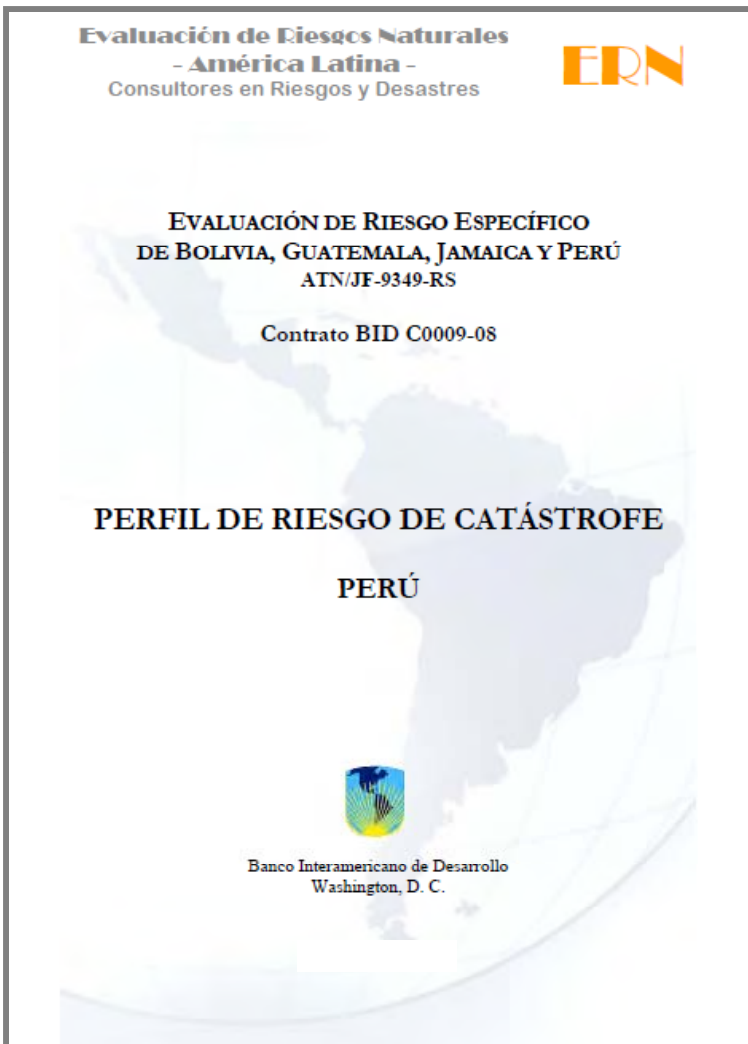


**BANCO INTERAMERICANO DE
DESARROLLO**

**Una herramienta para medir el posible
impacto económico de un desastre:
Perfil del Riesgo Catastrófico en Perú**

Sergio Lacambra
Especialista Líder en Gestión del Riesgo; BID





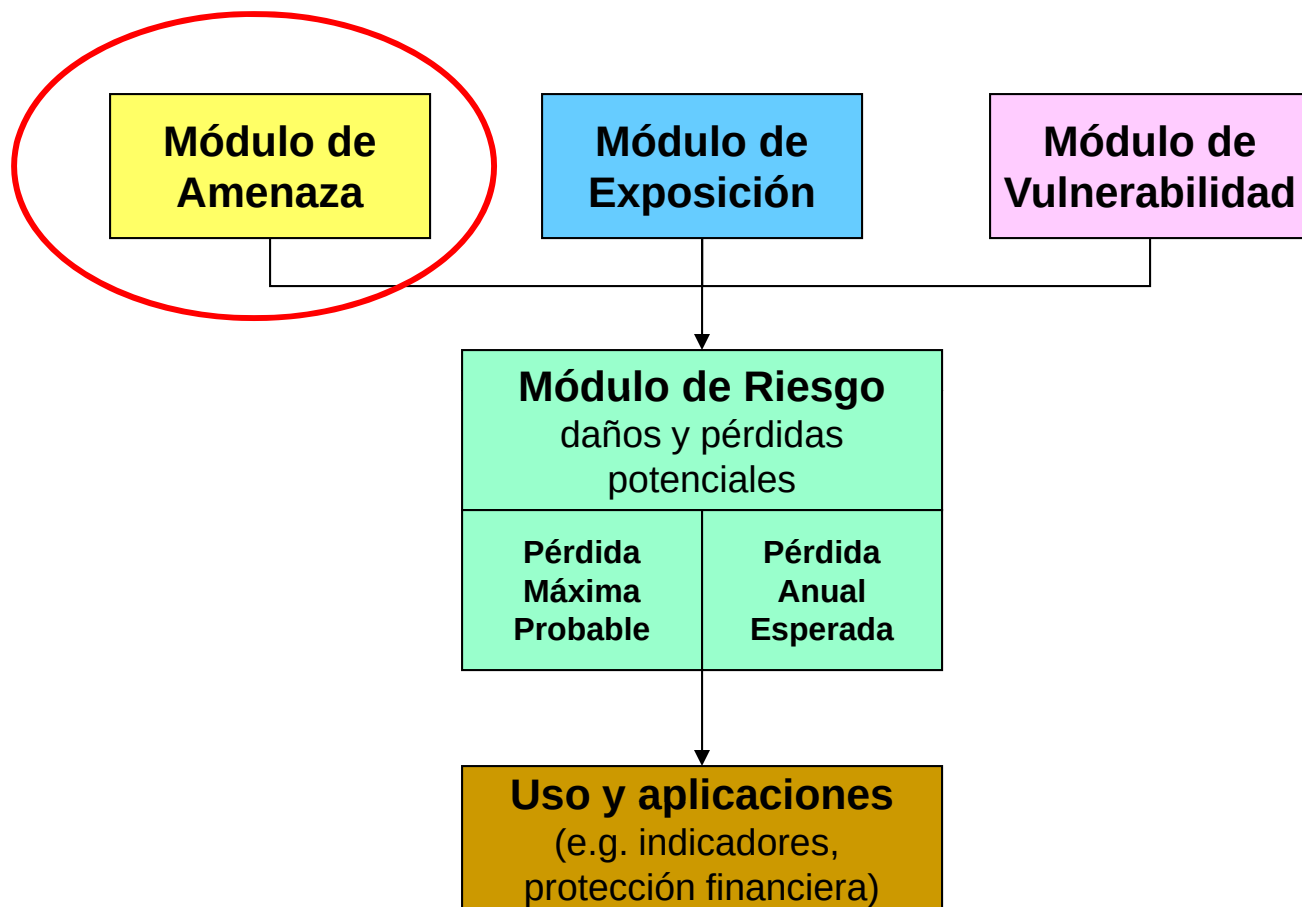
Objetivo del informe:

Ilustrar de manera cuantitativa el riesgo en términos físicos y económicos que se deriva de eventos naturales extremos de baja probabilidad y altas consecuencias (terremoto).

Propósito:

El país identifique y aplique recursos con fines de mejorar la gestión del riesgo a desastres y reducir las futuras consecuencias que se puedan presentar.

Esquema general del análisis de riesgo probabilista



1. Módulo de Amenaza

Se desarrolló un modelo de amenaza sísmica nacional basado en la teoría sismológica clásica que permite estimar la probabilidad de excedencia de intensidades relevantes en el comportamiento de estructuras, para diferentes periodos de exposición.

La amenaza sísmica fue calculada usando el Módulo de Amenaza de CAPRA

<http://www.ecapra.org/es/>

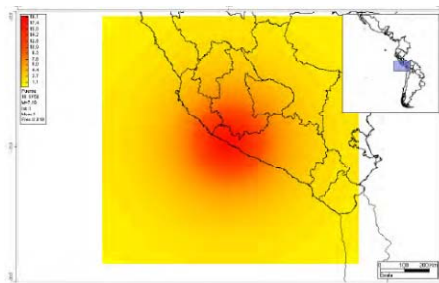
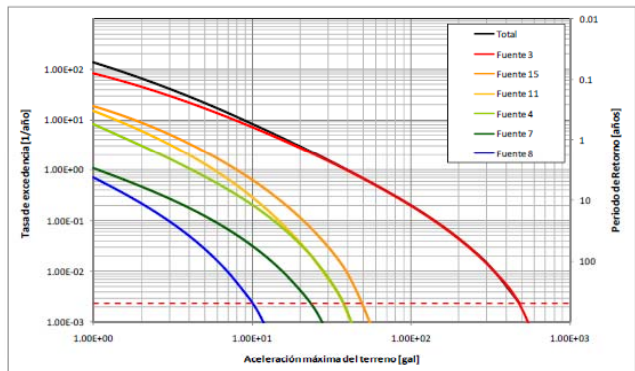
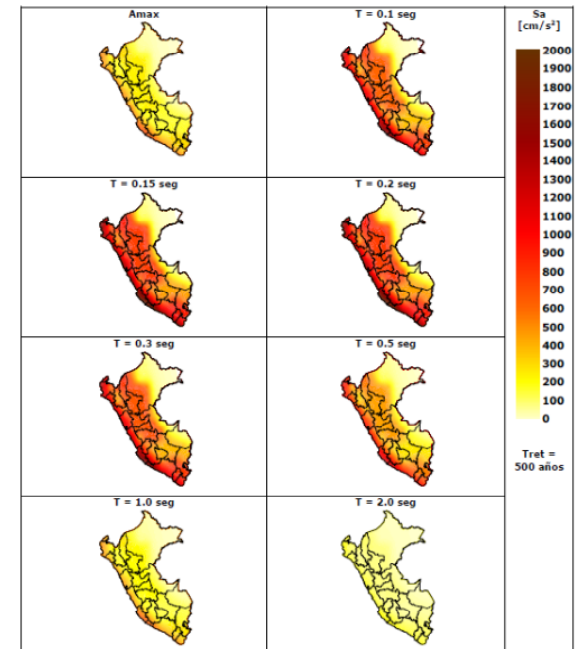
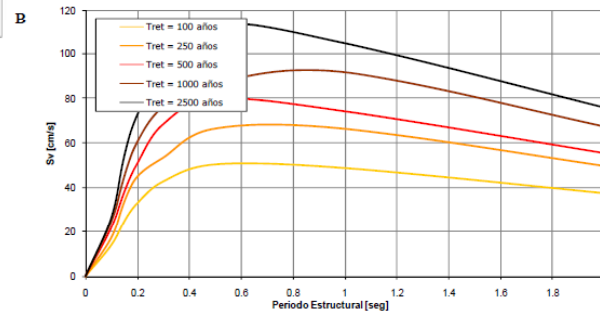
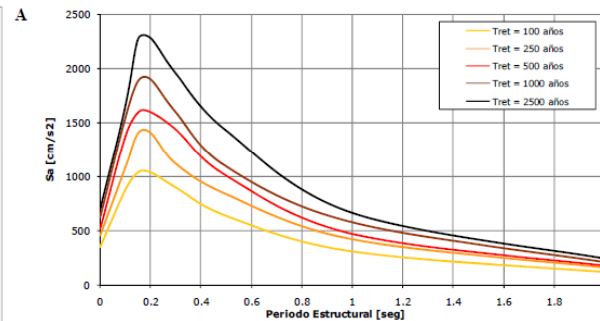
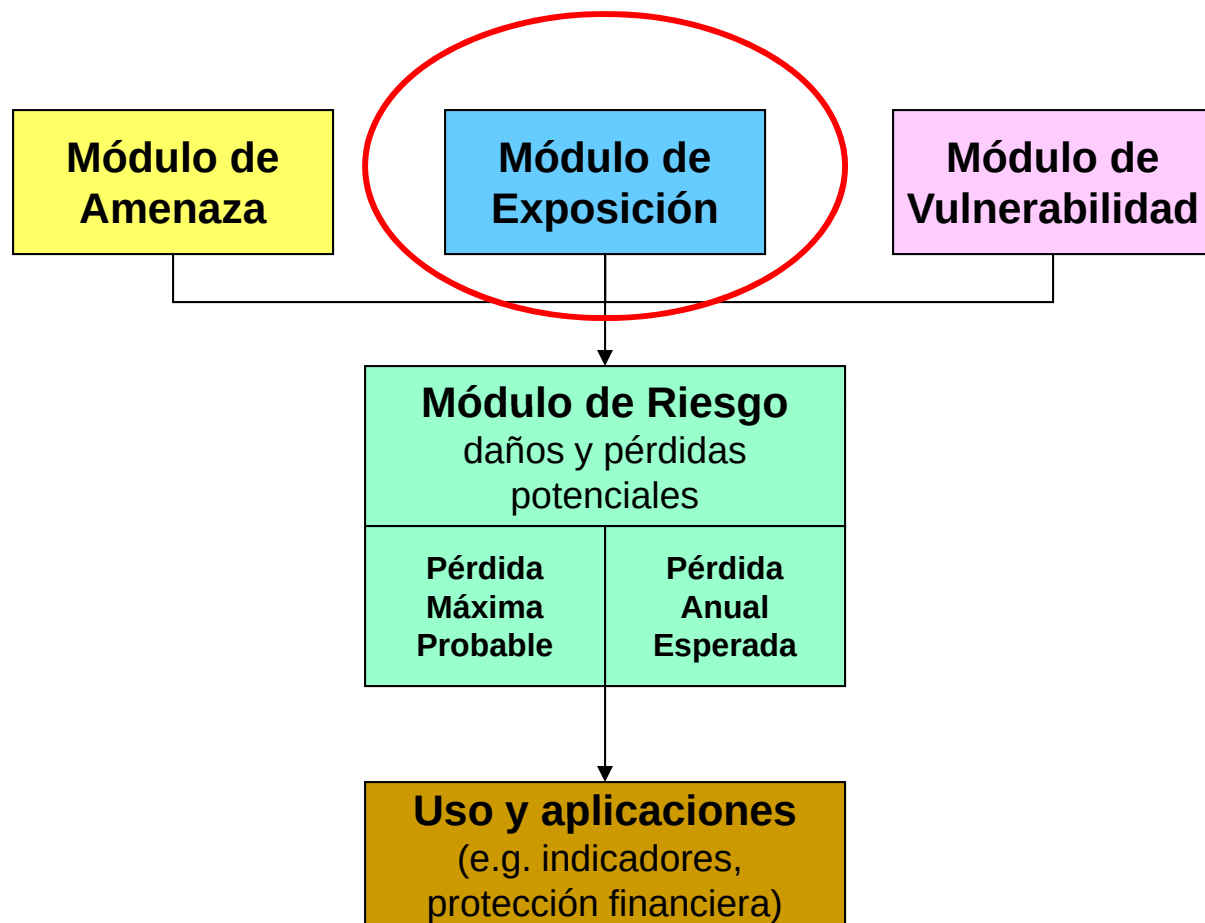


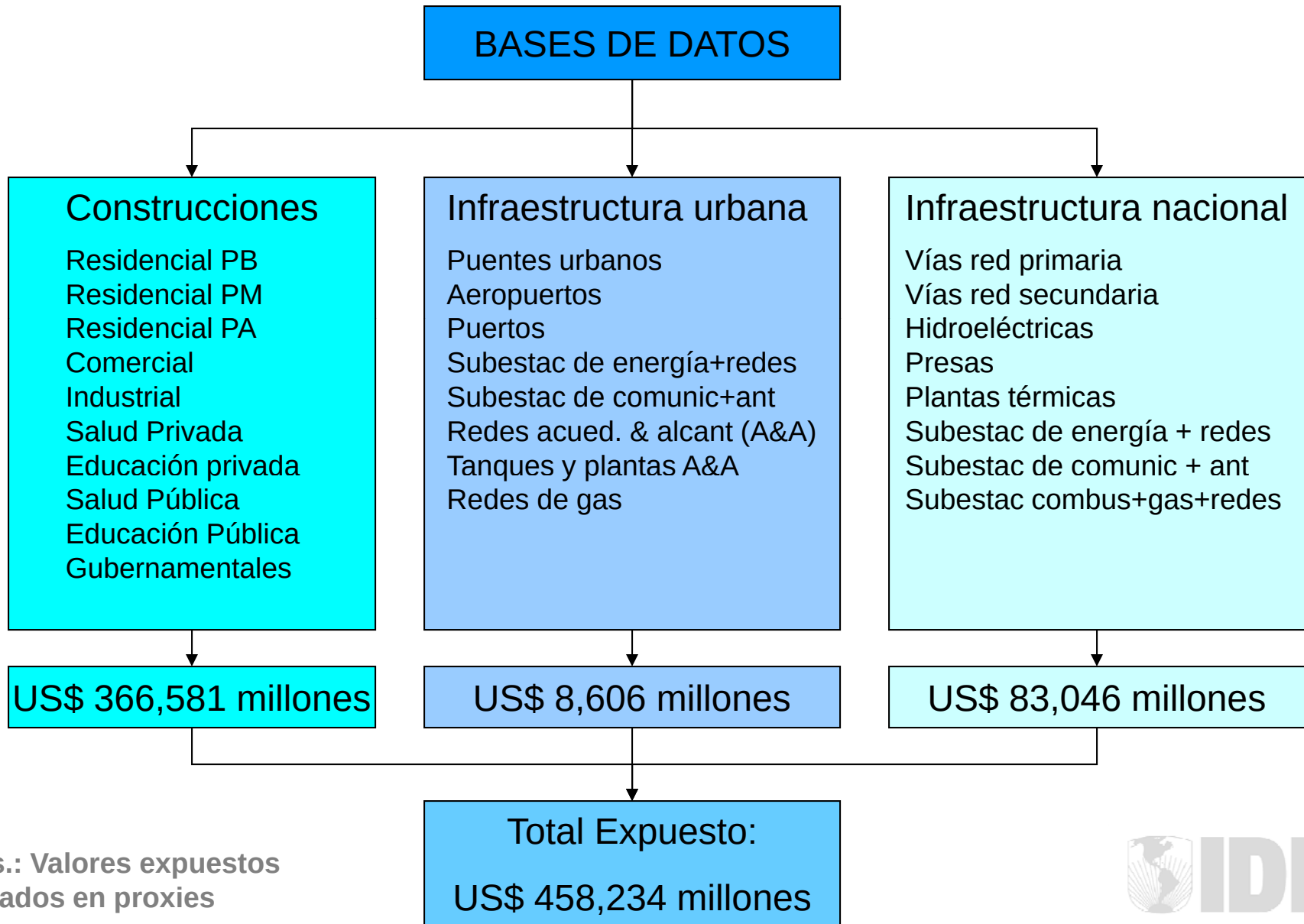
Figura 3.6
Mapa de distribución de aceleración máxima del terreno para un sismo de magnitud 7.2 ocurriendo en la Zona de subducción del Pacífico en el sur de Perú (Obtenido con el sistema CAPRA-GIS, ERN 2009)



Esquema general del análisis de riesgo probabilista



2. Módulo de Exposición



Obs.: Valores expuestos
basados en proxies



Sector CONSTRUCCIONES



Figura 2.6
Área construida por departamento

Lima es el departamento con mayor área construida y valor expuesto.

Le siguen **La Libertad**, **Piura**, **Lambayeque** y **Arequipa**.

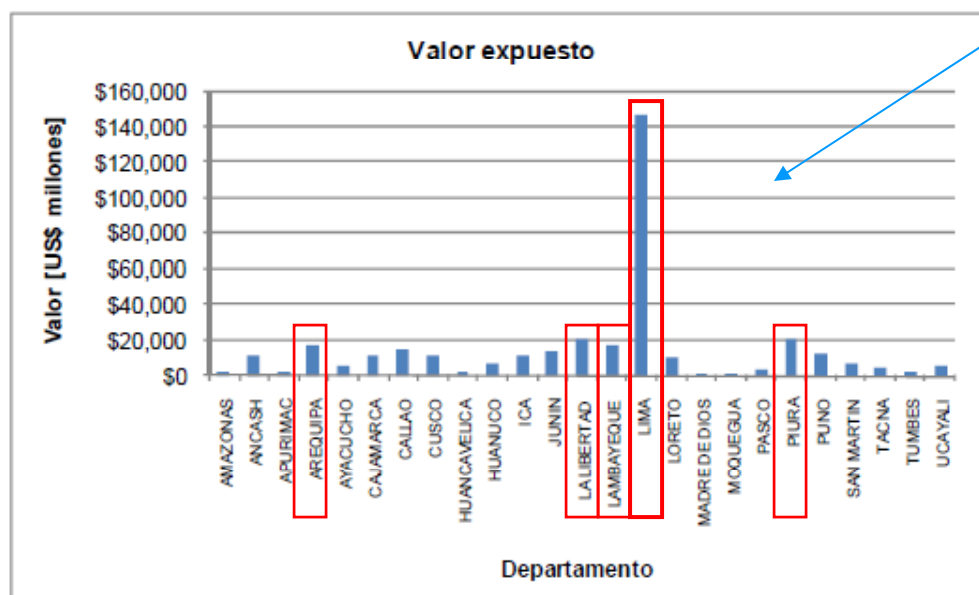


Figura 2.7
Valores expuestos de edificaciones regulares por departamento

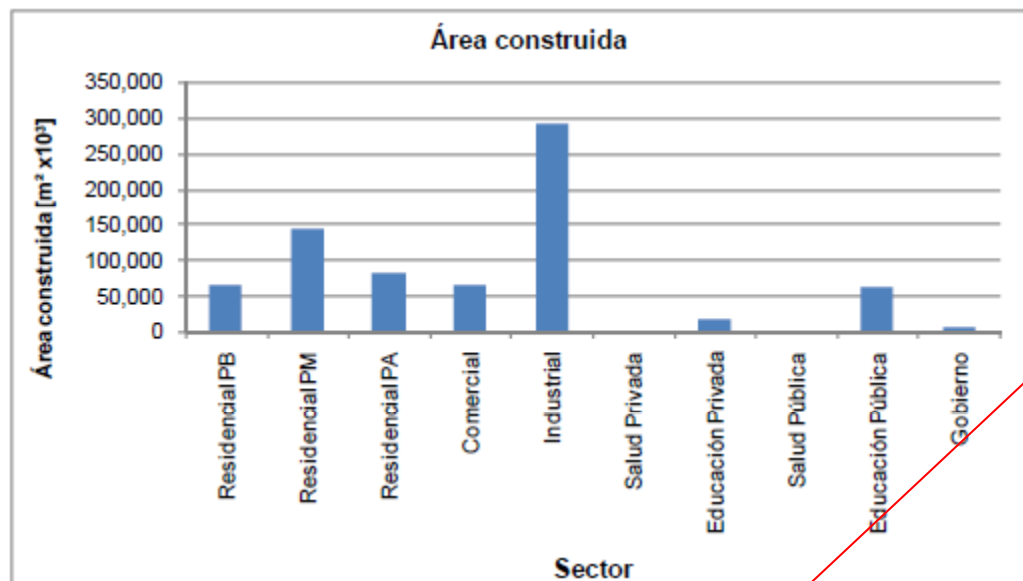


Figura 2.8
Área construida por sector de uso

Sector CONSTRUCCIONES

El Sector industrial cuenta con mayor área construida y valor expuesto.

En valor expuesto le siguen las **Residencias de rentas medias y altas**.

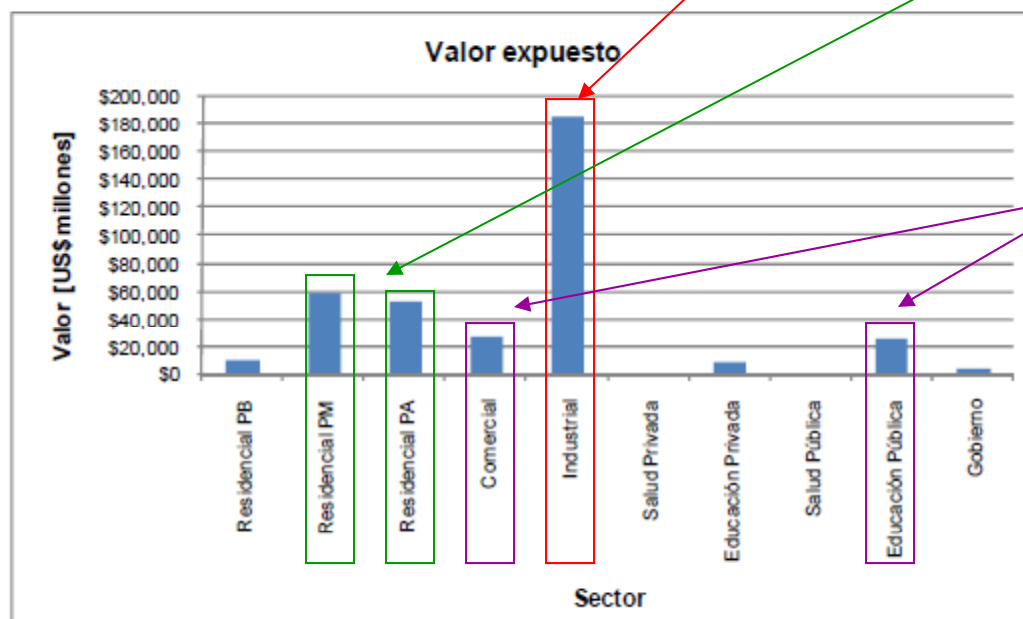


Figura 2.9
Valor expuesto por sector de uso

El valor expuesto de **centros educativos públicos** y de **comercios** es significativo.

Sector INFRAESTRUCTURA URBANA

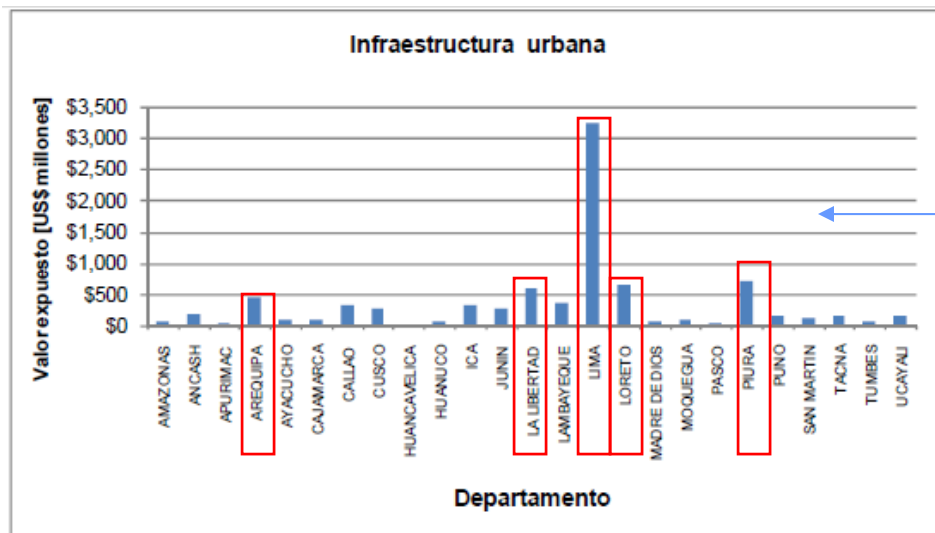


Figura 2.12

Valor expuesto en infraestructura urbana por departamento

Lima es el departamento con mayor valor expuesto, seguido de Piura, Loreto, La Libertad y Arequipa

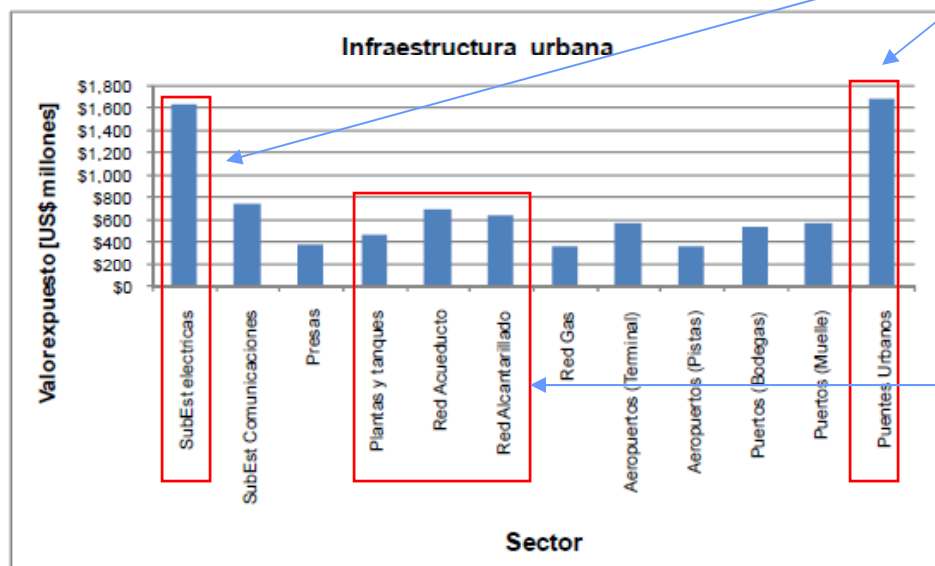


Figura 2.13

Valor expuesto en infraestructura urbana por sector

El mayor valor expuesto se concentra en puentes urbanos y subestaciones eléctricas.

El valor expuesto consolidado de las infraestructuras de agua y saneamiento es muy significativo

Sector INFRAESTRUCTURA NACIONAL

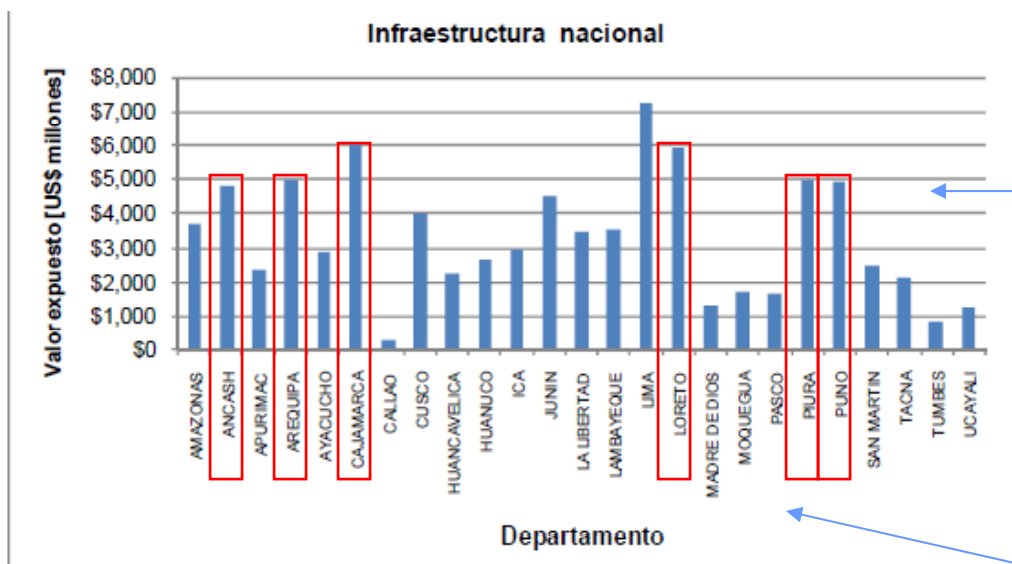


Figura 2.15

Valor expuesto en infraestructura nacional por departamento

El valor expuesto de la infraestructura nacional está más repartido entre los departamentos que en los sectores de Construcciones e Infraestructura Urbana.

Además de Lima **Loreto, Cajamarca, Piura, Puno, Arequipa y Ancash** tienen elevados valores expuestos.

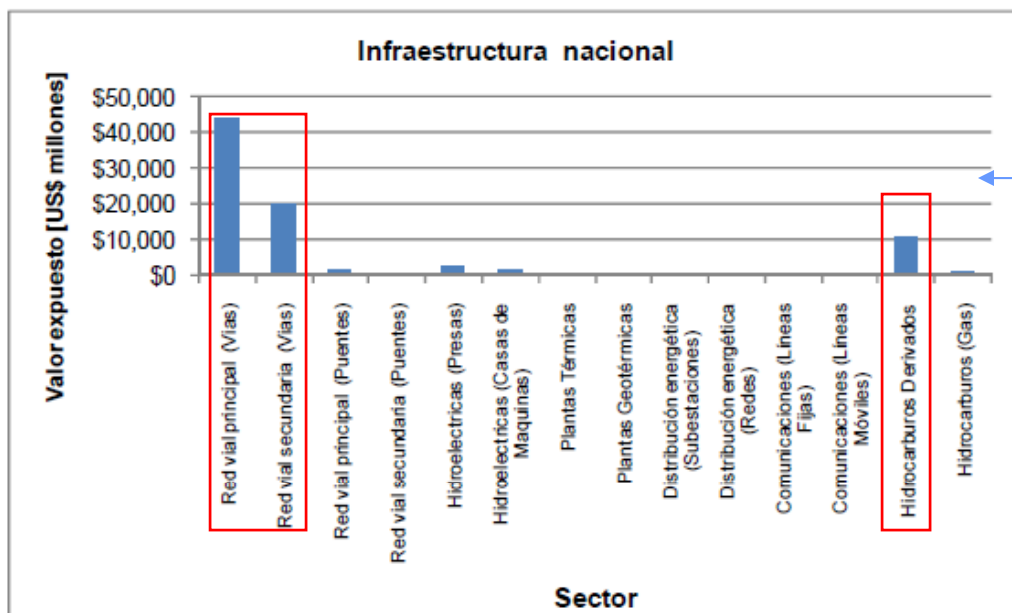
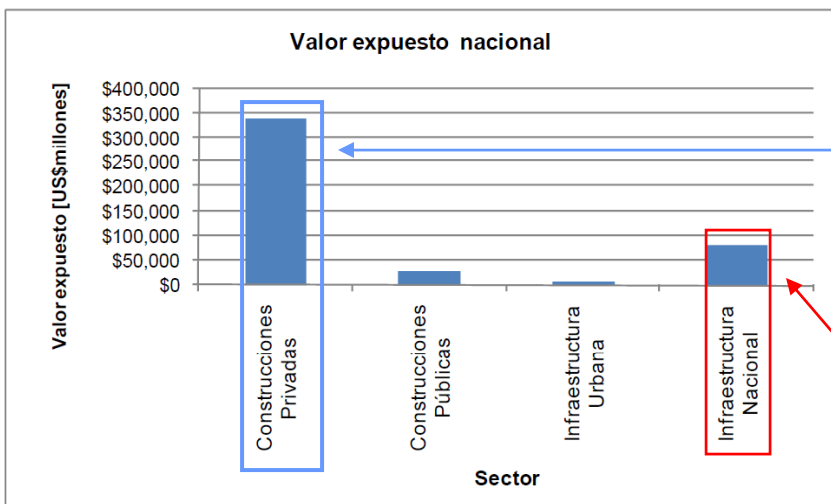


Figura 2.16

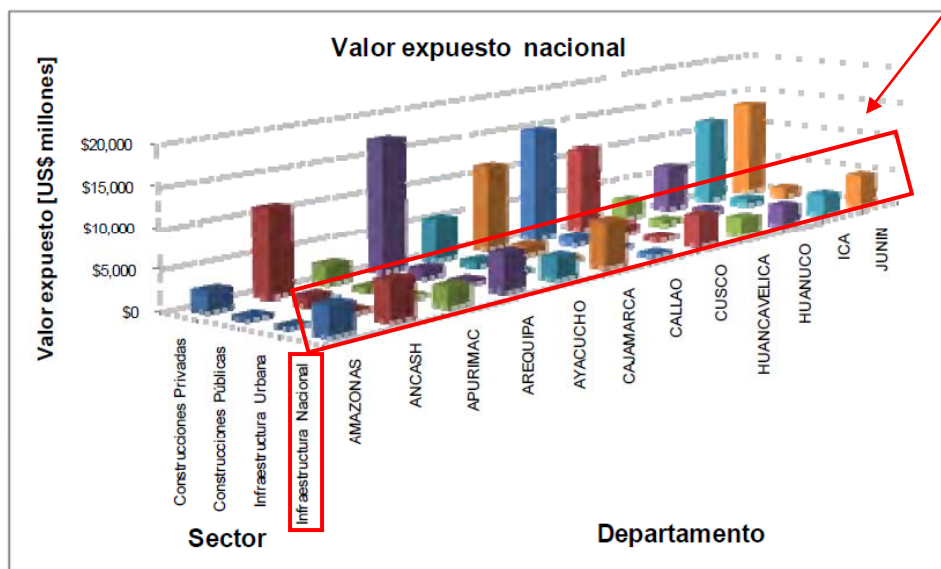
Valor expuesto en infraestructura nacional por sector

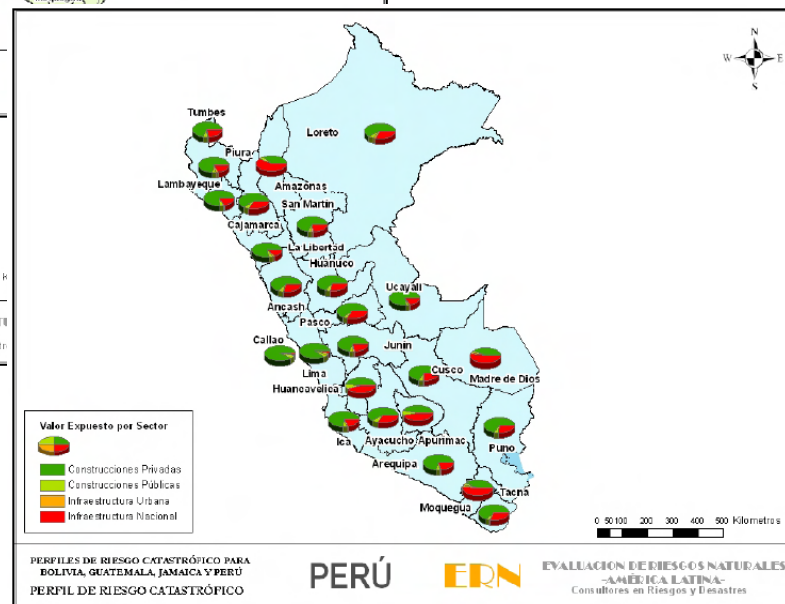
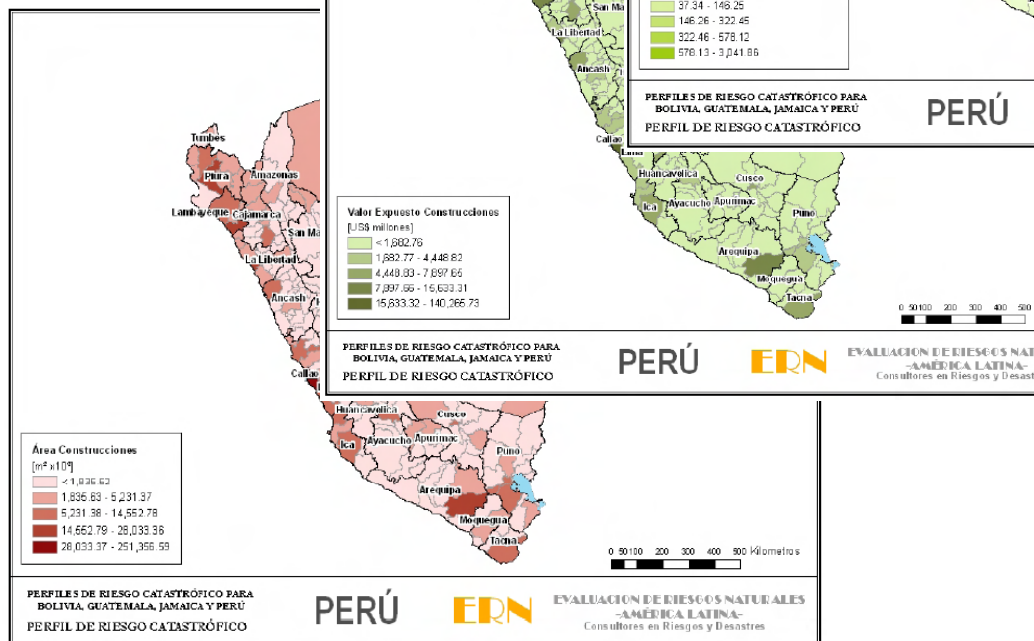
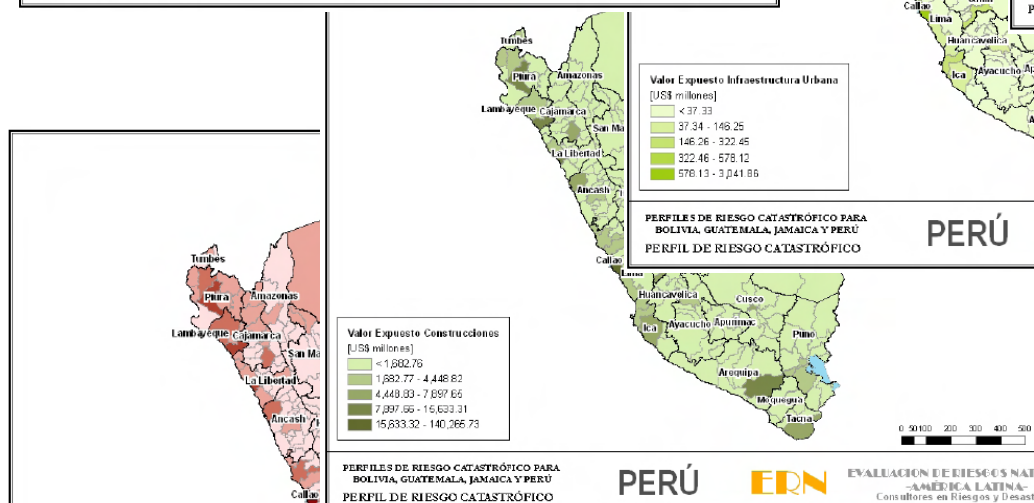
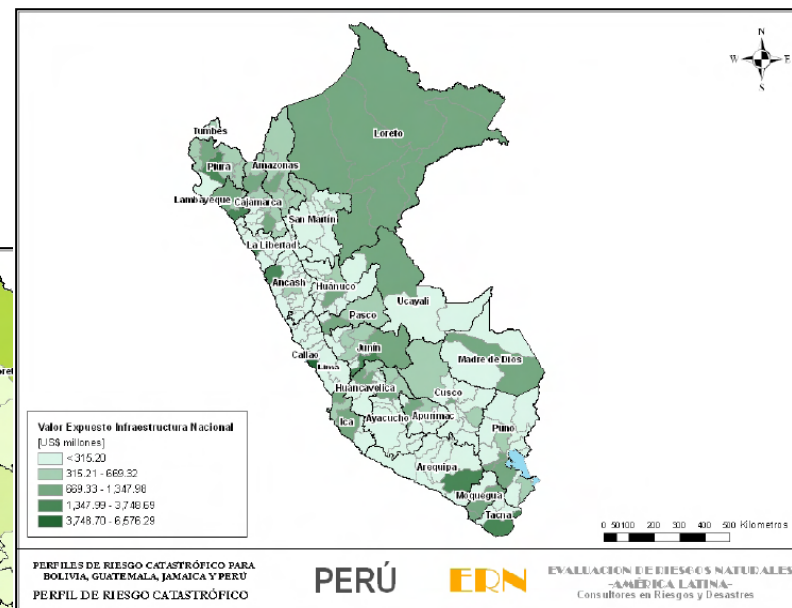
El mayor valor expuesto es en Red Vial primaria y secundaria, seguidos por el Sector Hidrocarburos (derivados).



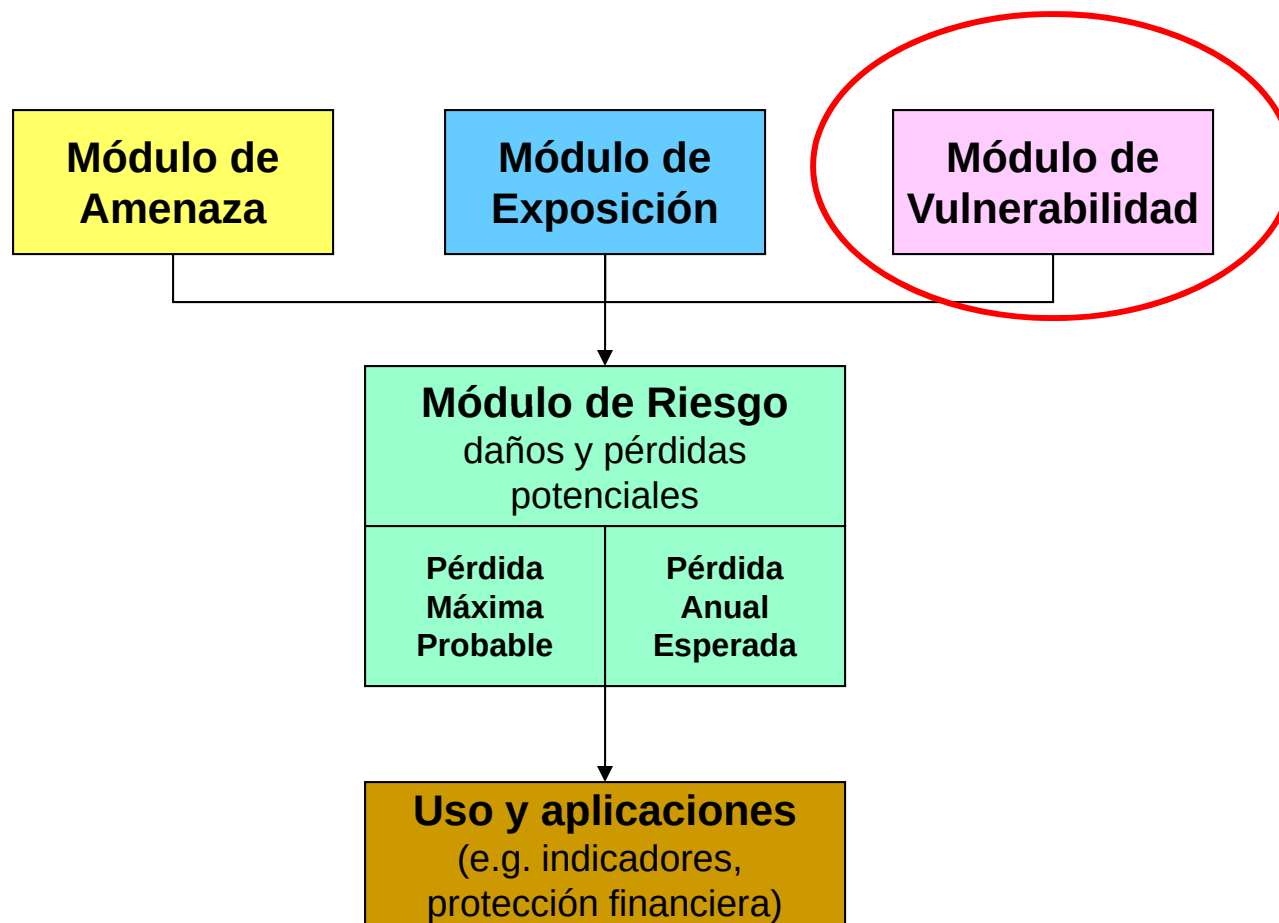
El sector de Construcciones Privadas (sobre todo industrias) tiene el mayor valor expuesto nacional.

El sector Infraestructura Nacional tiene un valor expuesto significativo para el país.





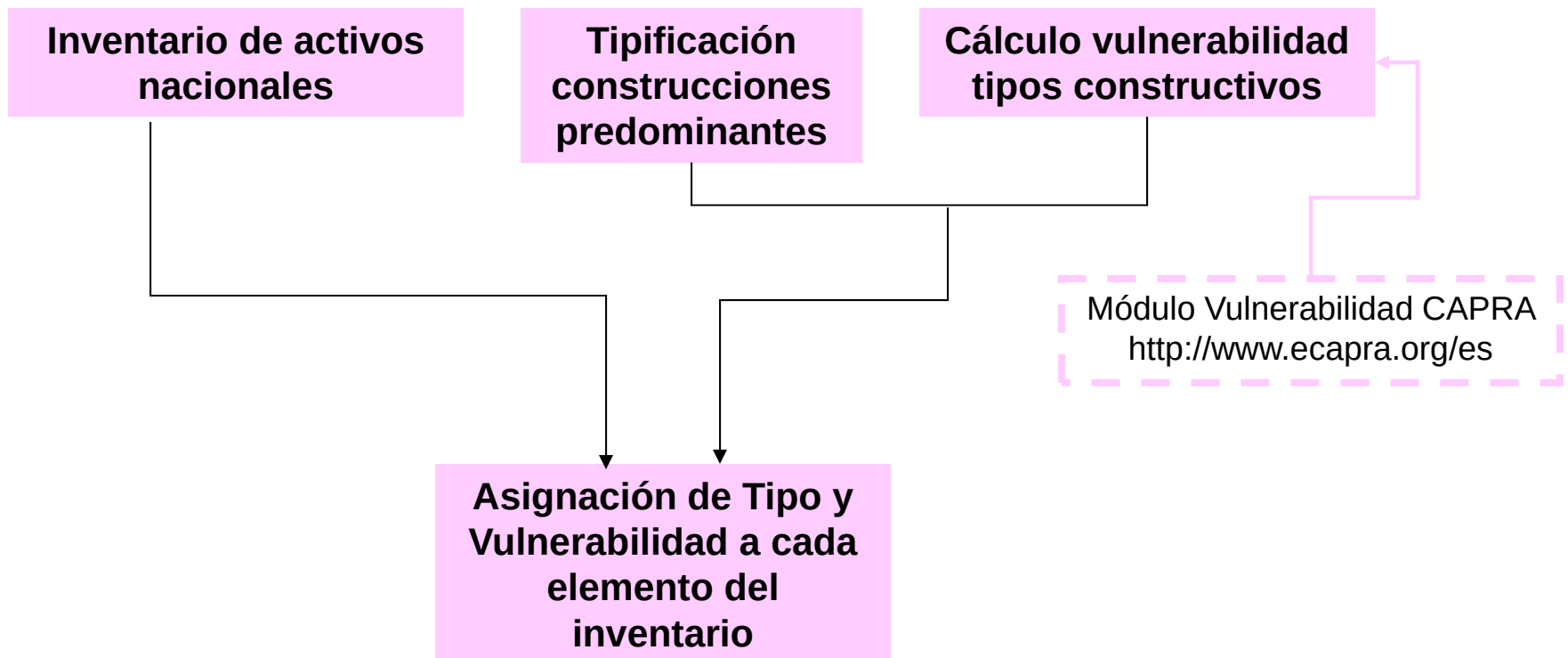
Esquema general del análisis de riesgo probabilista



3. Módulo de Vulnerabilidad

La vulnerabilidad sísmica es la relación entre cualquier medida de intensidad del fenómeno y el nivel de daño en el elemento físico expuesto a dicha intensidad sísmica.

Procedimiento de calificación de la vulnerabilidad sísmica:



3. Módulo de Vulnerabilidad

Tipos de funciones de vulnerabilidad, tipo estructural y período de vibración

Función de vulnerabilidad según tipo de estructura	Periodo de vibración representativo
AD – Adobe	0.15 seg
MD1 – Madera	0.50 seg
MD2 – Madera	0.50 seg
MS1 – Mamp. Simple	0.07 seg
MS2 – Mamp. Simple	0.10 seg
MR1 – Mamp. Reforzada	0.15 seg
MR2 – Mamp. Reforzada	0.20 seg
PCR – Pórticos de concreto Reforzado	0.75 seg

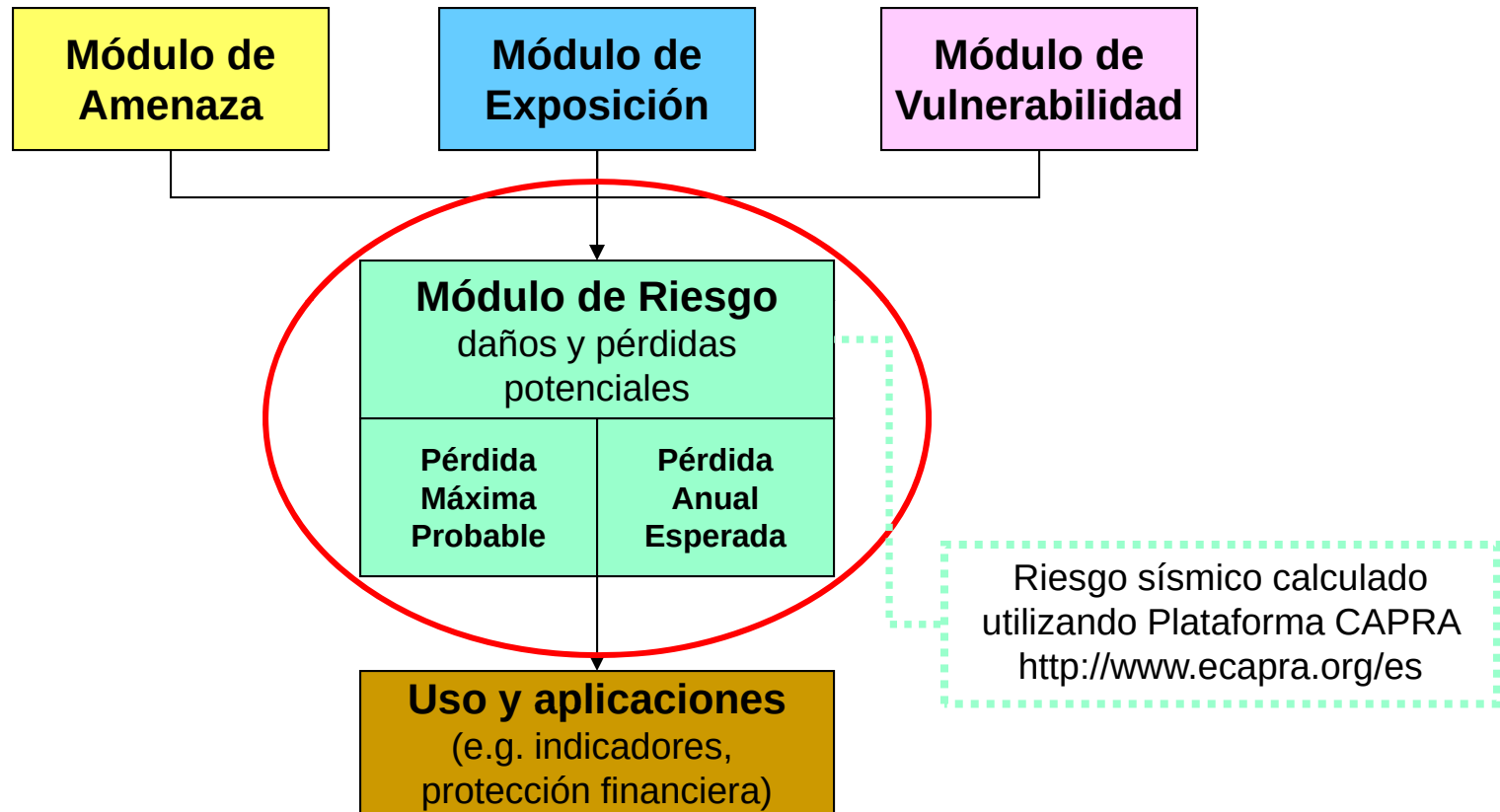
Función de vulnerabilidad según tipo de estructura	Periodo de vibración representativo
SubEst eléctricas	0.10 seg
SubEst Comunicaciones	0.75 seg
Presas	0.30 seg
Plantas y tanques	0.00 seg
Red Acueducto	0.00 seg
Red Alcantarillado	0.00 seg
Red Gas	0.00 seg
Aeropuertos (Terminal)	0.75 seg
Puertos (Bodegas)	0.75 seg
Puertos (Muelle)	0.50 seg
Puentes Urbanos	0.20 seg

Tabla 3.1

Tipos de funciones de vulnerabilidad, tipo estructural y período de vibración (continuación)

Función de vulnerabilidad según tipo de estructura	Periodo de vibración representativo
Red vial principal (Puentes)	0.20 seg
Red vial secundaria (Puentes)	0.20 seg
Hidroeléctricas (Presas)	0.30 seg
Hidroeléctricas (Casas de Maquinas)	0.75 seg
Plantas Térmicas	0.86 seg
Plantas Geotérmicas	0.86 seg
Distribución energética (Subestaciones)	0.10 seg
Distribución energética (Redes)	0.30 seg
Comunicaciones (Líneas Fijas)	0.75 seg
Comunicaciones (Líneas Móviles)	0.75 seg
Hidrocarburos Derivados	0.86 seg
Hidrocarburos (Gas)	0.86 seg

Esquema general del análisis de riesgo probabilista



4. Módulo de Riesgo

Pérdida Anual Esperada
AAL

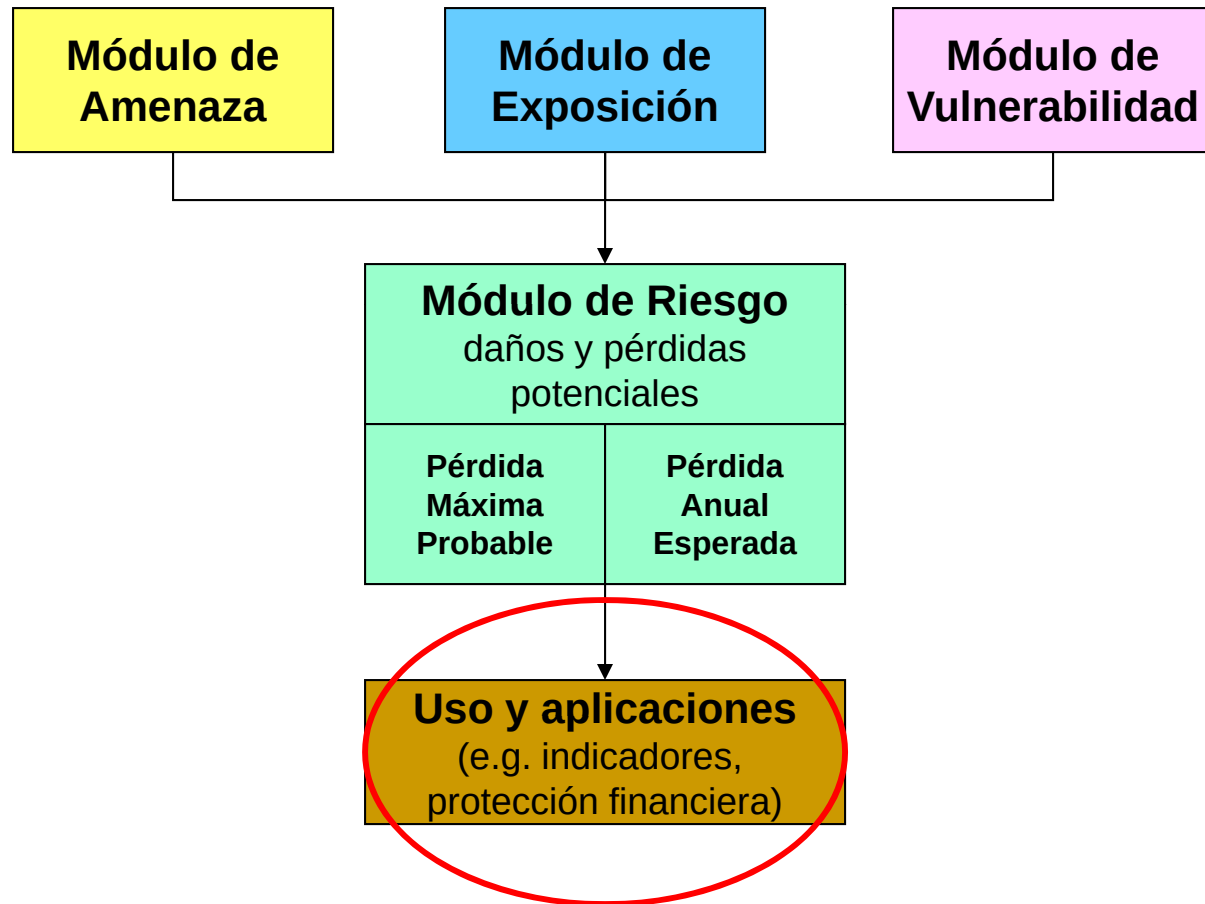
Pérdida Máxima Probable
PML

Resultados generales de PML por terremoto

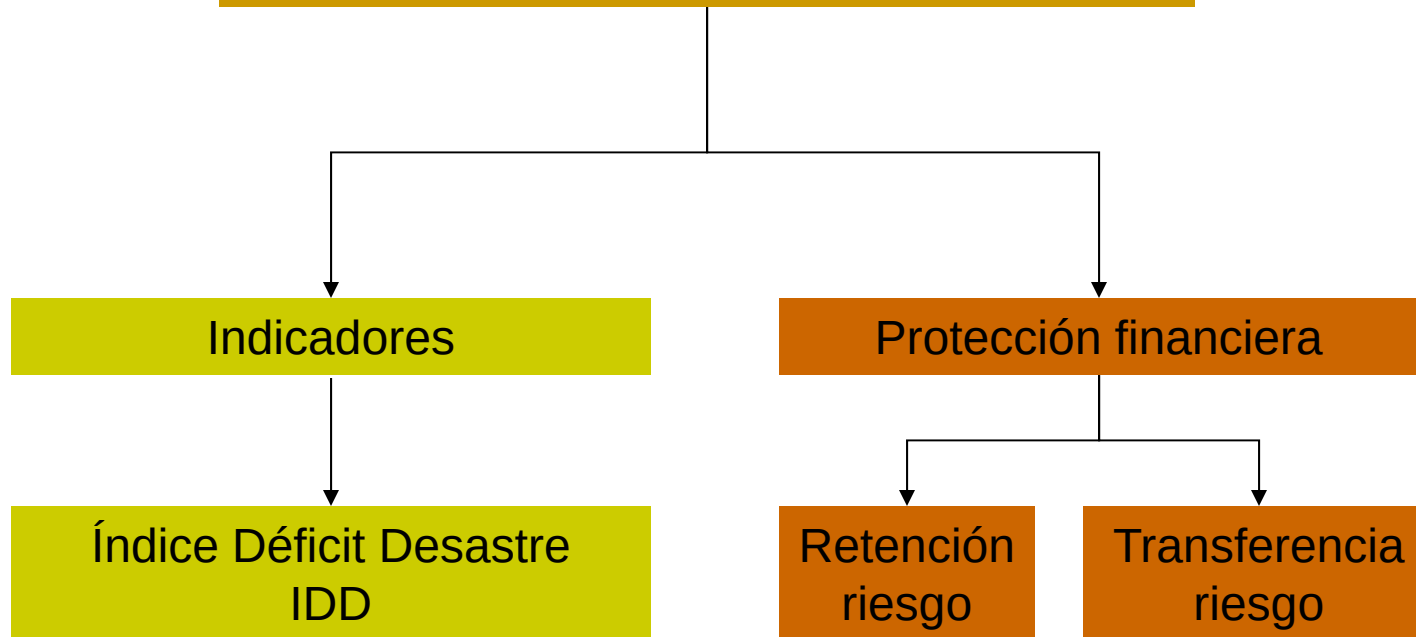
Resultados		
Valor Expuesto	US\$ x10 ⁶	\$458,234
Pérdida Anual Esperada	US\$ x10 ⁶	\$7,041
	‰	15.4
PML		
Periodo retorno	Pérdida	
años	US\$ x10 ⁶	%
50	\$32,764	7.2%
100	\$43,043	9.4%
250	\$56,796	12.4%
500	\$65,524	14.3%
1000	\$77,970	17.0%

5 escenarios de riesgo

Esquema general del análisis de riesgo probabilista



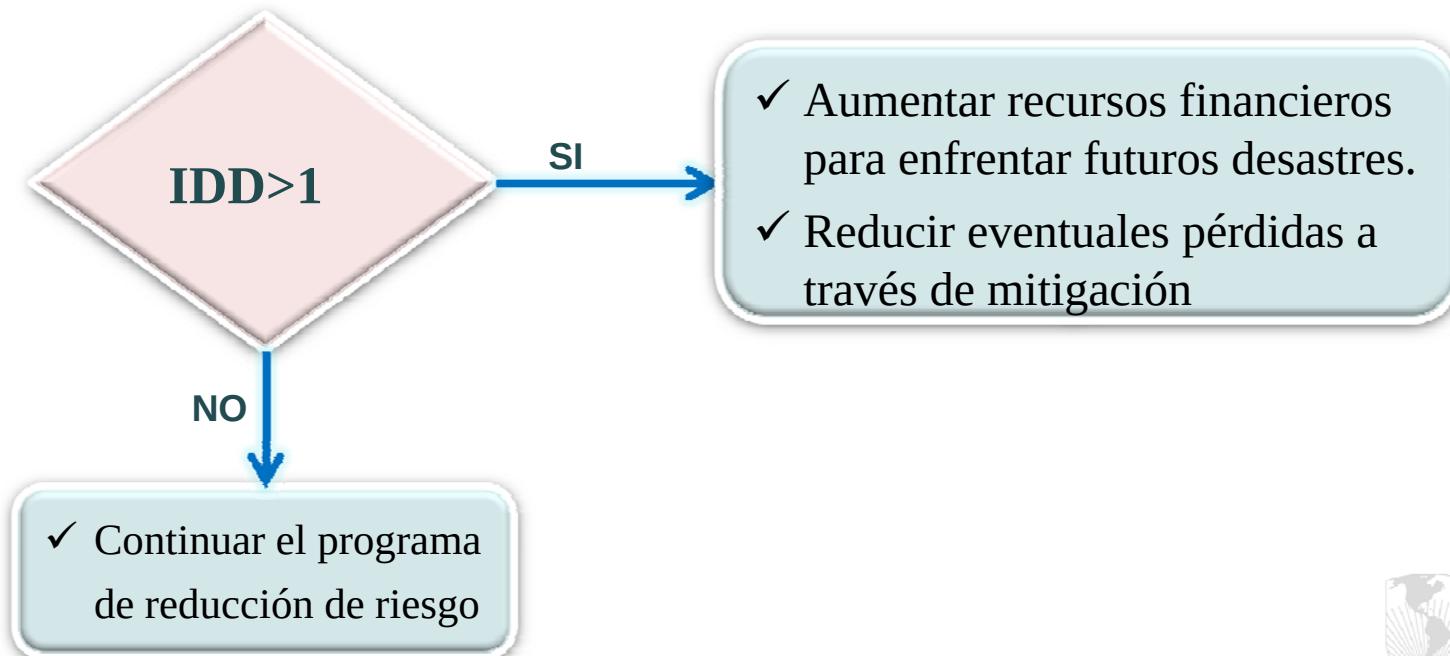
5. Uso y aplicaciones



Indice del Déficit de Desastre - IDD

Indice Déficit de Desastre (IDD): ratio de las pérdidas económicas que el país puede sufrir y su resiliencia económica (i.e. los recursos disponibles para restituir el inventario físico afectado: reservas financieras, seguros, fondos de emergencia, capacidad de endeudamiento, donaciones internacionales, otros)

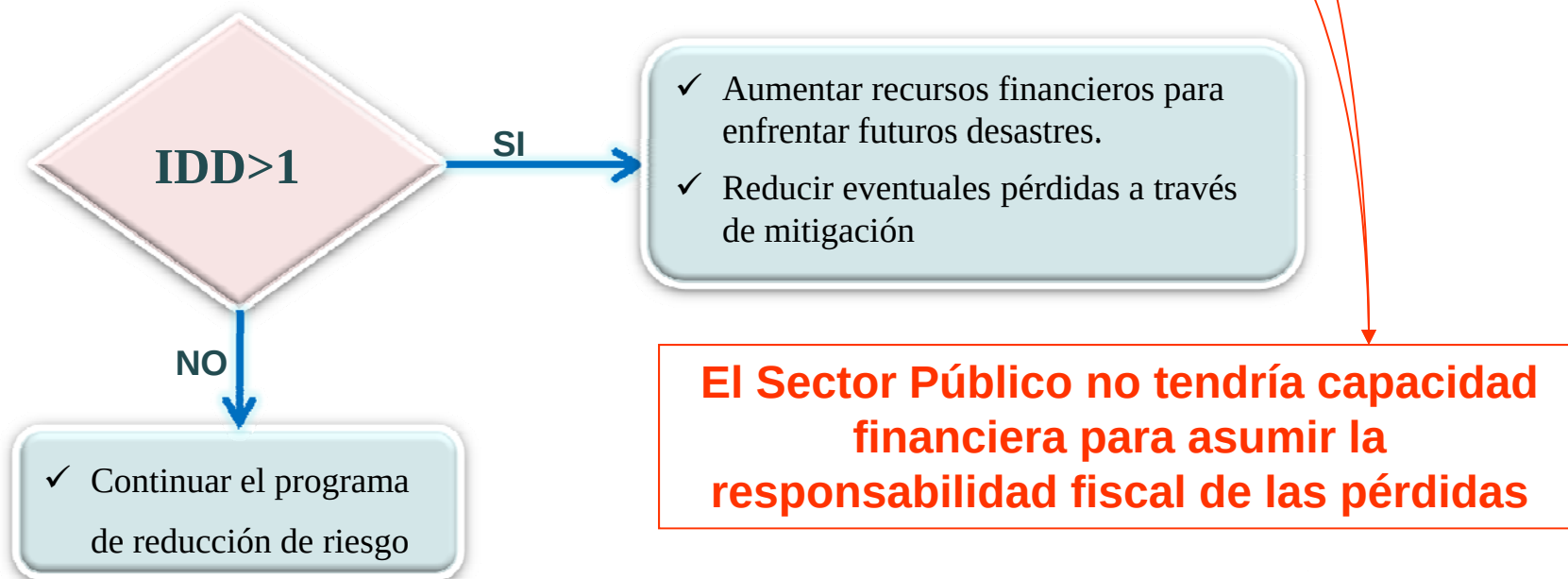
Para Política Financiera



IDD para eventos con periodo de retorno de 50, 100, 500 años*

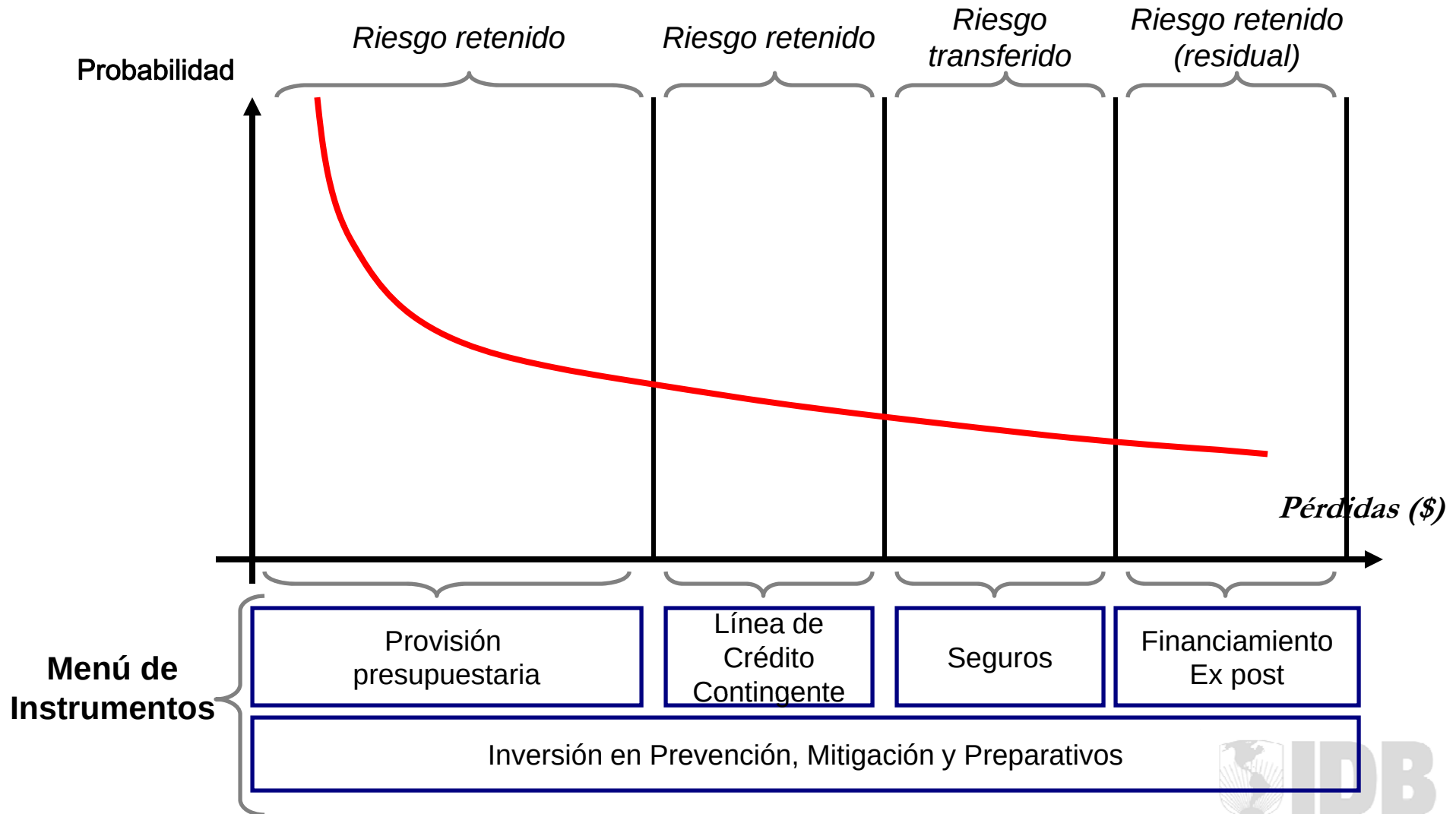
Datos para PERU

Recurrencia	IDD 1995	IDD 2008
50 años	1.21	0.77
100 años	3.39	2.28
500 años	3.26	2.47



* Probabilidad de ocurrencia en 10 años: 18%, 10%, 2%, respectivamente

Instrumentos financieros para la GRD



Retención del Riesgo

El informe presenta cifras de especial importancia para el diseño de instrumentos financieros de retención del riesgo tales como fondos de reservas, créditos contingentes, etc.

El deducible corresponde a la fracción de la pérdida total que, según las condiciones de negociación de seguros, el gobierno tendría que asumir. Es decir, el deducible establece un primer nivel de retención del riesgo.

*Resultados generales de AAL y PML por terremoto
bajo diferentes deducibles*

Resultados - Sismo						
Deducible	%	0%	3%	5%		
Valor Expuesto	US\$ x10 ⁶	\$458,234				
Pérdida Anual Esperada	US\$ x10 ⁶	\$7,041	\$5,582	\$5,146		
	%	15.4	12.2	11.2		
PML						
Periodo retorno		Pérdida				
años	US\$ x10 ⁶	%	US\$ x10 ⁶	%	US\$ x10 ⁶	%
50	\$32,764	7.2%	\$30,135	6.6%	\$28,862	6.3%
100	\$43,043	9.4%	\$40,749	8.9%	\$39,249	8.6%
250	\$56,796	12.4%	\$55,401	12.1%	\$53,691	11.7%
500	\$65,524	14.3%	\$65,474	14.3%	\$64,430	14.1%
1000	\$77,970	17.0%	\$79,006	17.2%	\$77,127	16.8%

Transferencia del Riesgo

El informe presenta cifras de especial importancia para el diseño de instrumentos financieros de transferencia del riesgo tales como seguros/reaseguros indemnizatorios o paramétricos, bonos de catástrofe, etc.

Adicionalmente a lo ya expuesto, el informe presenta datos de primas para el análisis del riesgo por capas:

Variación de la prima por capas para el país por terremoto

Capa	Porcentaje de la Pérdida Esperada	Límite de la Capa (\$ Millones)	Capa Superior (\$ Millones)	Prima de la Capa (\$ Millones)	Prima total de la Capa (%)	Como % de la Prima Total	Prima Capa Superior Faltante (%)	Como % de la Prima Total	Δ Prima (C _i -C _{i-1}) (%)	Como % de la Prima Total
1	0.10%	\$ 458	\$ 457,776	\$ 2,060	4.50	29.1%	10.94	70.9%	4.50	29.14%
2	0.30%	\$ 1,375	\$ 456,859	\$ 3,173	6.92	44.9%	8.51	55.1%	2.43	15.73%
3	0.60%	\$ 2,749	\$ 455,485	\$ 3,971	8.66	56.2%	6.77	43.8%	1.74	11.29%
4	1.00%	\$ 4,582	\$ 453,652	\$ 4,572	9.98	64.7%	5.45	35.3%	1.31	8.51%
5	2.00%	\$ 9,165	\$ 449,069	\$ 5,410	11.81	76.5%	3.62	23.5%	1.83	11.86%
6	3.00%	\$ 13,747	\$ 444,487	\$ 5,887	12.85	83.3%	2.58	16.7%	1.04	6.74%
7	4.00%	\$ 18,329	\$ 439,905	\$ 6,207	13.55	87.8%	1.89	12.2%	0.70	4.52%
8	5.00%	\$ 22,912	\$ 435,322	\$ 6,428	14.03	90.9%	1.40	9.1%	0.48	3.13%
9	6.00%	\$ 27,494	\$ 430,740	\$ 6,597	14.40	93.3%	1.03	6.7%	0.37	2.39%
10	7.00%	\$ 32,076	\$ 426,158	\$ 6,711	14.65	94.9%	0.79	5.1%	0.25	1.61%
11	8.00%	\$ 36,659	\$ 421,575	\$ 6,802	14.84	96.2%	0.59	3.8%	0.20	1.29%
12	9.00%	\$ 41,241	\$ 416,993	\$ 6,864	14.98	97.1%	0.45	2.9%	0.13	0.87%
13	10.00%	\$ 45,823	\$ 412,411	\$ 6,924	15.11	97.9%	0.32	2.1%	0.13	0.85%
14	11.00%	\$ 50,406	\$ 407,828	\$ 6,952	15.17	98.3%	0.26	1.7%	0.06	0.39%
15	12.00%	\$ 54,988	\$ 403,246	\$ 6,980	15.23	98.7%	0.20	1.3%	0.06	0.39%
16	13.00%	\$ 59,570	\$ 398,664	\$ 7,008	15.29	99.1%	0.14	0.9%	0.06	0.39%
17	14.00%	\$ 64,153	\$ 394,081	\$ 7,021	15.32	99.3%	0.11	0.7%	0.03	0.19%
18	15.00%	\$ 68,735	\$ 389,499	\$ 7,031	15.34	99.4%	0.09	0.6%	0.02	0.14%
19	16.00%	\$ 73,317	\$ 384,917	\$ 7,041	15.36	99.6%	0.07	0.4%	0.02	0.14%
20	17.00%	\$ 77,900	\$ 380,334	\$ 7,051	15.39	99.7%	0.04	0.3%	0.02	0.14%
21	20.00%	\$ 91,647	\$ 366,587	\$ 7,061	15.41	99.9%	0.02	0.1%	0.02	0.15%
22	25.00%	\$ 114,559	\$ 343,676	\$ 7,069	15.43	100.0%	0.00	0.0%	0.02	0.11%
23	30.00%	\$ 137,470	\$ 320,764	\$ 7,071	15.43	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.02%
24	35.00%	\$ 160,382	\$ 297,852	\$ 7,071	15.43	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
25	40.00%	\$ 183,294	\$ 274,940	\$ 7,071	15.43	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
26	45.00%	\$ 206,205	\$ 252,029	\$ 7,071	15.43	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
27	50.00%	\$ 229,117	\$ 229,117	\$ 7,071	15.43	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
28	60.00%	\$ 274,940	\$ 183,294	\$ 7,071	15.43	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
29	70.00%	\$ 320,764	\$ 137,470	\$ 7,071	15.43	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
30	80.00%	\$ 366,587	\$ 91,647	\$ 7,071	15.43	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
31	90.00%	\$ 412,411	\$ 45,823	\$ 7,071	15.43	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
32	100.00%	\$ 458,234	\$ -	\$ 7,071	15.43	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%

Transferencia del Riesgo

Y específicamente cifras para un análisis por capas de pérdida para la responsabilidad fiscal que permiten una cuantificación del riesgo financiero del Estado y una evaluación de su incidencia en las finanzas públicas.

Variación de la prima por capas para la responsabilidad fiscal por terremoto

Capa	Porcentaje de la Pérdida Esperada	Limite de la Capa (\$ Millones)	Capa Superior (\$ Millones)	Prima de la Capa (\$ Millones)	Prima total de la Capa		Prima Capa Superior Faltante		Δ Prima (C-O-1)	
					(%)	Como % de la Prima Total	(%)	Como % de la Prima Total	(%)	Como % de la Prima Total
1	0.10%	\$ 128	\$ 128,034	\$ 415	3.24	49.4%	3.31	50.6%	3.24	49.41%
2	0.30%	\$ 384	\$ 127,777	\$ 562	4.38	67.0%	2.16	33.0%	1.15	17.55%
3	0.60%	\$ 769	\$ 127,393	\$ 653	5.09	77.8%	1.45	22.2%	0.71	10.83%
4	1.00%	\$ 1,282	\$ 126,880	\$ 714	5.57	85.1%	0.98	14.9%	0.48	7.31%
5	2.00%	\$ 2,563	\$ 125,599	\$ 785	6.13	93.6%	0.42	6.4%	0.55	8.45%
6	3.00%	\$ 3,845	\$ 124,317	\$ 813	6.35	96.9%	0.20	3.1%	0.22	3.36%
7	4.00%	\$ 5,126	\$ 123,035	\$ 827	6.45	98.5%	0.10	1.5%	0.10	1.58%
8	5.00%	\$ 6,408	\$ 121,754	\$ 833	6.50	99.3%	0.05	0.7%	0.05	0.76%
9	6.00%	\$ 7,690	\$ 120,472	\$ 836	6.53	99.7%	0.02	0.3%	0.03	0.41%
10	7.00%	\$ 8,971	\$ 119,190	\$ 838	6.54	99.8%	0.01	0.2%	0.01	0.15%
11	8.00%	\$ 10,253	\$ 117,909	\$ 839	6.54	99.9%	0.00	0.1%	0.01	0.11%
12	9.00%	\$ 11,535	\$ 116,627	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.03%
13	10.00%	\$ 12,816	\$ 115,346	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.03%
14	11.00%	\$ 14,098	\$ 114,064	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.01%
15	12.00%	\$ 15,379	\$ 112,782	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
16	13.00%	\$ 16,661	\$ 111,501	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
17	14.00%	\$ 17,943	\$ 110,219	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
18	15.00%	\$ 19,224	\$ 108,938	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
19	16.00%	\$ 20,506	\$ 107,656	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
20	18.00%	\$ 23,069	\$ 105,093	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
21	20.00%	\$ 25,632	\$ 102,529	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
22	25.00%	\$ 32,040	\$ 96,121	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
23	30.00%	\$ 38,449	\$ 89,713	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
24	35.00%	\$ 44,857	\$ 83,305	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
25	40.00%	\$ 51,265	\$ 76,897	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
26	45.00%	\$ 57,673	\$ 70,489	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
27	50.00%	\$ 64,081	\$ 64,081	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
28	60.00%	\$ 76,897	\$ 51,265	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
29	70.00%	\$ 89,713	\$ 38,449	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
30	80.00%	\$ 102,529	\$ 25,632	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
31	90.00%	\$ 115,346	\$ 12,816	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
32	100.00%	\$ 128,162	\$ -	\$ 839	6.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.00%

Muchas Gracias
por su atención