



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LIMA-PERU  
Facultad de Ingeniería Civil



## Aspectos Técnicos para el entender y reducir la Vulnerabilidad en establecimientos de salud

Carlos ZAVALA




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

## VULNERABILIDAD EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD


**Definición**

Existen cuatro componentes de vulnerabilidad

1. Componente Estructural
2. Componente No estructural
  - \* Componente Arquitectónico
  - \* Componente Funcional
  - \* Componente de Líneas Vitales



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



## NO ESTRUCTURAL ASPECTOS ARQUITECTONICOS

- Elementos Arquitectónicos
- Instalaciones básicas
- Equipos y Mobiliario







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



## ASPECTOS FUNCIONALES DE VULNERABILIDAD

- SEÑALES
- ACESOS
- RELACIONES (UCI – PABELLONES)
- EDUCACION EN DISASTRE DEL PERSONAL
- PLAN MAESTRO
- HERRAMIENTAS, MEDICINAS, PERT...









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



## NO ESTRUCTURAL ASPECTOS DE LINEAS VITALES

- SERVICIOS BASICOS DE OPERACION (AGUA, LUZ, VAPOR, OXIGENO)
- LINEAS DE TUBERIAS EN OPERACION
- PLANTA DE EMERGENCIA EQUIPOS DE OPERACION
- SISTEMA CONTRA INCENDIO EN OPERACION



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

## ASPECTOS DEL COMPONENTE ESTRUCTURAL

- EXISTENCIA DE COLUMNAS CORTAS
- SISTEMAS APROPIADOS DE TECHOS(HURACANES)
- JUNTA SISMICA APROPIADA (SEPARACION ENTRE EDIFICIOS)
- PROTECCION CONTRA TSUNAMIS
- PRESENCIA DE CAMBIOS DE RIGIDEZ (PISOS BLANDOS)
- GRIETAS
- ASENTAMIENTOS
- MODIFICACIONES SIN SOPORTE TECNICO
- REFORZAMIENTO



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

## ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD DE HOSPITALES EN PERU COMPONENTE ESTRUCTURAL Marzo - Noviembre 1997

Comunidad Económica Europea, ECHO  
Ministerio de Salud, MINSA  
Instituto Peruano de Seguridad Social, IPSS  
Organización Panamericana de la Salud, PAHO/WHO

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

## SOPORTE TECNICO DEL PROYECTO

- Centro Colaborador PAHO/WHO U. Chile
- CISMID/FIC/UNI Lima Peru
- Universidad Nacional de Ingenieria
- Universidad Ricardo Palma

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

## ÁREAS CRÍTICAS

- Servicios de Emergencia
- Sala de Operaciones
- Laboratorio Clínico
- Radiología
- UCI
- Agua, Luz & gases

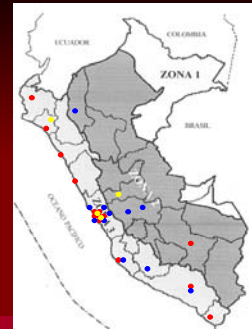


CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES  
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES - CISMID



## ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD

Fuente: CISMID/UNI



### INFRAESTRUCTURA:

- Salud ●
- Educativa ●
- Otros ●



CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES  
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES - CISMID



## Parametros de la Diagnostis

- \* Analisis para Sismo Severo:  
Ocorre 1-2 en 100 años  
Intensidad VII - VIII + M.M.
- \* Analisis para Sismo Moderado  
Ocorre 4 - 6 en 50 años  
Intensity VI - VII + M.M.

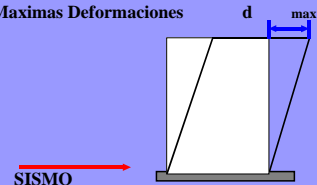


CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES  
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES - CISMID



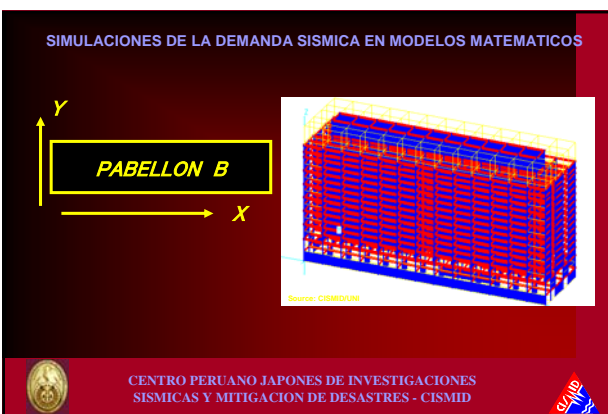
## CRITERIO DE ANALISIS

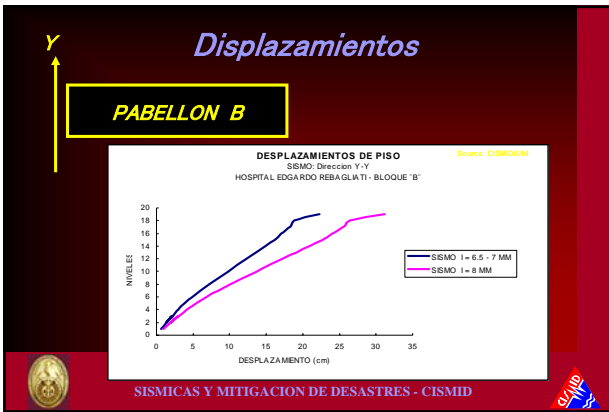
- \* Demanda - Resistancia
- \* Maximas Deformaciones



CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES  
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES - CISMID







### Diagnosis Hospital Rebaglati

- => Maximos desplazamientos de entrepiso (Sectores A-B-C) 1.50 -2.80 cm
- => Falla de Tabiques
- Rotura de vidrios de ventanas
- Puertas bloqueadas
- =>A-C Vulnerabilidad media
- =>B Vulnerabilidad baja
- =>Sector L (Neonatalogia) Vulnerabilidad alta
- =>DP Deposto de Petroleo Vulnerabilidad alta
- =>Estimado - Refuerzo: US\$ 5,373,150

**Vulnerabilidad Estructural**  
Alta Media Baja Ninguna

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

### Diagnosis Cavetano Heredia Hospital

- =>Maximos desplazamientos de entrepiso (Sectors E,G,I,I.A.L.M): 0.50-1.00cm
- =>Fallas en Tabiqueria
- =>Grandes grietas en vigas y columnas
- =>Vulnerabilidad Alta
- =>Estimado - Reforzamiento: US\$ 574,000

**Vulnerabilidad Estructural**  
Alta Media Baja Ninguna

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

### Diagnosis Hospital Honorio Delgado - Arequipa

- => Maximos desplazamientos EM: 0.80 cm P3, P4, P7: 1.60 cm
- => Falla en tabiques, rotura de vidrios, puertas y ventanas bloqueadas
- =>EM (Emergency , X Ray): Vulnerabilidad media
- =>P3 (Distribution hall, elevator): Vulnerabilidad Media a Baja
- =>P4 (UCI, pabellon): Vulnerabilidad Media a Baja
- =>P7 (Sala de Operacion, banco de Sangre, Lab, Administracion ) Vulnerabilidad de Media a Baja
- =>Estimado del Reforzamiento: US\$ 1'377,075

**Vulnerabilidad Estructural**  
Alta Media Baja Ninguna

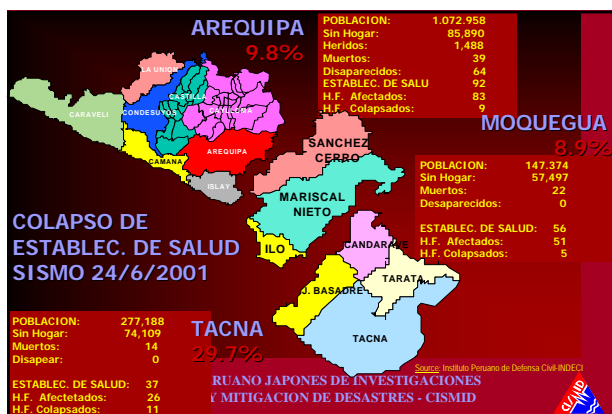
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID

**RESULTADOD DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL  
HOSPITALES EN PERU – PAHO/WHO-ECHO-MINSA-IPSS**

Hospital (critical areas only)	Study Area (m2)	Resist Severe quake?	Which Damage Level ?	Vulnerable level	Estimated Cost of in US\$ for Retrofitting
Almenara	11614	yes	Middle		871,080
Rebagliati	71642	yes	Low-Middle		5,373,150
Dos de Mayo	5925	yes	Low-Middle		444,356
Carión	19558	yes	Low-Middle		250,000
C.Heredia	7660	no	Very Severe		574,000
Arequipa	18361	yes	Middle		1,377,075
Cuzco	92474	yes	Severe		693,555
Chiclayo	1784	yes	Severe		133,834
Chimbote	12591	yes	Middle Severe		944,325
Piura	10039	yes	Severe		752,944
<b>TOTAL</b>					<b>11,414,319</b>

**Vulnerabilidad Estructural**  
Alta Media Baja Ninguna

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



## CONCLUSIONES

- El proceso de evaluación de la vulnerabilidad debe considerarse en áreas críticas y la interacción entre ellas.
- La experiencia de la evaluación de los hospitales del Peru demuestra que las diagnosis son bastante cercanos hecho que se verifico con el sismo de Atico 24/6/2001.
- El Gran problema es la inversion en el reforzamiento, que en países en vías de desarrollo se hace sumamente difícil. La busqueda de indicadores que busquen la evaluación y ponderación de la inversion en mitigación versus la reconstrucción ha sido recomendada en la conferencia mundial de desastres de la ONU, en la busqueda de hospitales seguros para nuestros pueblos.



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



## ..... CONCLUSIONS

- Programs on maintenance of old facilities must be a compromise of the governments and avoid a hospital in red. (between 10-30 % damage facilities in Peru on last quake)
- Policy for compensation on tax reduction for private investors who provides mitigation to health facilities in their communities.



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



## Un ejemplo luego del desastre !



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

