

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Civil



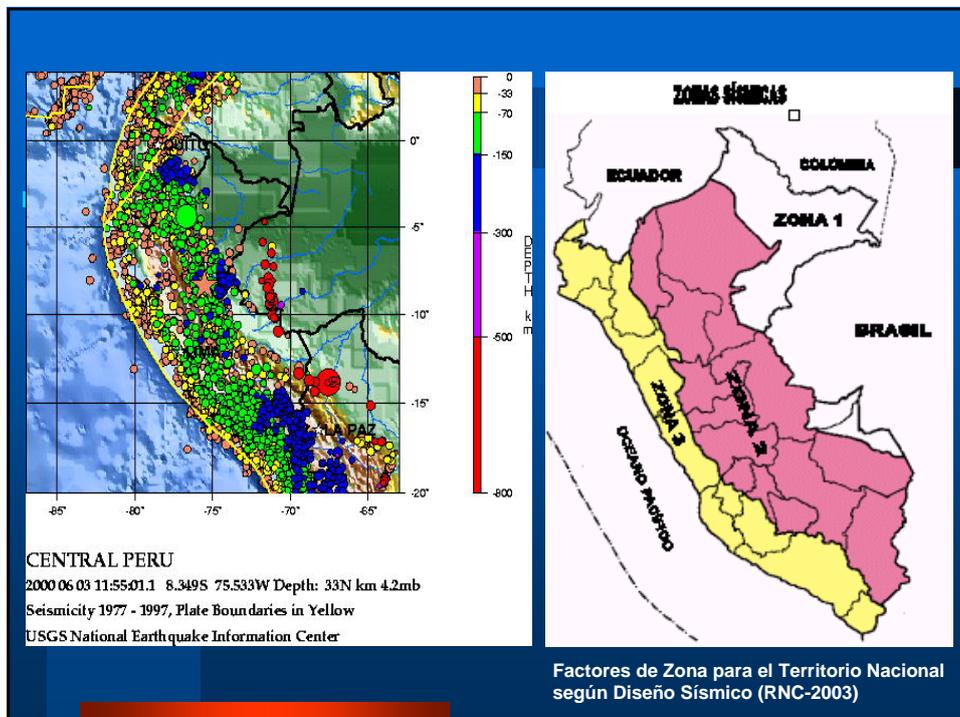
1er. Curso ALEMANIA-MÉXICO-PERÚ
REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS
VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO

Dr. Ing. Jorge Olarte Navarro
Profesor FIC – UNI
Investigador CISMID



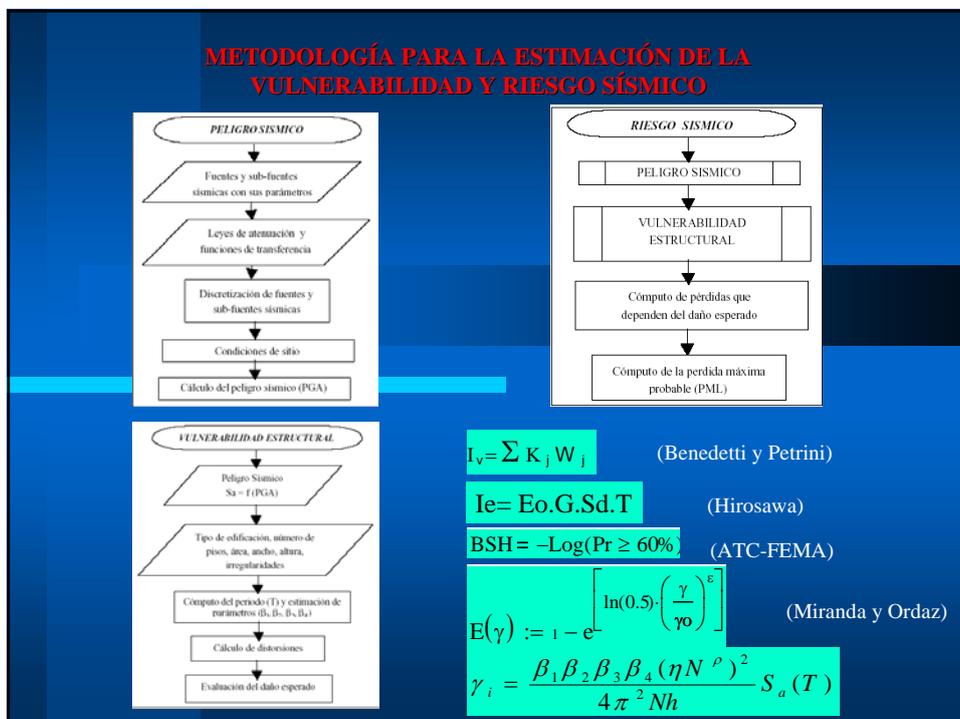
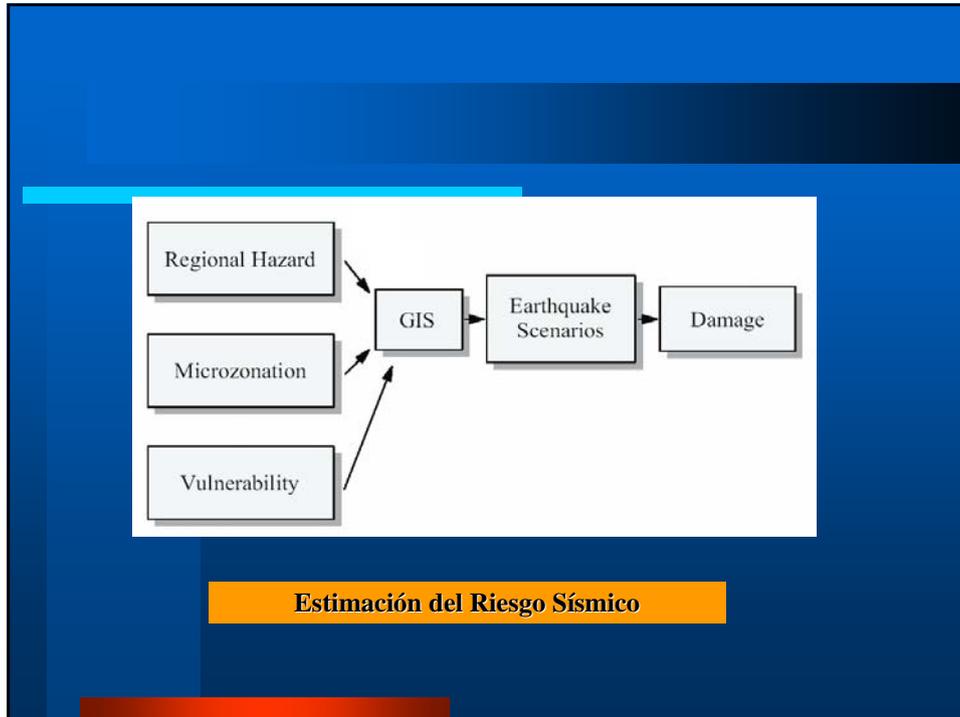
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES - CISMID



ESQUEMA DE LA EXPOSICION:

1. Metodología para la estimación de la Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico – Evaluación de Estructuras.
2. Estudios de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico Áreas Urbano Marginales y Edificaciones Aseguradas.

- 1. Metodología para la estimación de la Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico - Evaluación de Estructuras**



RIESGO SISMICO

- Relación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo

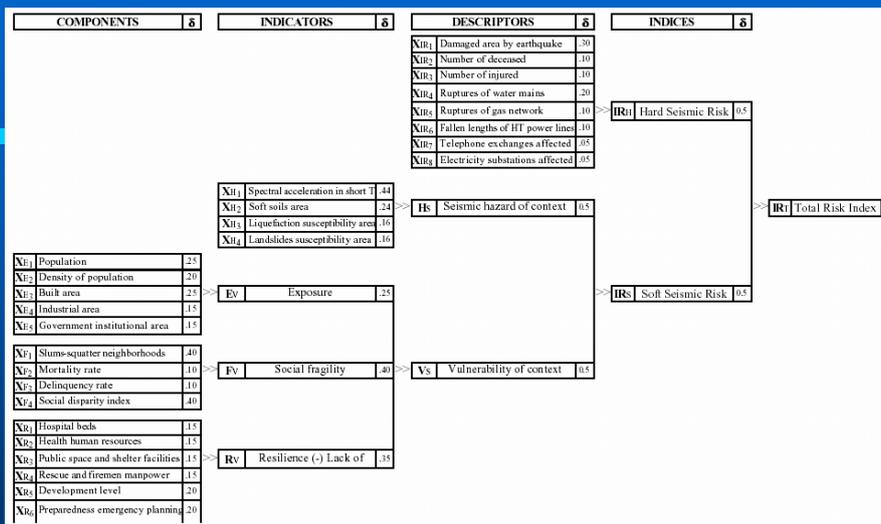
PELIGROSIDAD SÍSMICA

VULNERABILIDAD SÍSMICA = RIESGO SÍSMICO $P_{Nj} = \sum_i V_i \beta_{Nji}$

VALOR ECONÓMICO

$$E(P_{Nj}) = \sum_i V_i E(\beta_{Nji} | \gamma_{ij})$$

$$\mu(P_N) = \sum_j \int_{M_0}^{M_u} - \frac{d\lambda_j(M)}{dM} \Pr(P_{Nj} > P_N | M) dM$$

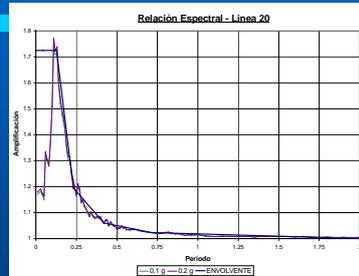
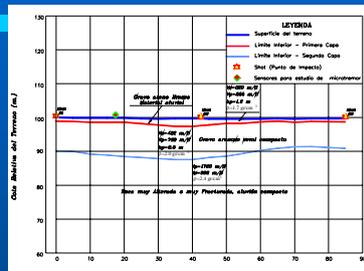


Índices de Riesgo Sísmico para las áreas urbanas
 (Proyecto Indicadores de Riesgo BID-IDEA, Universidad Nacional de Colombia)

2. Estudios de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico Áreas Urbano Marginales y Edificaciones Aseguradas

Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo
Sísmico en la ciudad de Ayacucho

ZONIFICACIÓN POR AMPLIFICACIÓN SÍSMICA



Perfil de suelo y relación espectral

Sismos de entrada para el modelamiento unidimensional de la amplificación sísmica			
Sismos	Fuente	Componente	Duración
17 OCT 1966	IGP	E - W	60 s
31 MAY 1970	IGP	E - W	40 s
2 OCT 1974	IGP	E - W	60 s

ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

Parámetros utilizados en la evaluación del índice de vulnerabilidad						
i	Parámetro	K_{jA}	K_{jB}	K_{jC}	K_{jD}	W_j
1	Organización del Sistema Resistente	0	5	20	45	1.00
2	Calidad del Sistema Resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia Convencional	0	5	25	45	1.50
4	Posición del Edificio y Cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas Horizontales	0	5	15	45	1.00
6	Configuración en Planta	0	5	25	45	0.50
7	Configuración en Elevación	0	5	25	45	1.00
8	Separación Máxima entre Muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de Cubierta	0	15	25	45	1.00
10	Elementos No Estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de Conservación	0	5	25	45	1.00

PARAMETRO 1: Organización del Sistema Resistente



Albañilería sin ningún arriostramiento ni confinamiento de muros



Albañilería con columnas pero sin vigas de confinamiento

PARAMETRO 4: Posición del Edificio y Cimentación



Vivienda emplazada sobre grandes pendientes



Distribución de clases en la zona de estudio

PARAMETRO 5: Diafragmas Horizontales



Vivienda de dos pisos sin diafragma rígido visible



Vivienda con diafragma rígido visible

PARAMETRO 7: Configuración en Elevación



Discontinuidad de masas en los entrepisos



Piso blando en el primer nivel

PARAMETRO 9: Tipo de cubierta



Cubierta de teja para una construcción de albañilería



Cubierta de calamina para una construcción de adobe

PARAMETRO 11: Estado de Conservación

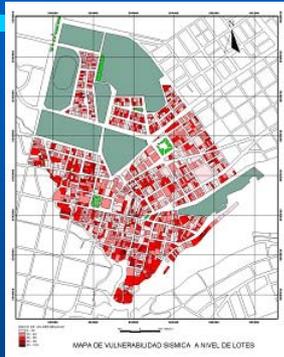


Adobe en mal estado de conservación



Albañilería en buenas condiciones

ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

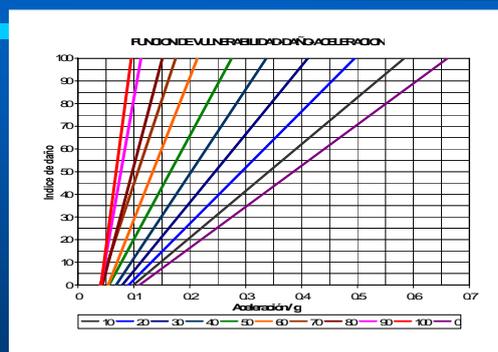


Resultados del índice de vulnerabilidad normalizado en la zona de estudio.



Vista tridimensional en 3D del mapa de vulnerabilidad sísmica.

ESTIMACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO

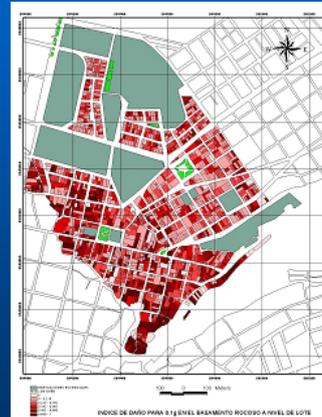


Funciones de Vulnerabilidad-Daño para Construcciones Informales en Albañilería.

ESTIMACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO

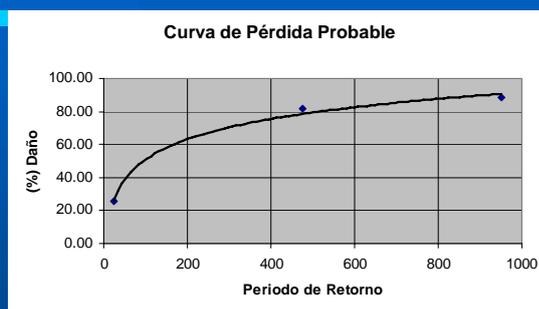
RANGO DE DAÑO (%)	RESULTADOS OBTENIDOS POR ESCENARIO SÍSMICO					
	0.1 g		0.32 g		0.37 g	
	N° lotes	%	N° lotes	%	N° lotes	%
0.0-2.5	74	4.8	74	4.8	74	4.8
2.5-7.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0
7.5-15.0	179	11.7	0	0.0	0	0.0
15.0-30.0	592	38.8	0	0.0	0	0.0
30.0-60.0	551	36.1	152	10.0	88	5.8
60.0-100.0	131	8.6	1301	85.2	1365	89.4
TOTAL	1527	100.0	1527	100.0	1527	100.0

Índice de Daño considerando tres escenarios de sismo



Mapa de escenarios de daño para una aceleración de 0.1g

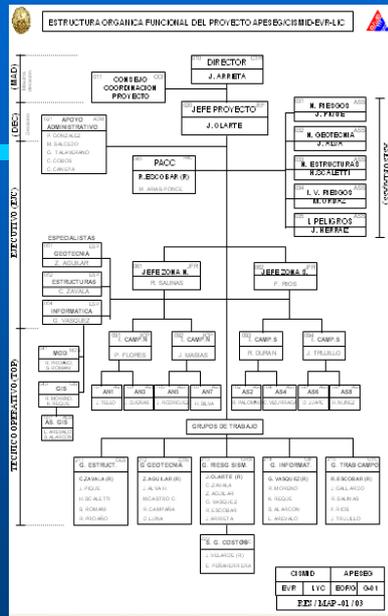
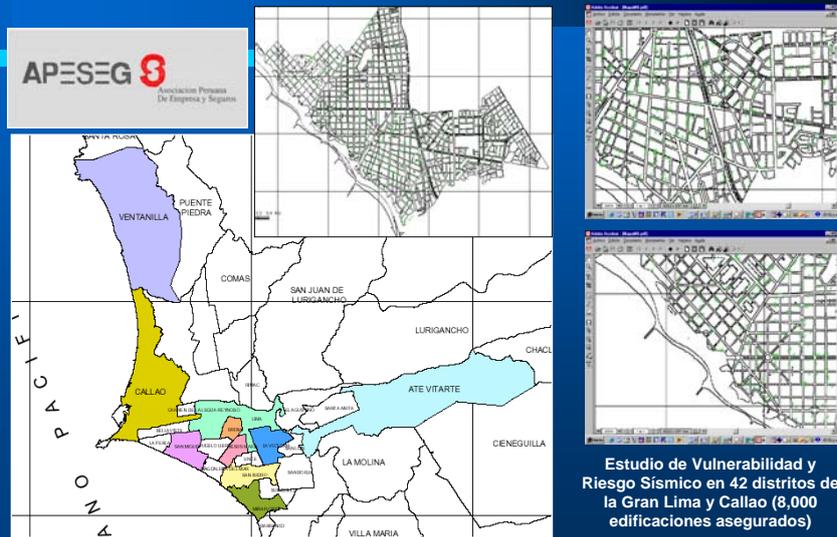
ESTIMACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO



Periodo de Retorno	(%) Daño
25	25.8
475	81.5
950	88.2

Curva y valores de pérdida probable en función de períodos de retorno de los sismos escenarios.

ESTIMACION DEL RIESGO SÍSMICO (PML) EN EDIFICACIONES ASEGURADAS DE LIMA Y CALLAO



Proyecto conformado por 80 personas entre investigadores, profesionales, bachilleres, técnicos y administrativos.

Cinco Grupos de Trabajo:

- Peligro Sísmico-Geotecnia.
- Trabajo de Campo-Vulnerabilidad.
- Modelos Estructurales.
- Informática-GIS.
- Riesgo Sísmico.

Se contó con 2 expertos internacionales

- Dr. Mario Ordaz-UNAM (México)
- Dr. Miguel Herraiz-U. Complutense (España)

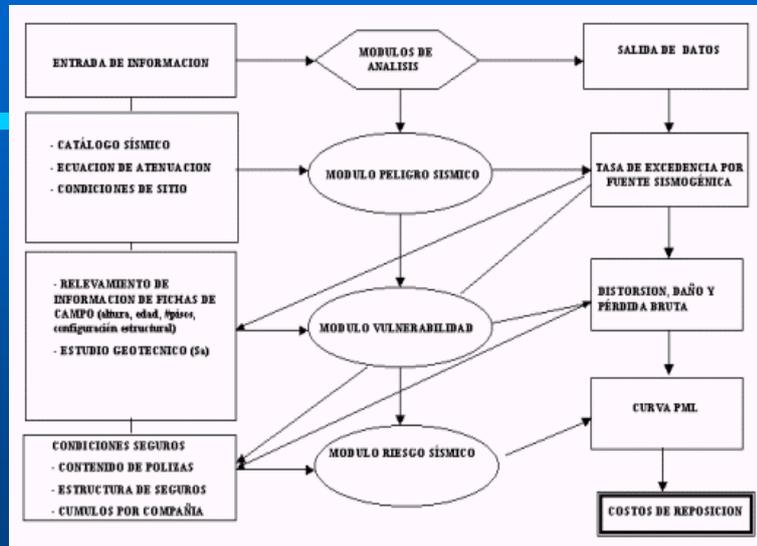
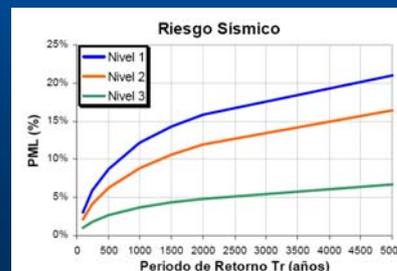


Diagrama de flujo para la estimación del Riesgo Sísmico

- Nivel 1. Ubicación, uso del edificio, altura, sistema estructural. Es el nivel básico y la información mínima requerida por las compañías de seguros.
- Nivel 2: Además de la información del Nivel 1, se tienen datos recabado de una inspección visual del edificio como existencia de contravientos y muros, irregularidad en planta y elevación, asimetría estructural, columnas cortas, estado general de la estructura y otros detalles adicionales.
- Nivel 3: Además de la información de los niveles anteriores, se cuenta con información sobre el comportamiento dinámico del edificio, como periodos y modos de vibrar en cada dirección. Para este efecto, se realizaron mediciones de vibración ambiental, además de contar con los datos teóricos reportados en las memorias de cálculos estructurales del edificio. Se conoce también, con cierta confianza, la resistencia del edificio.

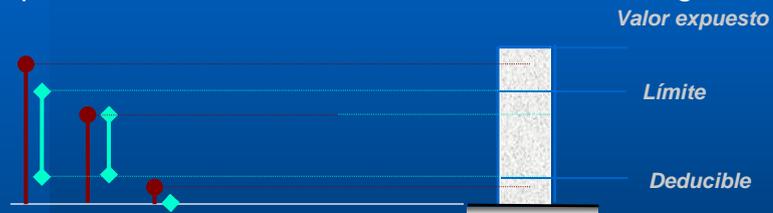
Niveles de Información para la Estimación del Riesgo Sísmico

Fuente: Antonio Zeballos-ERN



Estimación de pérdida neta

La pérdida neta se calcula aplicando, rigurosamente, el efecto de deducible, coaseguro y límite de responsabilidad asociados a cada uno de los Riegos.

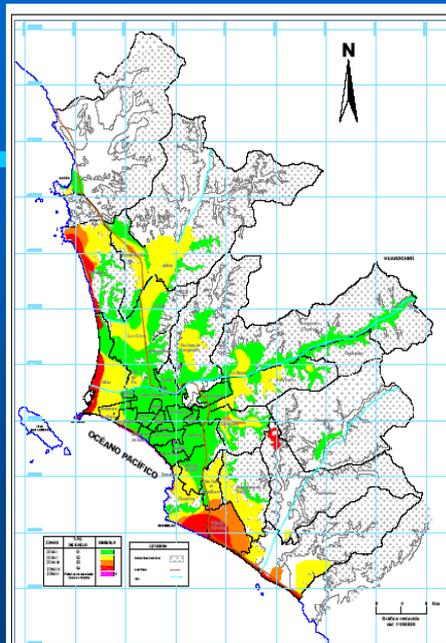


β **Pérdida bruta**

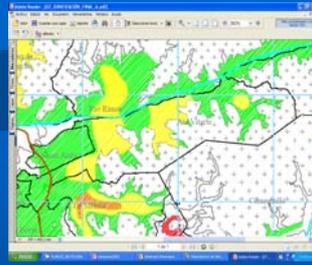
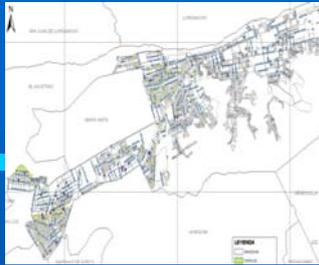
β_N **Pérdida neta**

$$\beta_N = \begin{cases} 0 & \text{if } \beta < D \\ \beta - D & \text{if } D < \beta < L \\ L - D & \text{if } \beta > L \end{cases}$$

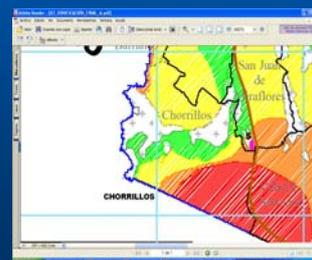
Fuente: Mario Ordaz, UNAM



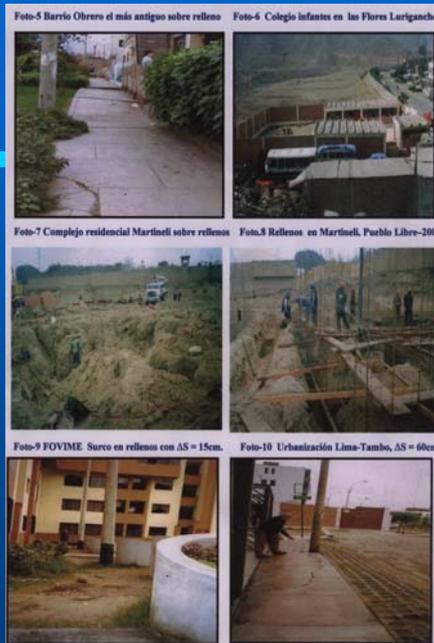
Mapa de Zonificación Geotécnica-Sísmica de la Ciudad de Lima (CISMID, 2004)



Distrito de Ate-Vitarte y Tipo de Suelo



Distrito de Chorrillos y Tipo de Suelo



Zonas Críticas de Rellenos en Lima

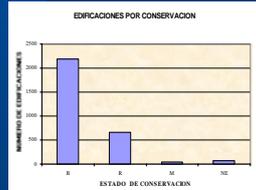
Fuente: Ing. Alberto Martínez Vargas

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO EN LIMA METROPOLITANA Y EL CALLAO

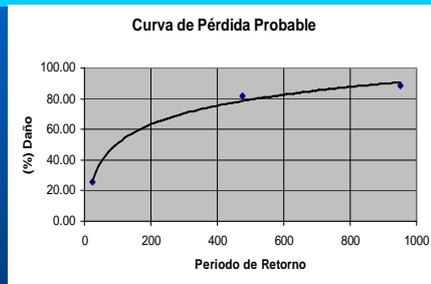


Edificaciones Aseguradas del Distrito de San Isidro

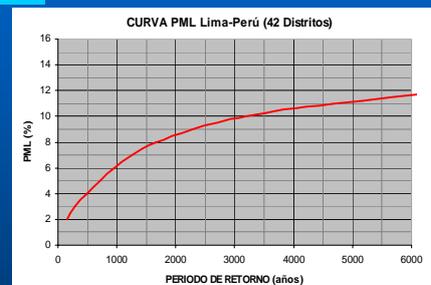
ESTUDIO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO EN LIMA METROPOLITANA Y EL CALLAO



ESTIMACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO



PML – Ciudad de Ayacucho



PML – Edificaciones
Aseguradas en Lima - APESEG

Beneficios para las Municipalidades de Lima Y Callao:

- Se contaría con una fuente de información confiable para analizar y estimar las condiciones de Vulnerabilidad y Riesgo a nivel Metropolitano que permitan orientar el proceso de crecimiento y densificación de la ciudad sobre mejores condiciones de seguridad física.
- El presente estudio es una herramienta fundamental que hacer incorporada a los Planes de Ordenamiento Territorial a nivel provincial y Planes de Desarrollo Urbano.

Beneficios para las Municipalidades de Lima Y Callao:

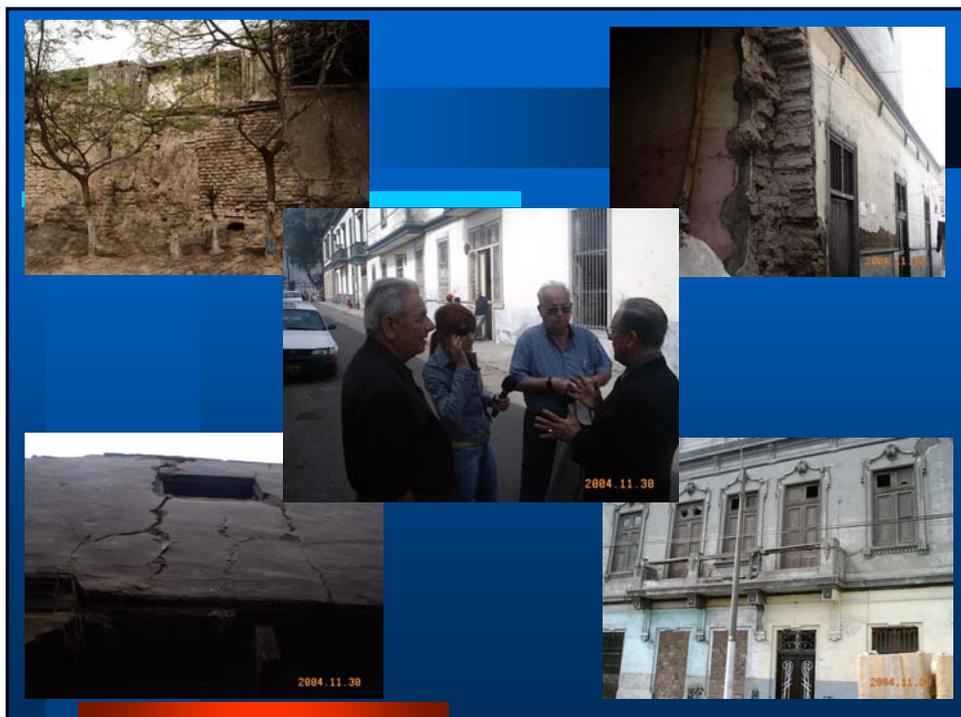
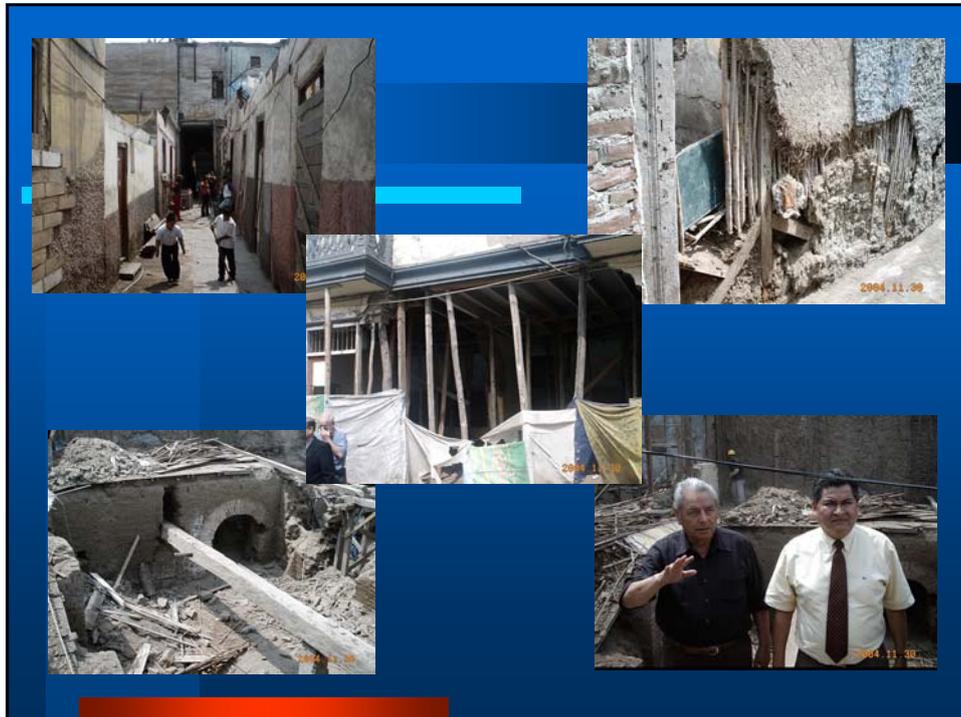
- Se tendría información para la incorporación del tema de prevención de desastres en los proyectos de inversión que tiene la MML (Ej: Tren Eléctrico, Redes Viales, etc.).
- Los Organismos Financieros Internacionales (BID) están exigiendo la componente de Prevención en proyectos considerando la estimación de Riesgos a Desastres.
- Se podría iniciar Políticas que contemplen la "Transferencia del Riesgo" (Seguros) en beneficio de la población.

Centro Histórico de Lima

Asignatura Pendiente ?

Cuanto hemos avanzado ?





Centro Histórico de Lima

Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico

- 1. Peligro Sísmico**
- 2. Microzonificación Sísmica**
- 3. Inventario Estructural de las Edificaciones**
- 4. Vulnerabilidad Estructural**
- 5. Riesgo Sísmico**
- 6. Pérdidas Asociadas a Eventos Sísmicos**
 - **Pérdidas de Vida**
 - **Pérdidas Económica**
 - **Pérdidas de Contenidos**
 - **Pérdidas Consecuenciales**

Conclusiones

1. Es de necesidad prioritaria realizar un estudio integral de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de las Edificaciones Esenciales de Lima y el interior del país.
2. Estos esfuerzos deberán ser consensuados entre los gobiernos regionales, locales y entidades científicas involucradas en la prevención y mitigación de Desastres.
3. Los avances de los resultados obtenidos en Lima, concluyen en la necesidad de la reducción de la Vulnerabilidad Sísmica en Edificaciones Esenciales.

