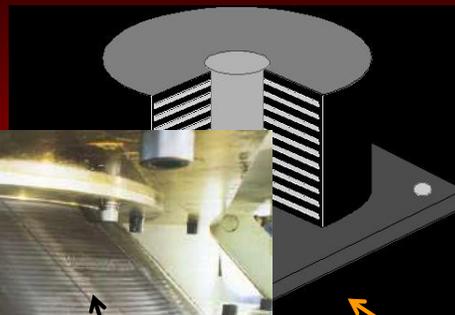
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



DISPOSITIVOS DE AISLAMIENTO SISMICO AISLADORES BASADOS EN ELASTOMEROS



AISLADORES DE CAUCHO
NATURAL



AISLADORES DE CAUCHO
CON CORAZON DE PLOMO

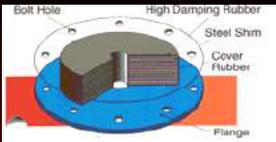
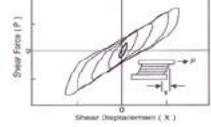
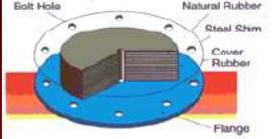
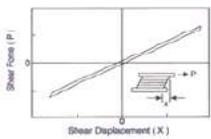
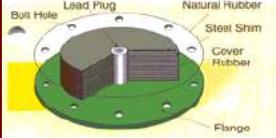
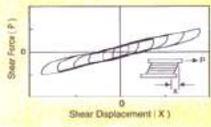
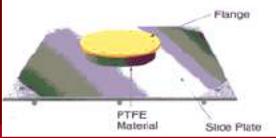
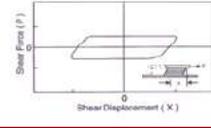


AISLADORES DE CAUCHO DE
ALTO AMORTIGUAMIENTO



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



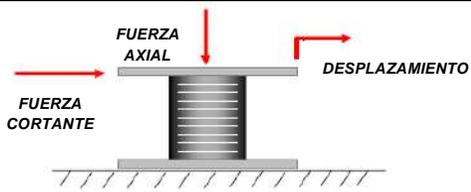
<p>CAUCHO DE ALTO AMORTIGUAMIENTO</p>		 
<p>CAUCHO DE NATURAL</p>		 
<p>CAUCHO NATURAL CON CORAZON DE PLOMO</p>		 
<p>CAUCHO NATURAL CON SISTEMA DESLIZANTE</p>		 

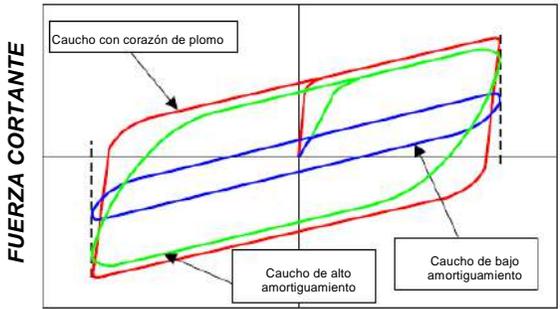


CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



ENSAYO SEUDO ESTATICO EN APOYOS AISLADORES



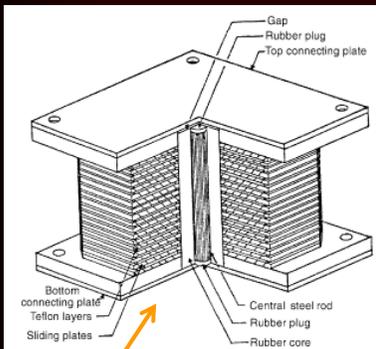




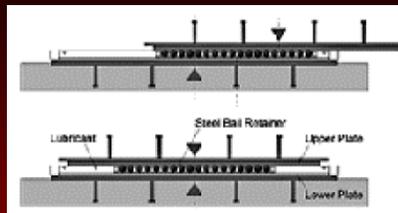
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



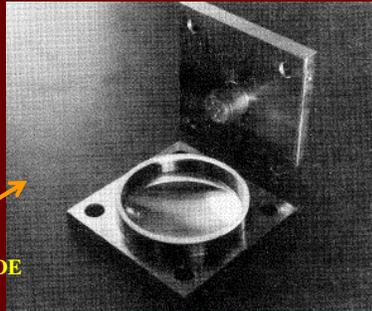
AISLADORES DESLIZANTES



SISTEMA DE FRICCIÓN RESILENTE



SISTEMA DESLIZANTE DE RODILLOS



SISTEMA DE PENDULO DE FRICCIÓN

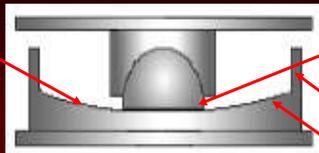


CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



SISTEMA DE PENDULO DE FRICCIÓN (FPS)

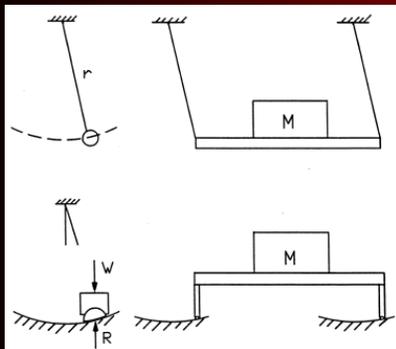
Superficie de acero inoxidable



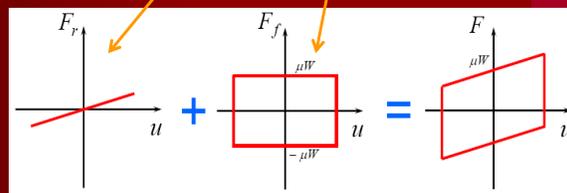
Articulación deslizante tratado con Teflón

Cobertura

Plancha cóncava



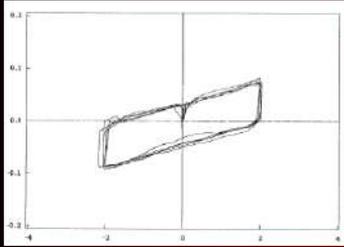
$$F = \frac{W}{R}u + \mu W \operatorname{sgn}(\dot{u})$$



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID

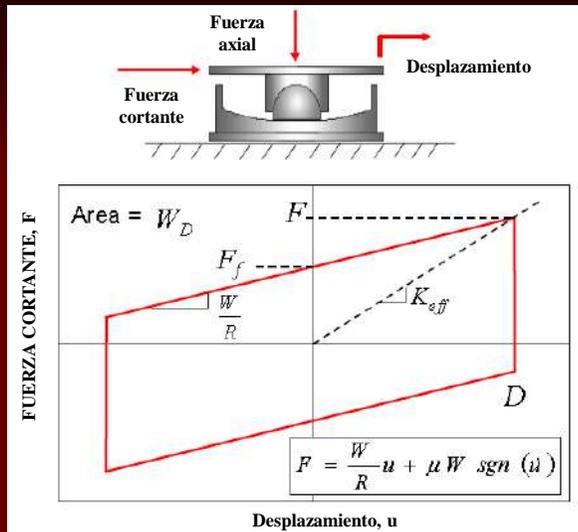


COMPORTAMIENTO DINAMICO DEL DISPOSITIVO



$$k_{eff} = \frac{\mu W}{D} + \frac{W}{R} \beta_{eff} = \frac{2}{\pi \left(1 + \frac{D}{\mu R} \right)}$$

$$T_b = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g \left(\frac{\mu}{D} + \frac{1}{R} \right)}}$$



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



APLICACIONES DEL AISLAMIENTO SISMICO

- Primera aplicación en Nueva Zelanda en 1974
- Primera aplicación en EEUU en 1984
- Primera aplicación Japonesa en 1985

- EEUU - 80 edificios y 150 puentes

- Japón – mas de 1300 edificios y 500 puentes



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID





- Foothill Communities Law and Justice Center (FCLJC) en Los Angeles .
- El primer edificio aislado en EEUU
- Sistema de caucho de alto amortiguamiento (98).
- Costo total 38 millones de dólares.

- San Francisco City Hall.
- El primer edificio reforzado con aislamiento.
- Sistema de caucho con corazón de plomo (530).



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



CASO PERUANO

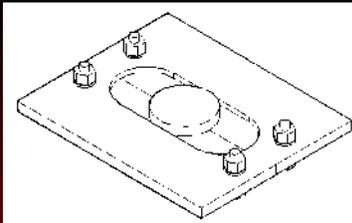
- Primera propuesta de un sistema de aislamiento en el Perú.
- Primer ensayo pseudo estático de dispositivos de aislamiento sísmico.
- Sistema de aislamiento por fricción pura.
- Sistema económico.
- Sistema aplicable a estructuras de pocos pisos.



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



CARACTERISTICAS DEL SISTEMA PROPUESTO



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**



**ENSAYO SEUDO
ESTATICO DEL
DISPOSITIVO**

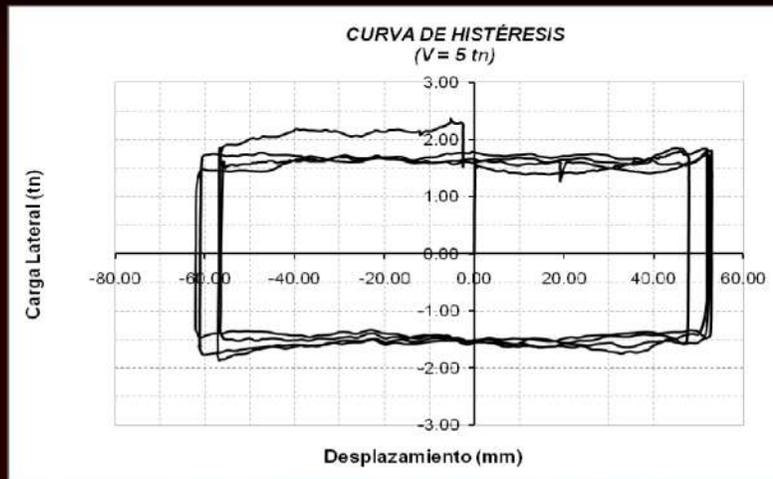


**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID**





CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



COMPORTAMIENTO DEL
DISPOSITIVO PROPUESTO



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



GRACIAS



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID

