

COSTA RICA

TOMO II ANÁLISIS PROBABILISTA DE AMENAZAS Y RIESGOS NATURALES

INFORME TÉCNICO ERN-CAPRA-T2-8 RIESGO SÍSMICO DE LOS ACTIVOS PÚBLICOS DE COSTA RICA



opportunities for all



Evaluación de Riesgos Naturales
- América Latina -
Consultores en Riesgos y Desastres

Consortio conformado por:

Colombia

Carrera 19A # 84-14 Of 504
Edificio Torrenova
Tel. 57-1-691-6113
Fax 57-1-691-6102
Bogotá, D.C.



España

Centro Internacional de Métodos Numéricos
en Ingeniería - CIMNE
Campus Nord UPC
Tel. 34-93-401-64-96
Fax 34-93-401-10-48
Barcelona



C I M N E

México

Vito Alessio Robles No. 179
Col. Hacienda de Guadalupe Chimalistac
C.P.01050 Delegación Álvaro Obregón
Tel. 55-5-616-8161
Fax 55-5-616-8162
México, D.F.



ERN Ingenieros Consultores, S. C.

ERN Evaluación de Riesgos Naturales - América Latina
www.ern-la.com

Dirección y Coordinación de Grupos de Trabajo Técnico – Consorcio ERN América Latina

Omar Darío Cardona A.
Dirección General del Proyecto

Luis Eduardo Yamín L.
Dirección Técnica ERN (COL)

Gabriel Andrés Bernal G.
Coordinación General ERN (COL)

Mario Gustavo Ordaz S.
Dirección Técnica ERN (MEX)

Eduardo Reinoso A.
Coordinación General ERN (MEX)

Alex Horia Barbat B.
Dirección Técnica CIMNE (ESP)

Martha Liliana Carreño T.
Coordinación General CIMNE (ESP)

Especialistas y Asesores – Grupos de Trabajo

Miguel Genaro Mora C.
Especialista ERN (COL)

César Augusto Velásquez V.
Especialista ERN (COL)

Karina Santamaría D.
Especialista ERN (COL)

Mauricio Cardona O.
Asistente Técnico ERN (COL)

Andrés Mauricio Torres C.
Asistente Técnico ERN (COL)

Diana Marcela González C.
Asistente Técnico ERN (COL)

Yinsury Sodel Peña V.
Asistente Técnico ERN (COL)

Andrei Garzón B.
Asistente Técnico ERN (COL)

Carlos Eduardo Avelar F.
Especialista ERN (MEX)

Benjamín Huerta G.
Especialista ERN (MEX)

Mauro Pompeyo Niño L.
Especialista ERN (MEX)

Isaías Martínez A.
Asistente Técnico ERN (MEX)

Edgar Osuna H.
Asistente Técnico ERN (MEX)

José Juan Hernández G.
Asistente Técnico ERN (MEX)

Marco Torres
Asesor Asociado (MEX)

Johner Venicio Correa C.
Asistente Técnico ERN (COL)

Mabel Cristina Marulanda F.
Especialista CIMNE(ESP)

Jairo Andrés Valcarcel T.
Especialista CIMNE(ESP)

Juan Pablo Londoño L.
Especialista CIMNE(ESP)

René Salgueiro
Especialista CIMNE(ESP)

Nieves Lantada
Especialista CIMNE(ESP)

Álvaro Martín Moreno R.
Asesor Asociado (COL)

Mario Díaz-Granados O.
Asesor Asociado (COL)

Liliana Narvaez M.
Asesor Asociado (COL)

Asesores Nacionales

Osmar E. Velasco
Guatemala

Sandra Zúñiga
Nicaragua

Alonso Brenes
Costa Rica

Banco Mundial – Gestión de Riesgo de Desastres / Región Latinoamérica y el Caribe

Francis Ghesquiere
Coordinador Regional

Oscar A. Ishizawa
Especialista

Joaquín Toro
Especialista

Fernando Ramírez C.
Especialista

Edward C. Anderson
Especialista

Stuart Gill
Especialista

Banco Interamericano de Desarrollo – Medio Ambiente / Desarrollo Rural / Desastres Naturales

Flavio Bazán
Especialista Sectorial

Cassandra T. Rogers
Especialista Sectorial

Hori Tsuneki
Consultor Interno

LIMITACIONES Y RESTRICCIONES

La aplicación que aquí se presenta es de carácter ilustrativo y presenta limitaciones y restricciones debido al nivel de resolución de la información disponible, de lo cual debe ser consciente el usuario final para efectos de poder dar un uso adecuado y consistente a los resultados obtenidos teniendo en cuenta el tipo de análisis realizado, el tipo y calidad de datos empleados, el nivel de resolución y precisión utilizado y la interpretación realizada. En consecuencia es importante señalar lo siguiente:

- Los modelos utilizados en los análisis tienen simplificaciones y supuestos para facilitar el cálculo que el usuario debe conocer debidamente. Éstas están descritas en detalle en los informes técnicos respectivos (ver referencias).
- Los análisis se han desarrollado con la mejor información disponible que presenta limitaciones en su confiabilidad y su grado actualización. Es posible que exista información mejor y más completa a la cual no se tuvo acceso.
- La información utilizada y los resultados de los análisis de amenaza, exposición y riesgo tienen una asociado un nivel de resolución según las unidades de análisis utilizadas, lo que se explica en el documento descriptivo del ejemplo.
- El uso que el usuario final le dé a la información no compromete a los autores de los estudios realizados, quienes presentan este ejemplo como lo que puede ser factible de hacer si se cuenta con información confiable con la precisión adecuada.
- Es responsabilidad del usuario comprender el tipo de modelo utilizado y sus limitaciones, la resolución y calidad de los datos, las limitaciones y suposiciones de los análisis y la interpretación realizada con el fin de darle a estos resultados un uso adecuado y consistente.
- Ni los desarrolladores del software, ni los promotores o financiadores del proyecto, ni los contratistas o subcontratistas que participaron en las aplicaciones o ejemplos de uso de los modelos asumen ninguna responsabilidad por la utilización que el usuario le dé a los resultados que aquí se presentan, por lo tanto están libres de responsabilidad por las pérdidas, daños, perjuicios o efectos que pueda derivarse por la utilización o interpretación de estos ejemplos demostrativos.

Tabla de contenido

1	Introducción	1-1
2	Amenaza sísmica para Costa Rica	2-1
3	Base de dato de activos	3-1
3.1	Información general	3-1
3.2	Tipo de edificaciones.....	3-2
3.3	Funciones de vulnerabilidad	3-3
3.4	Caracterización de la base de datos.....	3-4
4	Resultados de riesgo	4-1
4.1	Análisis No. 1: Funciones de vulnerabilidad para MR and ED.	4-1
4.1.1	Resultados generales	4-1
4.1.2	Resultados por provincia	4-2
4.1.3	Resultados individuales por provincia.....	4-3
4.1.4	Concentración de pérdidas por provincia.....	4-4
4.2	Análisis No.2: Funciones de vulnerabilidad LV al portafolio total.....	4-6
5	Conclusiones.....	5-1
6	Referencias	6-1

Índice de figuras

FIGURA 2.1 AMENAZA SÍSMICA Tr 200 AÑOS.....	2-1
FIGURA 2.2 AMENAZA SÍSMICA Tr 500 AÑOS.....	2-1
FIGURA 2.3 AMENAZA SÍSMICA Tr 1000 AÑOS.....	2-1
FIGURA 2.4 AMENAZA SÍSMICA Tr 2500 AÑOS.....	2-1
FIGURA 2.5 ESCENARIO DE MAGNITUD 7.38 Y FRECUENCIA 5.9×10^{-5} EN LA FUENTE CAsP1 (RESIS II).....	2-2
FIGURA 2.6 ESCENARIO DE MAGNITUD 7.75 Y FRECUENCIA 2.6×10^{-5} EN LA FUENTE CAC10 (RESIS II).....	2-2
FIGURA 2.7 ESCENARIO DE MAGNITUD 7.11 Y FRECUENCIA 1.7×10^{-4} EN LA FUENTE CAC5 (RESIS II).....	2-3
FIGURA 3.1 FUNCIONES DE VULNERABILIDAD PARA DIFERENTES TIPOLOGÍAS.....	3-3
FIGURA 3.2 DISTRIBUCIÓN DE EDIFICACIONES.....	3-4
FIGURA 3.3 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE EDIFICACIONES.....	3-4
FIGURA 3.4 DISTRIBUCIÓN DE VALOR ASEGURADO.....	3-5
FIGURA 3.5 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE VALOR ASEGURADO.....	3-5
FIGURA 4.1 PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE Y CURVA DE EXCEDENCIA DE PÉRDIDAS PARA EL PORTAFOLIO TOTAL.....	4-2
FIGURA 4.2 PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE Y CURVA DE EXCEDENCIA DE PÉRDIDAS POR PROVINCIA Y PARA EL PORTAFOLIO TOTAL.....	4-2
FIGURA 4.3 PÉRDIDA ANUAL ESPERADA, PAE, POR PROVINCIA.....	4-5
FIGURA 4.4 PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE, PML, POR PROVINCIA.....	4-5
FIGURA 4.5 PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE Y CURVA DE EXCEDENCIA DE PÉRDIDAS PARA EL PORTAFOLIO TOTAL.....	4-6
FIGURA 4.6 PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE Y CURVA DE EXCEDENCIA DE PÉRDIDAS POR PROVINCIA Y PARA EL PORTAFOLIO TOTAL.....	4-7

Índice de tablas

TABLA 3.1 DISTRIBUCIÓN DE ACTIVOS PÚBLICOS POR SECTOR	3-2
TABLA 3.2 TIPOLOGÍAS GENERALES	3-3
TABLA 3.3 DISTRIBUCIÓN DE EDIFICACIONES POR PROVINCIA Y TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	3-4
TABLA 3.4 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE EDIFICACIONES POR PROVINCIA Y TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL ..	3-4
TABLA 3.5 DISTRIBUCIÓN DE VALOR ASEGURADO POR PROVINCIA Y TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	3-5
TABLA 3.6 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE VALOR ASEGURADO POR PROVINCIA Y TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	3-5
TABLA 4.1 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL PORTAFOLIO TOTAL	4-1
TABLA 4.2 RESULTADOS ANÁLISIS DE RIESGO POR PROVINCIA Y PARA EL PORTAFOLIO TOTAL	4-2
TABLA 4.3 RESULTADOS ANÁLISIS DE RIESGO PARA LA PROVINCIA DE SAN JOSÉ.....	4-3
TABLA 4.4 RESULTADOS ANÁLISIS DE RIESGO PARA LA PROVINCIA DE ALAJUELA	4-3
TABLA 4.5 RESULTADOS ANÁLISIS DE RIESGO PARA LA PROVINCIA DE CARTAGO.....	4-3
TABLA 4.6 RESULTADOS ANÁLISIS DE RIESGO PARA LA PROVINCIA DE GUANACASTE	4-4
TABLA 4.7 RESULTADOS ANÁLISIS DE RIESGO PARA LA PROVINCIA DE HEREDIA	4-4
TABLA 4.8 RESULTADOS ANÁLISIS DE RIESGO PARA LA PROVINCIA DE LIMÓN	4-4
TABLA 4.9 RESULTADOS ANÁLISIS DE RIESGO PARA LA PROVINCIA DE PUNTARENAS.....	4-4
TABLA 4.10 RESULTADOS ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL PORTAFOLIO TOTAL	4-6
TABLA 4.11 RESULTADOS ANÁLISIS DE RIESGO POR PROVINCIA Y PARA EL PORTAFOLIO TOTAL	4-7

1 Introducción

El análisis de riesgo del portafolio de activos públicos de Costa Rica se desarrolla en base la información suministrada por el Instituto Nacional de Seguros (INS) actualizado a 2008. Tanto las pérdidas anuales esperadas (PAE) como pérdidas máximas probables (PML) se estiman para todo el portafolio, así como para los portafolios de cada provincia de Costa Rica, es decir, San José, Alajuela, Cartago, Heredia, Guanacaste, Puntarenas y Limón.

Teniendo en cuenta que la información proporcionada no es completa, los parámetros relevantes para cada uno de los activos de riesgo se han estimado a partir de información indirecta y experiencias respecto a las clases de la construcción. Utilizando esta metodología, se ha construido una base de datos completa de activos expuestos con el fin de realizar un análisis de riesgo aproximado.

Con el propósito de este análisis de riesgos, se ha utilizado la metodología propuesta por *Comprehensive Approach for Probabilistic Risk Analysis* -CAPRA. Una explicación detallada de esta metodología se puede encontrar en www.ecapra.org

2 Amenaza sísmica para Costa Rica

La amenaza sísmica para Costa Rica ha sido estudiada en detalle en el RESIS II (NORSAR et. al. 2008), proyecto recientemente terminado que utilizar el módulo de la amenaza sísmica del proyecto CAPRA. La Figura 2-1 a Figura 2-4 presentan mapas de aceleración máxima de terreno, PGA, para diferentes períodos de retorno, como resultado del modelo general de amenaza propuesto en el estudio de referencia. Para efectos del presente análisis, la amenaza sísmica de Costa Rica adoptada corresponde al modelo antes mencionado.

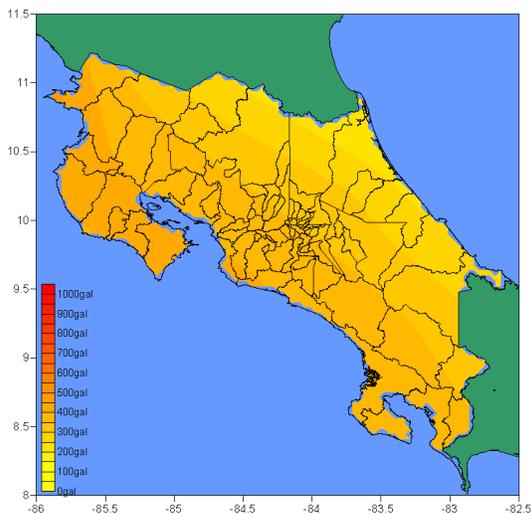


Figura 2-1
Amenaza sísmica Tr 200 años

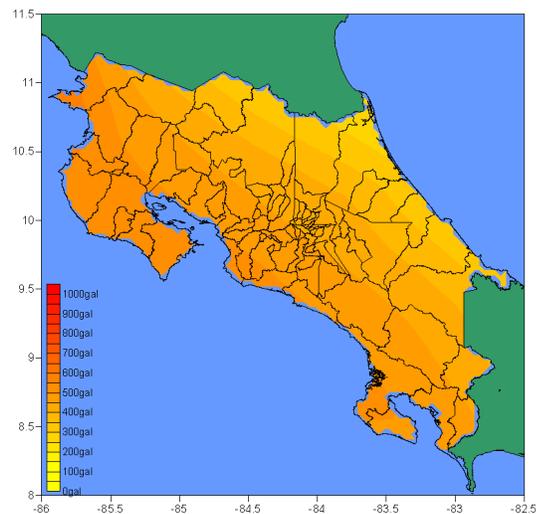


Figura 2-2
Amenaza sísmica Tr 500 años

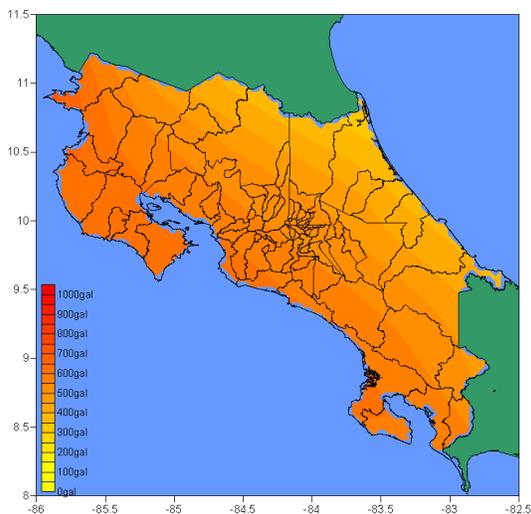


Figura 2-3
Amenaza sísmica Tr 1000 años

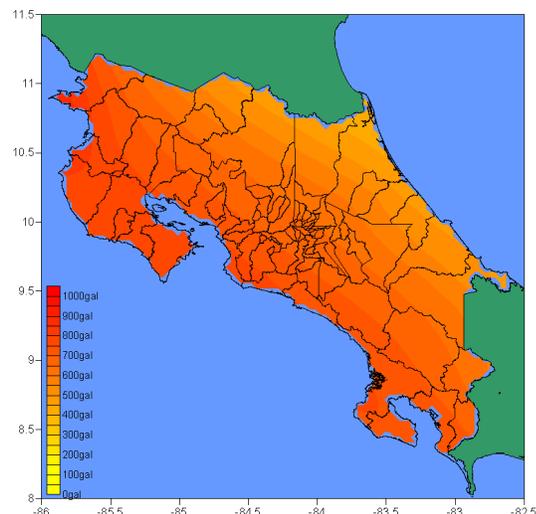


Figura 2-4
Amenaza sísmica Tr 2500 años

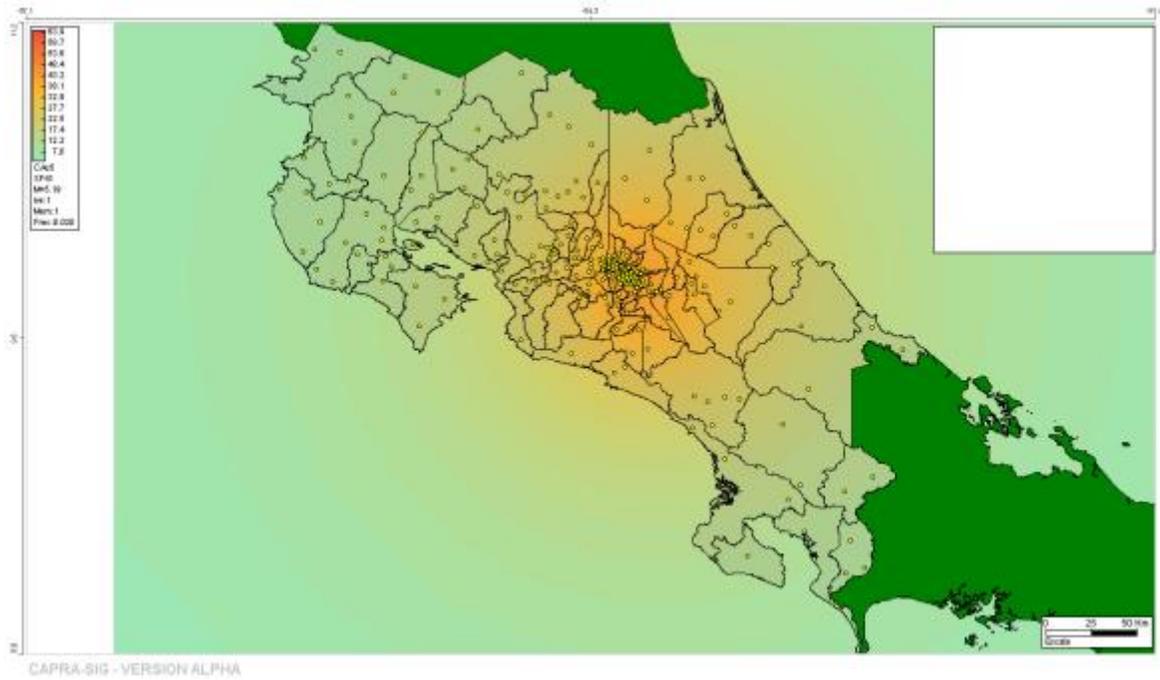


Figura 2-7
Escenario de magnitud 7.11 y frecuencia 1.7×10^{-4} en la fuente CAC5 (RESIS II)

3 Base de dato de activos

3.1 Información general

El Instituto Nacional de Seguros – INS, suministró una base de datos que incluye el portafolio de edificaciones públicas de Costa Rica. Dos archivos diferentes fueron suministrados de acuerdo a lo siguiente:

Archivo No.1

Nombre: Detalle_d.xls
Número de registros: 1773
Campos de información: Moneda, Póliza, Zona, Nombre del Asegurado, Detalle de Zona, Partida, Provincia, Cantón, Distrito, Monto Asegurado Total, Mto Aseg Edificio, Mto Aseg Mobiliario, Mto Aseg Maquinaria, Mto Aseg Mercadería, Mto Aseg Interrup Negocios, Mto Aseg Otros Rubros, Mto Aseg Rubros Adic I, Mto Aseg Rubros Adic II, Mto Aseg Rubros Adic III, Prima Total, Deducibles, % Deducible

Archivo No. 2

Nombre: Detalle_d2.xls
Número de registros: 1533
Campos de información: Cédula, Asegurado, Póliza, Unidad, Tipo, Número de Folio, Provincia, Cantón, Distrito, Monto Asegurado, Mto Aseg Edificio, Mto Aseg Menaje, Mto Aseg Otros Rubros

Luego de un detallado análisis de la base de datos descrita anteriormente, un nuevo archivo con información homogenizada y organizada fue generado con los siguientes parámetros:

Nombre: Base de datos de exposición INS.xls
Número de registros: 2030
Campos de información: Sector, Provincias, Longitud, Latitud, tipo edificio, valor asegurado.
Características: solo edificaciones regulares fueron incluidas sin tomar en cuenta componentes de infraestructura. El sector de uso ha sido asignado de acuerdo con el nombre de cada inmueble, localización geográfica y otra información incluida en los campos suministrados.

La Tabla 3-1 presenta la distribución del número de edificaciones y su valor asegurado correspondiente por sector de uso. En total, 2030 edificaciones fueron incluidas en el análisis de riesgo con un valor asegurado cercano a US\$ 2.6 billones.

Tabla 3-1
Distribución de activos públicos por sector

ID - Sector		No Edificaciones		Valor asegurado	
GOB	Gobierno	400	31%	\$ 81,962,302	21%
EDU	Educación	520	40%	\$ 146,120,999	37%
FIN	Financiamiento	349	27%	\$ 149,035,138	38%
COM	Comercial	18	1%	\$ 5,152,354	1%
IND AGR	Industrial - Agricultura	6	0%	\$ 694,720	0%
IND COM	Industrial - Comercial	12	1%	\$ 4,918,149	1%
SERV PUB	Servicios públicos	5	0%	\$ 1,796,964	0%
	Sub Total	1310	100%	\$ 389,680,627	100%
	Acueducto	12	2%	\$ 13,324,459	1%
	Salud	633	88%	\$ 972,498,567	44%
	Transporte	0	0%	\$ -	0%
	Energía y Comunicación	37	5%	\$ 657,922,452	30%
	Electricidad	13	2%	\$ 51,336,000	2%
	Telecomunicaciones	2	0%	\$ 13,020,865	1%
	Energía	12	2%	\$ 7,083,245	0%
	Financiero	2	0%	\$ 54,736,693	2%
	Hidrocarburos	9	1%	\$ 440,603,166	20%
	Sub Total	720	100%	\$ 2,210,525,447	100%
	Total	2030		\$ 2,600,206,074	

3.2 Tipo de edificaciones

Considerando la ausencia de información alrededor de los tipos de edificaciones y/o tipos estructurales para cada uno de los componentes incluidos en la base de datos, un proceso de asignación de tipos estructurales posibles se ha aplicado sobre la base de datos. El proceso de base en los siguientes parámetros:

- Sector de uso.
- Rango de valor asegurable, por ejemplo considerando que una edificación de más de US\$500.000 debe ser probablemente mediana o baja en altura, y una edificación de más de US\$1.000.000 debe ser de mediana y gran altura.
- Nombre y descripción de la edificación.

La Tabla 3-2 presenta las tipologías generales y su descripción.

Tabla 3-2
Tipologías generales

Tipología estructural	Descripción
MR	Mampostería reforzada
ED (0.5)	Pórticos de concreto reforzado – bajos
ED (1.0)	Pórticos de concreto reforzado – altos
Bodega	Bodegas

3.3 Funciones de vulnerabilidad

La Figura 3-1 muestra algunas de las funciones de vulnerabilidad asignadas a las edificaciones antes mencionadas, específicamente para las tipologías *MR* y *ED*. Es preciso notar la diferencia entre las funciones de vulnerabilidad para edificaciones de marcos de concreto reforzado, *ED*, y las de mampostería reforzada, *MR*. Así mismo, considerar que las funciones de vulnerabilidad para las tipologías *ED (0.5)* y *ED (1.0)* son las mismas, pues la demanda de intensidad sísmica para estas dos tipologías son diferentes debido al periodo de vibración característico (0.5 segundos para las edificaciones bajas en altura y 1.0 segundos para las edificaciones de altura media).

La Figura 3-1 también presenta una función de vulnerabilidad para una edificación ideal de baja vulnerabilidad, *LV*, que puede ser ejemplificada por ejemplo como un sistema estructural combinado de pórticos y muros de cortante de concreto reforzado. Esta tipología será usada en un análisis de riesgo alterno para simular el mejor comportamiento esperado considerando que la información relacionada con las tipologías estructurales es casi inexistente.

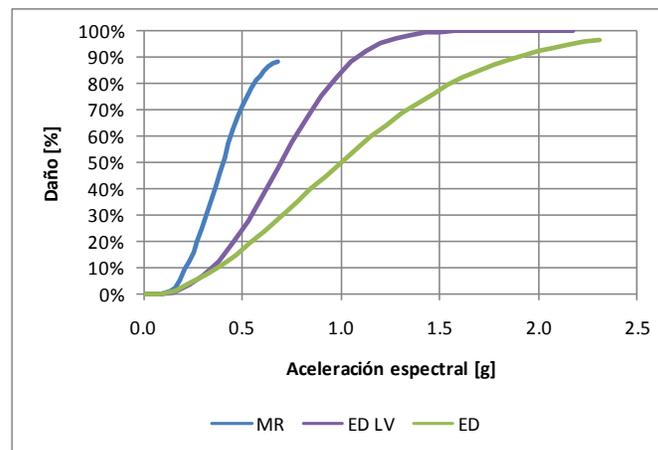


Figura 3-1
Funciones de vulnerabilidad para diferentes tipologías

3.4 Caracterización de la base de datos

Las siguientes tablas y figuras presentan la caracterización general de la base de datos final de activos públicos para Costa Rica.

La Tabla 3-3, Tabla 3-4, Figura 3-2 y Figura 3-3 presentan la distribución del número de edificios y su valor asegurable correspondiente (ver Tabla 3-5, Tabla 3-6, Figura 3-4y Figura 3-5) por provincia y tipología estructural.

Tabla 3-3
Distribución de edificaciones por provincia y tipología estructural

	San jose	Alajuela	Cartago	Heredia	Guanacaste	Puntarenas	Limon	Total
MR	399	260	176	82	159	218	159	1453
ED (0.5)	113	34	31	43	31	40	22	314
ED (1.0)	97	25	11	11	11	13	17	185
Bodega	37	22	4	0	4	4	7	78
Total Provincia	647	343	225	140	210	281	212	2030
% Total	32%	17%	11%	7%	10%	14%	10%	100%

Tabla 3-4
Distribución porcentual de edificaciones por provincia y tipología estructural

	San jose	Alajuela	Cartago	Heredia	Guanacaste	Puntarenas	Limon	Total
MR	62%	76%	78%	59%	76%	78%	75%	72%
ED (0.5)	17%	10%	14%	31%	15%	14%	10%	15%
ED (1.0)	15%	7%	5%	8%	5%	5%	8%	9%
Bodega	6%	6%	2%	0%	2%	1%	3%	4%
Total Provincia	100%							

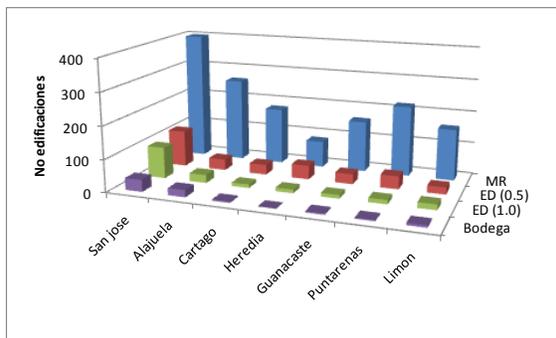


Figura 3-2
Distribución de edificaciones

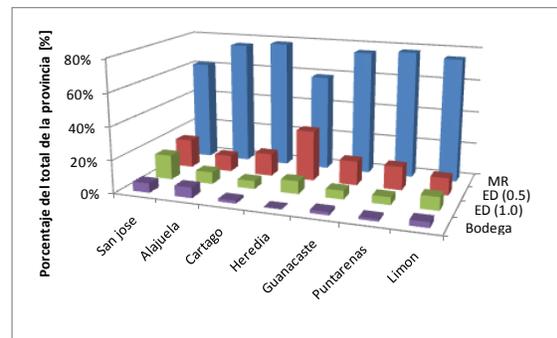


Figura 3-3
Distribución porcentual de edificaciones

De la información previa es evidente que la mayoría de edificaciones corresponden a edificaciones de baja altura pues tras la asignación de tipologías estructurales la mayoría corresponde a la tipología MR, seguida de las edificaciones de mediana y baja altura correspondientes a la tipología ED. Es claro de igual manera que San José, Alajuela y Puntarenas son las provincias donde se localizan la mayor parte de edificaciones.

Por otra parte, las siguientes tablas y figuras la distribución de valor asegurado por tipología estructural y provincia. Aquí es importante resaltar que el 78% del valor asegurado de los activos nacionales está concentrado en San José, Guanacaste and Limón.

Tabla 3-5
Distribución de valor asegurado por provincia y tipología estructural

	San jose	Alajuela	Cartago	Heredia	Guanacaste	Puntarenas	Limon	Total
MR	\$ 64	\$ 48	\$ 22	\$ 15	\$ 23	\$ 35	\$ 25	\$ 233
ED (0.5)	\$ 86	\$ 21	\$ 13	\$ 19	\$ 19	\$ 15	\$ 12	\$ 185
ED (1.0)	\$ 1,008	\$ 150	\$ 95	\$ 46	\$ 271	\$ 100	\$ 449	\$ 2,120
Bodega	\$ 47	\$ 7	\$ 0	\$ -	\$ 0	\$ 6	\$ 1	\$ 62
Total Provincia	\$ 1,206	\$ 229	\$ 133	\$ 84	\$ 319	\$ 162	\$ 494	\$ 2,600
% Total	46%	9%	5%	3%	12%	6%	19%	100%

Tabla 3-6
Distribución porcentual de valor asegurado por provincia y tipología estructural

	San jose	Alajuela	Cartago	Heredia	Guanacaste	Puntarenas	Limon	Total
MR	5%	21%	17%	18%	7%	21%	5%	9%
ED (0.5)	7%	9%	9%	23%	6%	9%	2%	7%
ED (1.0)	84%	66%	71%	54%	85%	62%	91%	82%
Bodega	4%	3%	0%	0%	0%	4%	0%	2%
Total Provincia	100%							

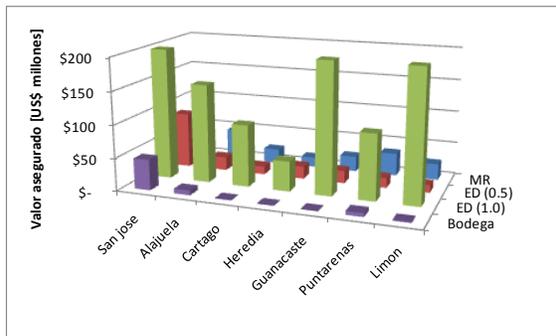


Figura 3-4
Distribución de valor asegurado

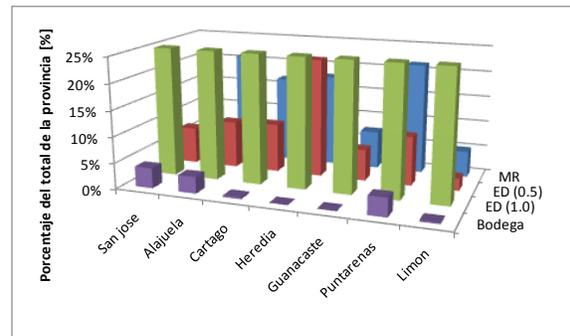


Figura 3-5
Distribución porcentual de valor asegurado

4 Resultados de riesgo

Los resultados de riesgo son presentados en términos de la pérdida anual esperada, PAE, y la pérdida máxima probable, PML. Considerando que no fue suministrada ninguna información relacionada con tipologías estructurales, fueron desarrollados dos análisis de acuerdo con lo siguiente:

Análisis No.1: Funciones de vulnerabilidad asignadas de acuerdo con las tipologías estructurales *MR* and *ED*

Análisis No.2: Funciones de vulnerabilidad para edificaciones de baja vulnerabilidad, *LV*, asignada para todos los componentes de la base de datos.

A continuación se presentan los resultados individuales para los dos análisis.

4.1 Análisis No. 1: Funciones de vulnerabilidad para MR and ED.

4.1.1 Resultados generales

La Tabla 4-1 presenta la EAL y PML para cinco (5) periodos de retorno diferentes, como valores monetarios absolutos y como porcentaje del valor asegurado total. También la Figura 4-1 presenta la curva de PML respecto del periodo de retorno, conocida como la curva de excedencia de pérdidas, CEP, para el portafolio total de activos públicos.

*Tabla 4-1
Resultados de análisis de riesgo para el portafolio total*

	PAIS	
Vr. Asegurado	[US\$ millones]	\$ 2,600
Pérdida anual esperada	[US\$ millones]	\$ 14.68
	[‰]	5.6 ‰
Tr	PML	
[Años]	[US\$ millones]	[%]
50	\$ 61.8	2.4%
100	\$ 96.8	3.7%
250	\$ 162.6	6.3%
500	\$ 227.9	8.8%
1000	\$ 301.0	11.6%

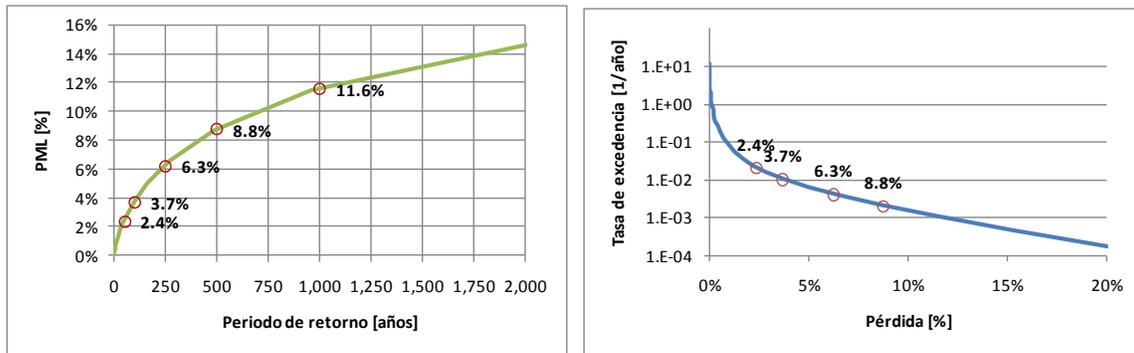


Figura 4-1
Pérdida máxima probable y curva de excedencia de pérdidas para el portafolio total

4.1.2 Resultados por provincia

La Tabla 4-2 resume los resultados de análisis de riesgo por provincia y para todo el portafolio. Esta tabla incluye resultados de PAE en unidades monetarias, relativa al valor total asegurado y relativo de cada provincia respecto del portafolio total. También la Figura 4-2 presenta el PML y CEP por provincia.

Tabla 4-2
Resultados análisis de riesgo por provincia y para el portafolio total

Provincia	Pérdida anual esperada			PML ₅₀₀		PML ₁₀₀₀	
	[US\$ millones]	[‰]	[% país]	[US\$ millones]	[%]	[US\$ millones]	[%]
Alajuela	\$ 1.62	7.9 ‰	11%	\$ 23.84	11.5%	\$ 30.74	14.9%
Cartago	\$ 1.08	10.6 ‰	7%	\$ 13.71	13.5%	\$ 17.28	17.0%
Guanacaste	\$ 1.97	6.3 ‰	13%	\$ 37.47	12.0%	\$ 50.67	16.3%
Heredia	\$ 0.80	9.9 ‰	5%	\$ 11.03	13.7%	\$ 13.82	17.2%
Limon	\$ 0.73	6.5 ‰	5%	\$ 10.82	9.7%	\$ 14.12	12.6%
Puntarenas	\$ 1.80	12.1 ‰	12%	\$ 16.71	11.3%	\$ 21.04	14.2%
San Jose	\$ 4.78	4.2 ‰	33%	\$ 111.20	9.8%	\$ 147.69	13.0%
País	\$ 14.68	5.6 ‰	100%	\$ 227.85	8.8%	\$ 301.03	11.6%

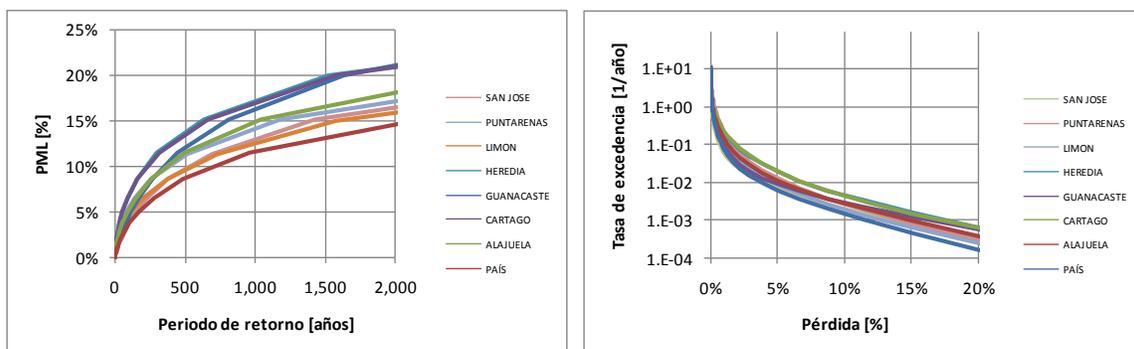


Figura 4-2
Pérdida máxima probable y curva de excedencia de pérdidas por provincia y para el portafolio total

4.1.3 Resultados individuales por provincia

La Tabla 4-3 a Tabla 4-9 presenta los resultados detallados por provincia en términos de PEA y PML.

Tabla 4-3
Resultados análisis de riesgo para la provincia de San José

SAN JOSE		
Vr. Asegurado	[US\$ millones]	\$ 1,137
Pérdida anual esperada	[US\$ millones]	\$ 4.78
	[‰]	4.2 ‰
Tr	PML	
[Años]	[US\$ millones]	[%]
50	\$ 26.4	2.3%
100	\$ 44.4	3.9%
250	\$ 79.0	6.9%
500	\$ 111.2	9.8%
1000	\$ 147.7	13.0%

Tabla 4-4
Resultados análisis de riesgo para la provincia de Alajuela

ALAJUELA		
Vr. Asegurado	[US\$ millones]	\$ 207
Pérdida anual esperada	[US\$ millones]	\$ 1.62
	[‰]	7.9 ‰
Tr	PML	
[Años]	[US\$ millones]	[%]
50	\$ 7.5	3.6%
100	\$ 11.0	5.3%
250	\$ 17.6	8.5%
500	\$ 23.8	11.5%
1000	\$ 30.7	14.9%

Tabla 4-5
Resultados análisis de riesgo para la provincia de Cartago

CARTAGO		
Vr. Asegurado	[US\$ millones]	\$ 102
Pérdida anual esperada	[US\$ millones]	\$ 1.08
	[‰]	10.6 ‰
Tr	PML	
[Años]	[US\$ millones]	[%]
50	\$ 5.0	4.9%
100	\$ 7.0	6.9%
250	\$ 10.5	10.3%
500	\$ 13.7	13.5%
1000	\$ 17.3	17.0%

Tabla 4-6
Resultados análisis de riesgo para la provincia de Guanacaste

GUANACASTE		
Vr. Asegurado	[US\$ millones]	\$ 312
Pérdida anual esperada	[US\$ millones] [‰]	\$ 1.97 6.3 ‰
Tr	PML	
[Años]	[US\$ millones]	[%]
50	\$ 8.9	2.8%
100	\$ 14.5	4.6%
250	\$ 26.0	8.4%
500	\$ 37.5	12.0%
1000	\$ 50.7	16.3%

Tabla 4-7
Resultados análisis de riesgo para la provincia de Heredia

HEREDIA		
Vr. Asegurado	[US\$ millones]	\$ 80
Pérdida anual esperada	[US\$ millones] [‰]	\$ 0.80 9.9 ‰
Tr	PML	
[Años]	[US\$ millones]	[%]
50	\$ 3.9	4.9%
100	\$ 5.6	6.9%
250	\$ 8.4	10.5%
500	\$ 11.0	13.7%
1000	\$ 13.8	17.2%

Tabla 4-8
Resultados análisis de riesgo para la provincia de Limón

LIMON		
Vr. Asegurado	[US\$ millones]	\$ 112
Pérdida anual esperada	[US\$ millones] [‰]	\$ 0.73 6.5 ‰
Tr	PML	
[Años]	[US\$ millones]	[%]
50	\$ 3.6	3.2%
100	\$ 5.2	4.7%
250	\$ 8.0	7.2%
500	\$ 10.8	9.7%
1000	\$ 14.1	12.6%

Tabla 4-9
Resultados análisis de riesgo para la provincia de Puntarenas

PUNTARENAS		
Vr. Asegurado	[US\$ millones]	\$ 148
Pérdida anual esperada	[US\$ millones] [‰]	\$ 1.80 12.1 ‰
Tr	PML	
[Años]	[US\$ millones]	[%]
50	\$ 5.8	3.9%
100	\$ 8.2	5.6%
250	\$ 12.7	8.6%
500	\$ 16.7	11.3%
1000	\$ 21.0	14.2%

4.1.4 Concentración de pérdidas por provincia

La Figura 4-3 presenta la pérdida anual esperada, PAE, para cada una de las provincias. Por otro lado, la Figura 4-4 presenta la pérdida máxima probable, PML, por provincia, en valor monetario y relativo al valor asegurado.

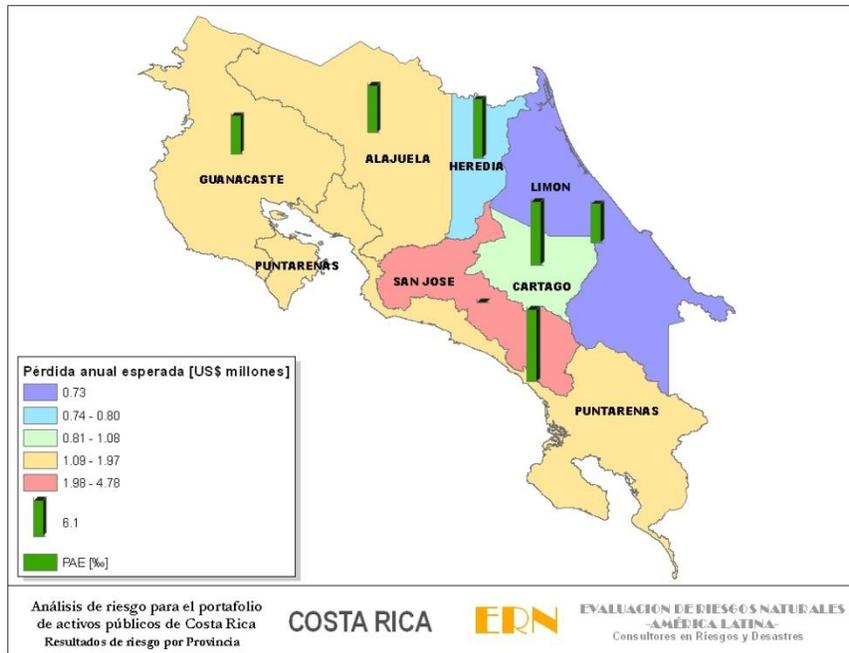


Figura 4-3
Pérdida anual esperada, PAE, por provincia

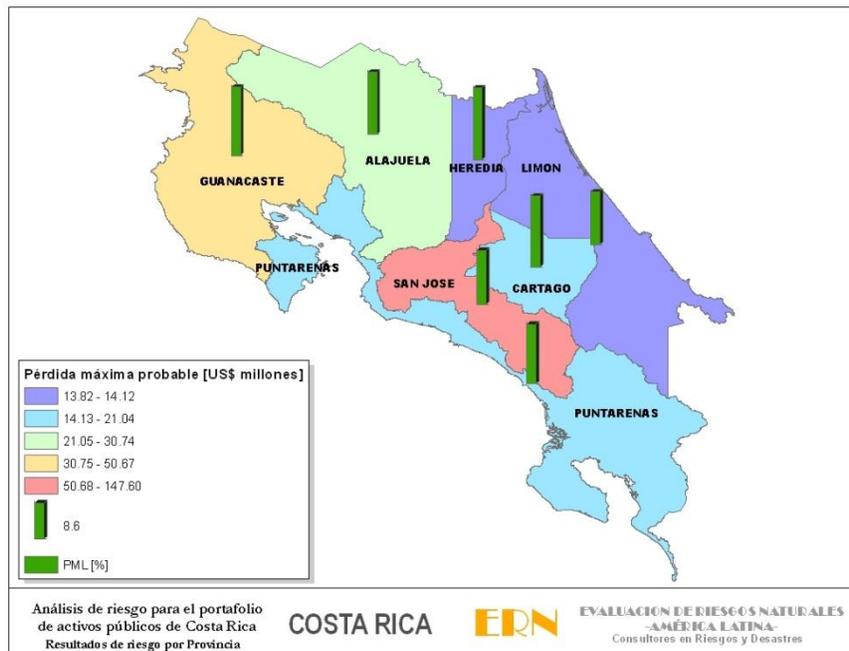


Figura 4-4
Pérdida máxima probable, PML, por provincia

Las figuras anteriores indican claramente la concentración de pérdidas en la provincia de San José seguida de las provincias de Guanacaste y Alajuela.

4.2 Análisis No.2: Funciones de vulnerabilidad LV al portafolio total

Como se mencionó anteriormente, se realizó un análisis adicional asignando “*funciones de baja vulnerabilidad*” a todos los componentes de la base de datos con el objeto de estimar un límite inferior los resultados de riesgo EAL y PML. Los resultados son solo presentados para el portafolio total.

La Tabla 4-10 presenta la PAE y PML para cinco periodos de retorno diferentes, tanto en valores monetarios como relativas al valor asegurado total. También la Figura 4-1 presenta la curva de PML en función del periodo de retorno, también conocida como curva de excedencia de pérdidas, CEP, para el portafolio total de activos públicos.

Tabla 4-10
Resultados análisis de riesgo para el portafolio total

		PAÍS	
Vr. Asegurado	[US\$ millones]	\$	2,600
Pérdida anual esperada	[US\$ millones]	\$	11.36
	[‰]		4.4 ‰
Tr	PML		
[Años]	[US\$ millones]	[%]	
50	\$ 52.8	2.0%	
100	\$ 77.2	3.0%	
250	\$ 121.7	4.7%	
500	\$ 164.6	6.3%	
1000	\$ 213.4	8.2%	

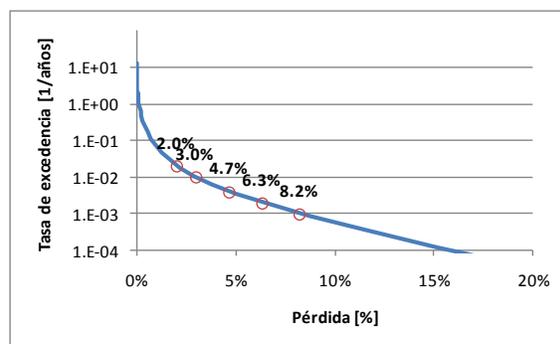
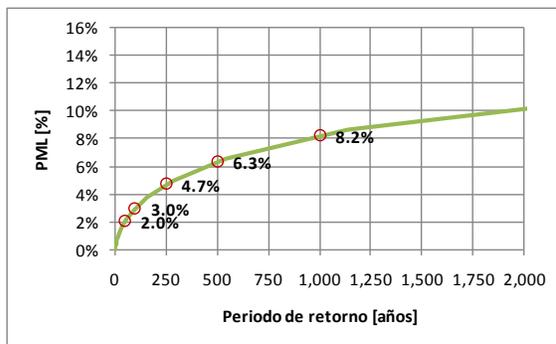


Figura 4-5
Pérdida máxima probable y curva de excedencia de pérdidas para el portafolio total

Finalmente, la Tabla 4-11 resume los resultados de análisis de riesgo por provincia y para el portafolio total. La tabla incluye la PAE en unidades monetarias, relativa al valor asegurable total y relativo de cada provincia respecto del portafolio total. También la Figura 4-2 presenta el PML y CEP por provincia.

Tabla 4-11
Resultados análisis de riesgo por provincia y para el portafolio total

Provincia	Pérdida anual esperada			PML ₅₀₀		PML ₁₀₀₀	
	[US\$ millones]	[‰]	[% país]	[US\$ millones]	[%]	US\$ millones	[%]
Alajuela	\$ 1.56	7.6 ‰	14%	\$ 18.62	9.0%	\$ 23.75	11.5%
Cartago	\$ 1.06	10.4 ‰	9%	\$ 11.70	11.5%	\$ 13.99	13.7%
Guanacaste	\$ 1.83	5.9 ‰	16%	\$ 23.07	7.4%	\$ 31.06	10.0%
Heredia	\$ 0.78	9.7 ‰	7%	\$ 9.56	11.9%	\$ 11.95	14.9%
Limon	\$ 0.71	6.3 ‰	6%	\$ 9.25	8.3%	\$ 11.61	10.4%
Puntarenas	\$ 1.76	11.8 ‰	15%	\$ 13.55	9.1%	\$ 17.12	11.5%
San Jose	\$ 4.40	3.9 ‰	39%	\$ 78.50	6.9%	\$ 103.66	9.1%
País	\$ 11.36	4.4 ‰	100%	\$ 164.56	6.3%	\$ 213.41	8.2%

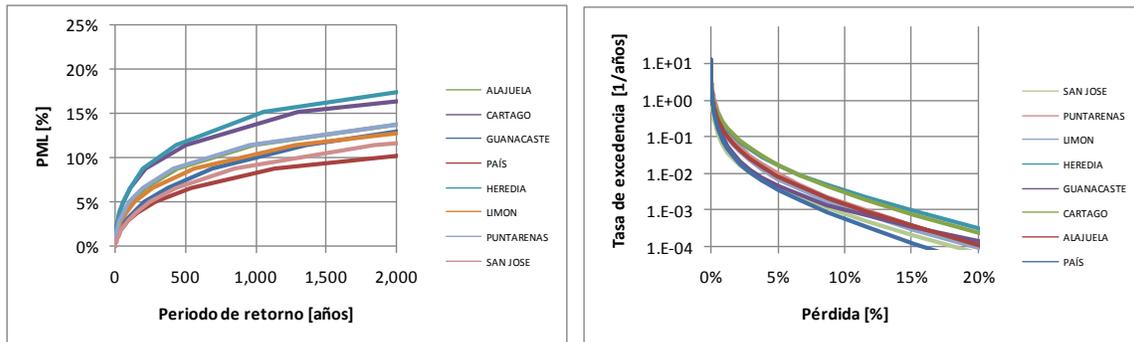


Figura 4-6
Pérdida máxima probable y curva de excedencia de pérdidas por provincia y para el portafolio total

5 Conclusiones

Las siguientes conclusiones pueden obtenerse del análisis de riesgo de activos públicos de Costa Rica:

- (1) La pérdida anual esperada, PAE, sin considerar ningún deducible se estima alrededor de US\$ 14.68 millones y US\$ 11.36 millones, correspondiente a 5.6‰ y 4.4‰ respecto de del valor asegurado total.
- (2) La pérdida máxima probable, PML, sin considerar ningún deducible y para un periodo de retorno de 1000 años, se estima alrededor de US\$ 301 millones y US\$ 213 millones, correspondiente a 11.6% y 8.2% respecto del valor asegurado total.
- (3) La máxima concentración de pérdidas sucede en la provincia de San José donde más del 46% del valor asegurado se localiza. La concentración máxima de PML es del orden de US\$ 148 millones que corresponde al 13% respecto del valor asegurado total.
- (4) Los rangos de pérdida anual esperada, EAL, por provincia, respecto del valor asegurado se encuentran entre 4.2‰ para San José y 12.1‰ para Puntarenas. Sin embargo, la PAE para el portafolio total está en el orden de 5.6‰. estos valores pueden ser inferiores una vez considerandos deducibles típicos para la cobertura de sismo.

En general, con el objeto de mejorar el nivel de confianza de los resultados presentados, debe ser reunida información más precisa por cada edificación incluyendo información de número de pisos, tipo estructural, descripción del tipo y calidad de divisiones y fachadas, y otras características relacionadas para cada una de las edificaciones incluidas en la base de datos. También se requiere información acerca del tipo de suelos y comportamiento esperado de respuesta dinámica con el objeto de incluir los efectos locales en el análisis. Finalmente, se recomienda un análisis más detallado con el fin de evaluar adecuadamente las pérdidas esperadas y pérdidas máximas que se utilizaran con el fin de definir un instrumento para la retención y transferencia de riesgo para el portafolio de activos públicos y de Costa Rica.

6 Referencias

Evaluación de Riesgos Naturales ERN – América Latina. Modelación Probabilista de Amenazas Naturales. Informe ERN-CAPRA-T2-3. <http://www.ecapra.org>. 2009.

Evaluación de Riesgos Naturales ERN – América Latina. Plataforma para la Evaluación Probabilista de Riesgo CAPRA-GIS. <http://www.ecapra.org>. 2009.

Evaluación de Riesgos Naturales ERN – América Latina. ERN-Vulnerabilidad V1.0. 2009.

IDEA. Sistema de indicadores para la gestión del riesgo de desastre: Informe técnico principal. Programa BID/IDEA de Indicadores para la Gestión de Riesgos, Universidad Nacional de Colombia, Manizales. En: <http://idea.unalmz.edu.co>. 2005

NORSAR et. al. Proyecto regional RESIS II – Evaluación de la Amenaza sísmica en Centroamérica. 2008.