

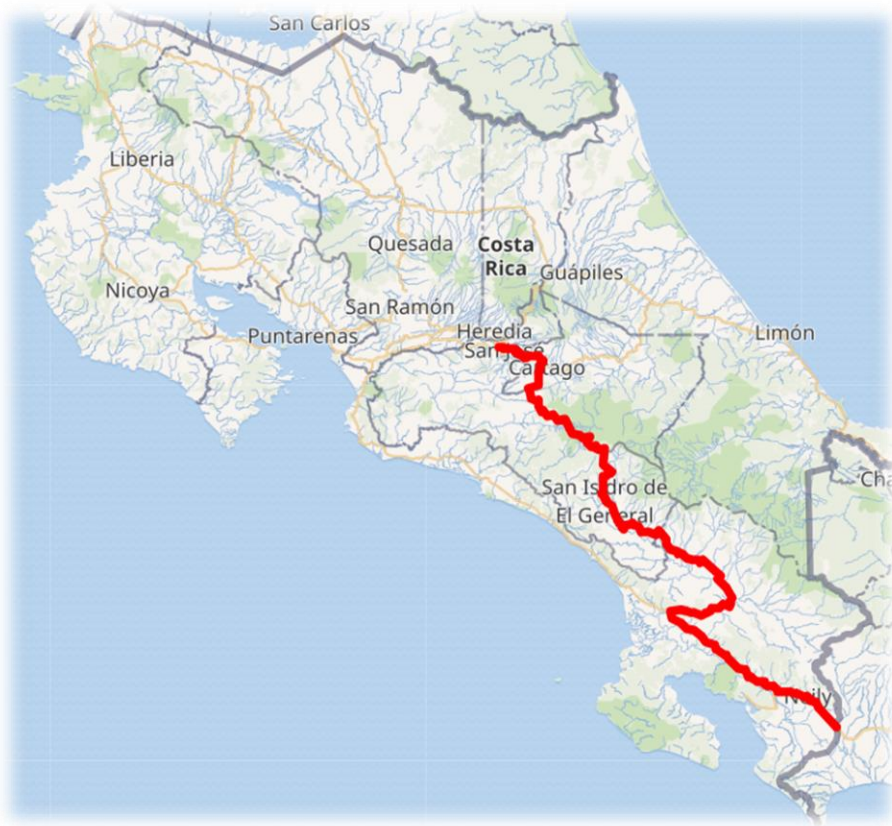


GRMA – Costa Rica

Proyecto Operacional 1: RN2

Alcance de la modelación

Ruta Nacional Primaria 2 (RN2)



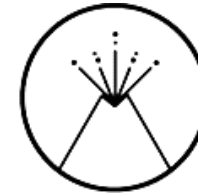
Tramos viales



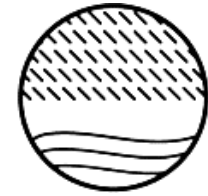
Puentes



Terremotos



Erupciones
volcánicas

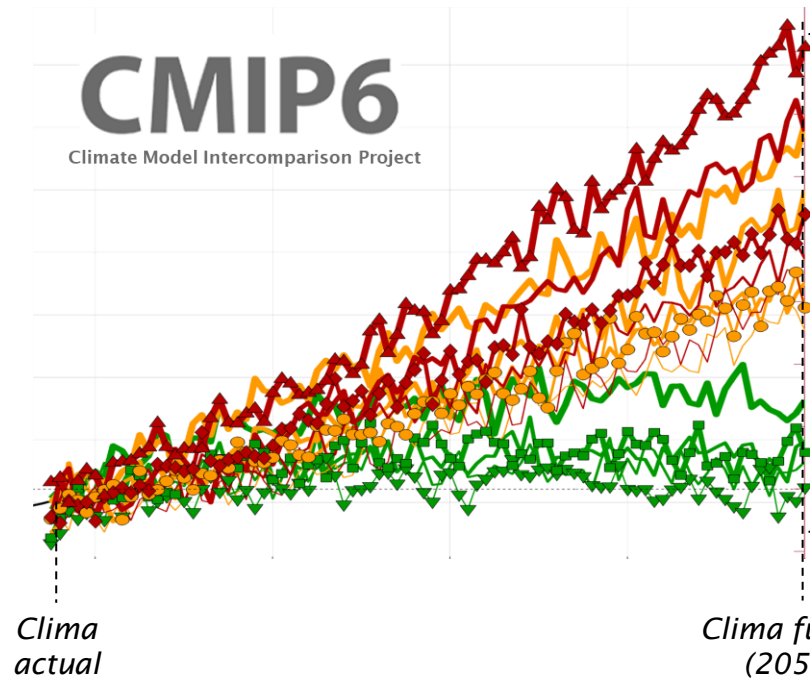


Inundaciones



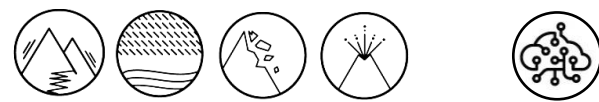
Deslizamientos

Cambio climático



Proyecto Operacional 1 – Ruta Nacional 2

Proyecto Operacional 1 Ruta Nacional 2



Evaluación multi-amenaza del riesgo en la infraestructura vial principal

Tarea	15 Ene 25		Mes												15 Abr 26	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Proyecto Operacional 1: Evaluación del riesgo de desastres y climático en infraestructura vial – Ruta Nacional 2 Autopista Panamericana (RN2)																
Modelo de clima																
Modelo nacional inundación																
Modelo susceptibilidad deslizamientos																
Modelo amenaza sísmica																
Modelos volcán																
Exposición RN2																
Vulnerabilidad vial																
Evaluación del riesgo																
Evaluación determinista (stress-test)																
Calibración resultado																
Curva de inversión																
Evaluación resiliencia																

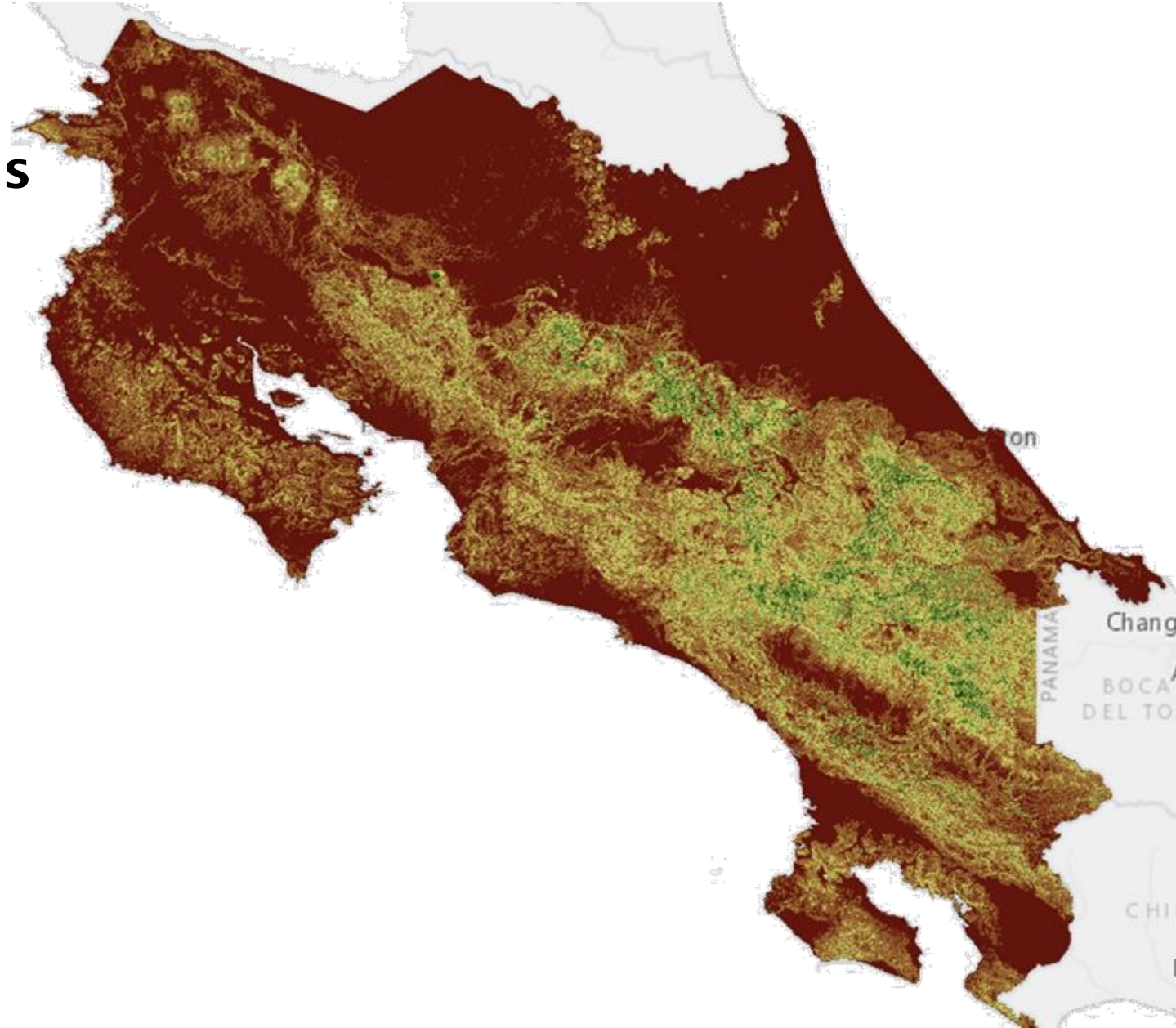


1. Modelo nacional de inundación



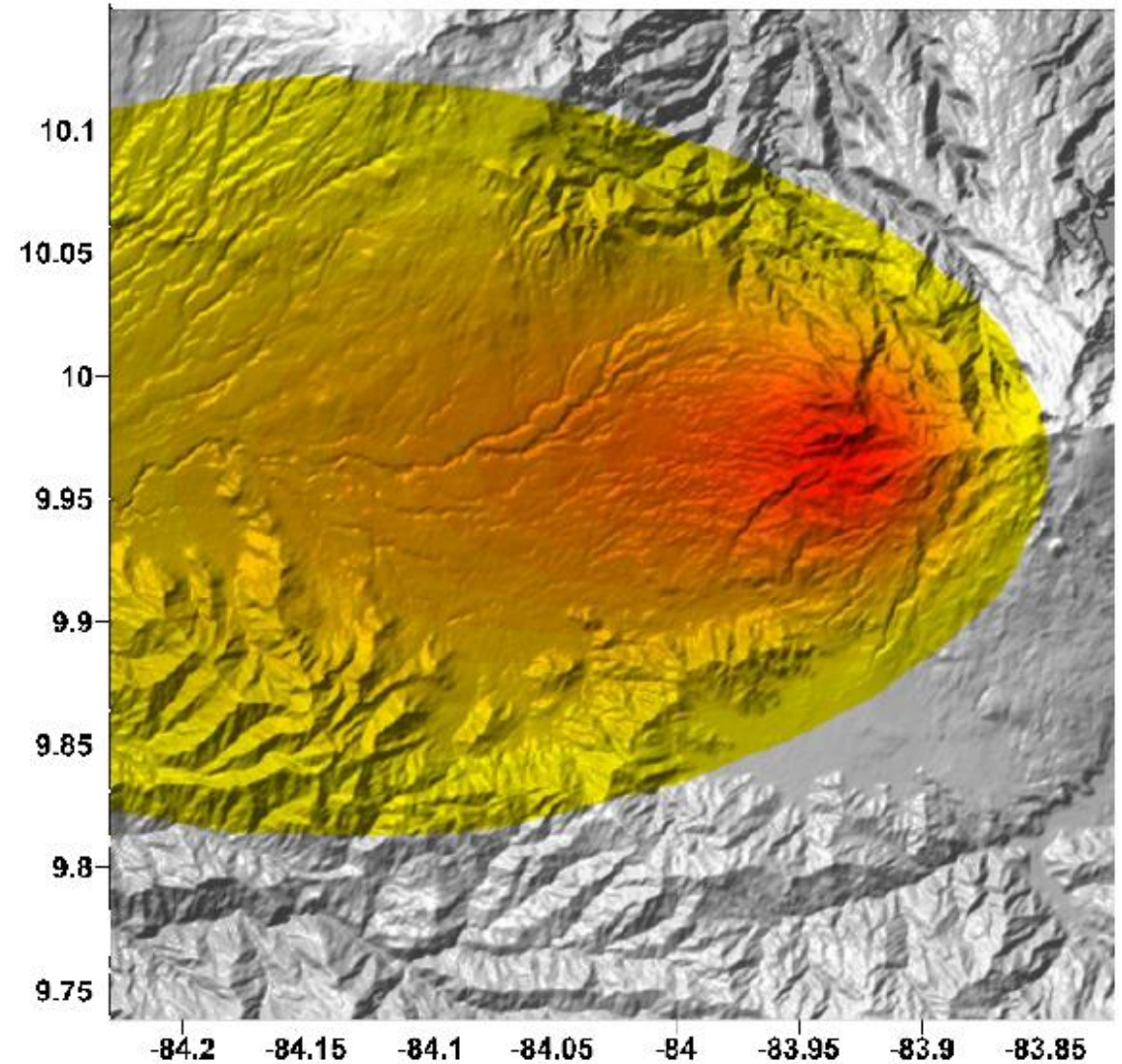
Actividades

1. Modelo nacional de inundación
- 2. Susceptibilidad deslizamientos**



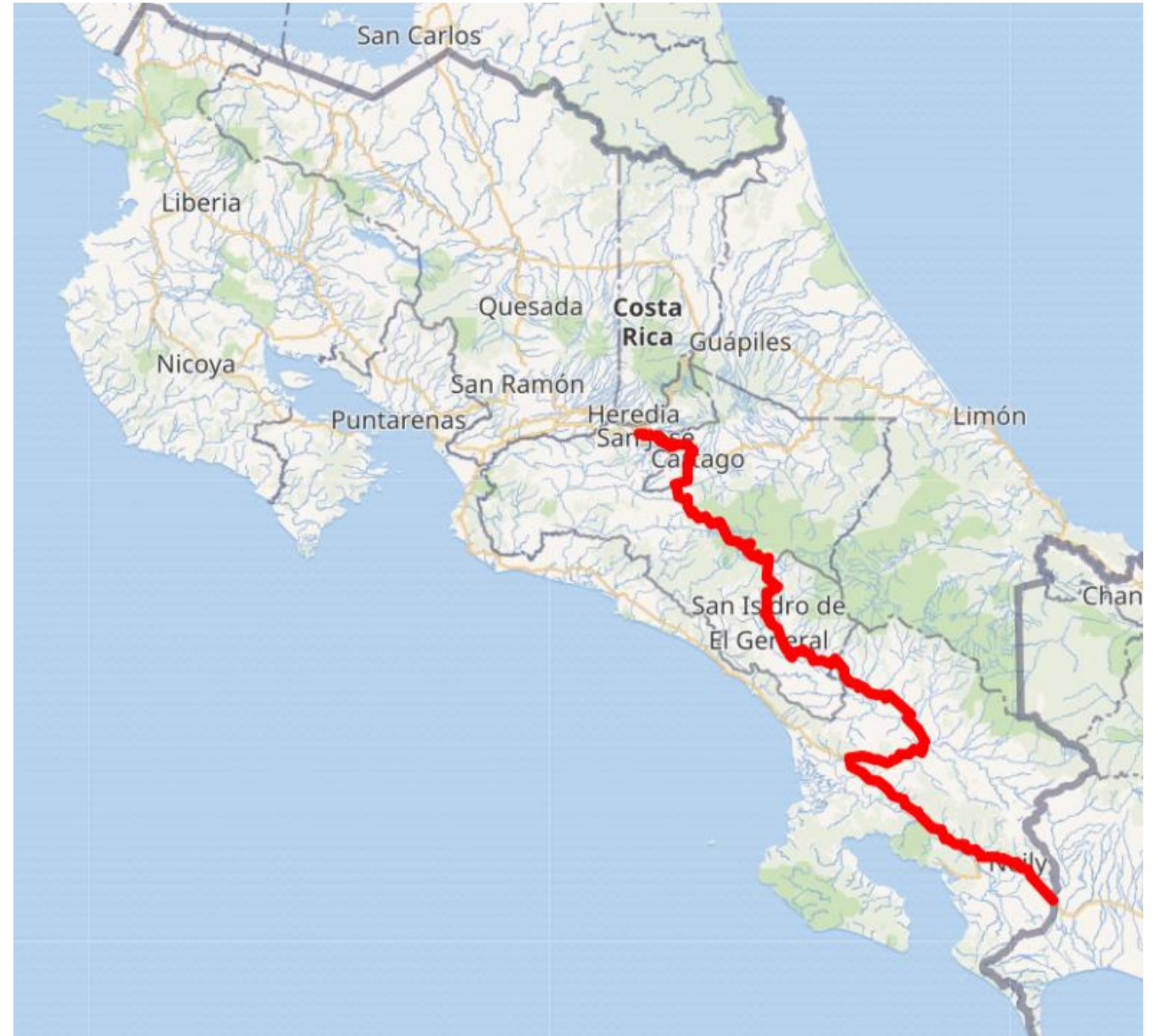
Actividades

1. Modelo nacional de inundación
2. Susceptibilidad deslizamientos
3. **Modelos de amenaza volcánica**



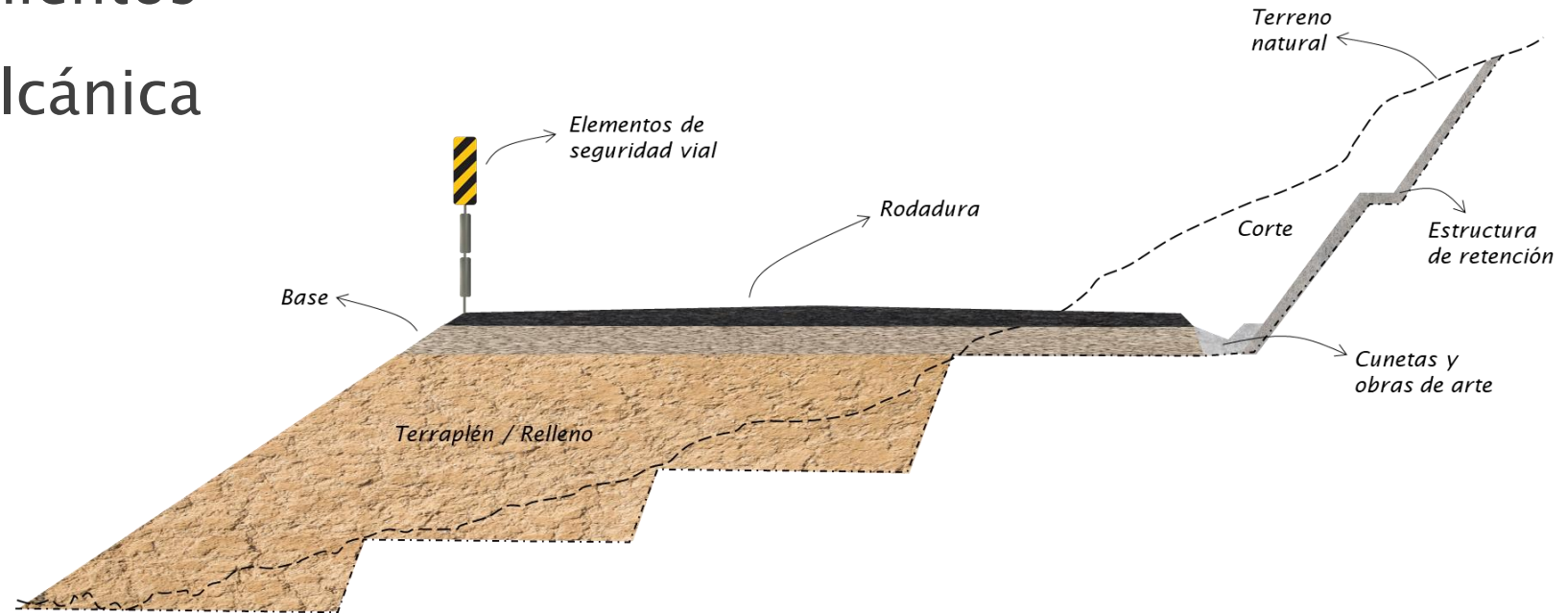
Actividades

1. Modelo nacional de inundación
2. Susceptibilidad deslizamientos
3. Modelos de amenaza volcánica
- 4. Exposición RN2**



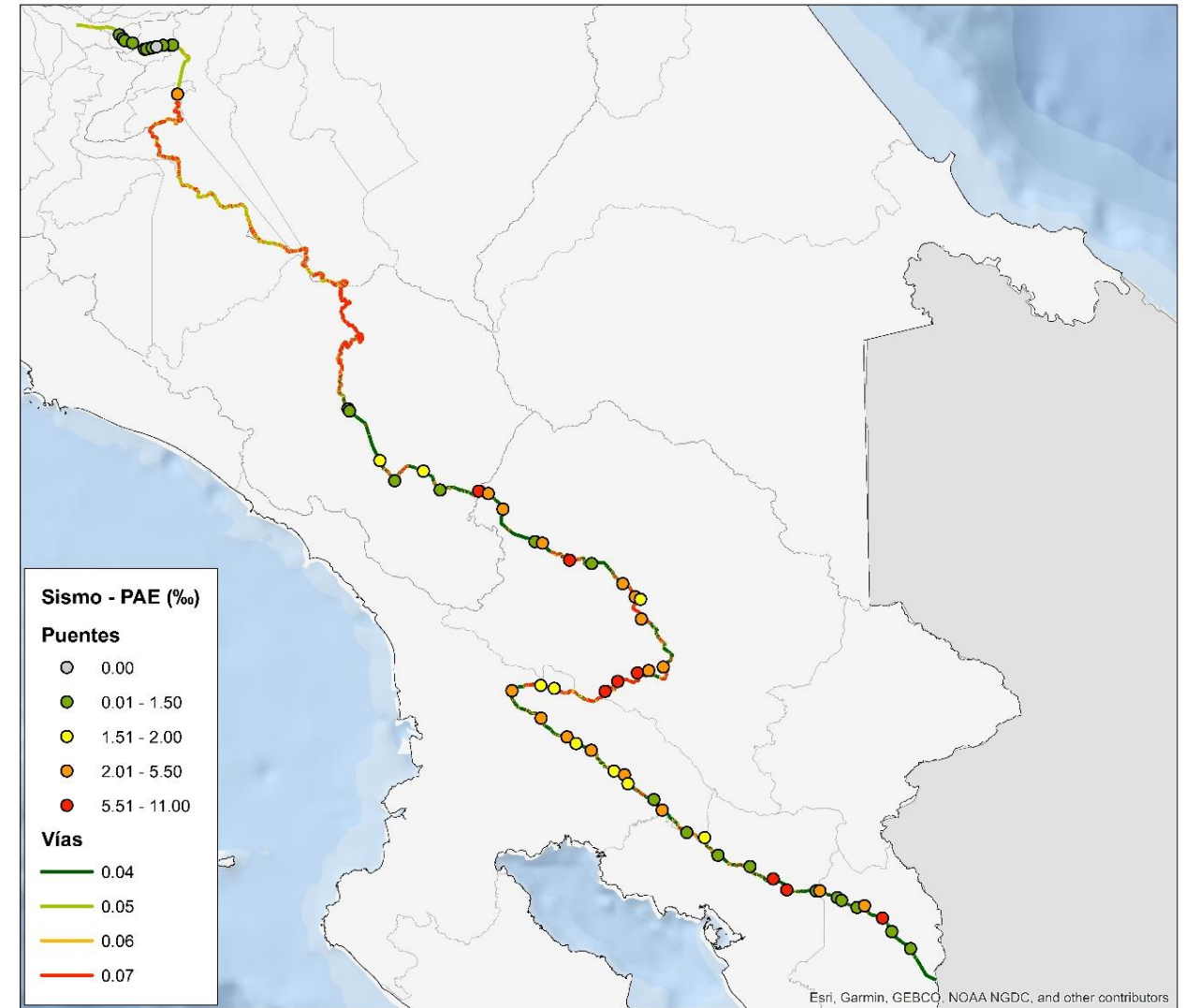
Actividades

1. Modelo nacional de inundación
2. Susceptibilidad deslizamientos
3. Modelos de amenaza volcánica
4. Exposición RN2
- 5. Vulnerabilidad vial**



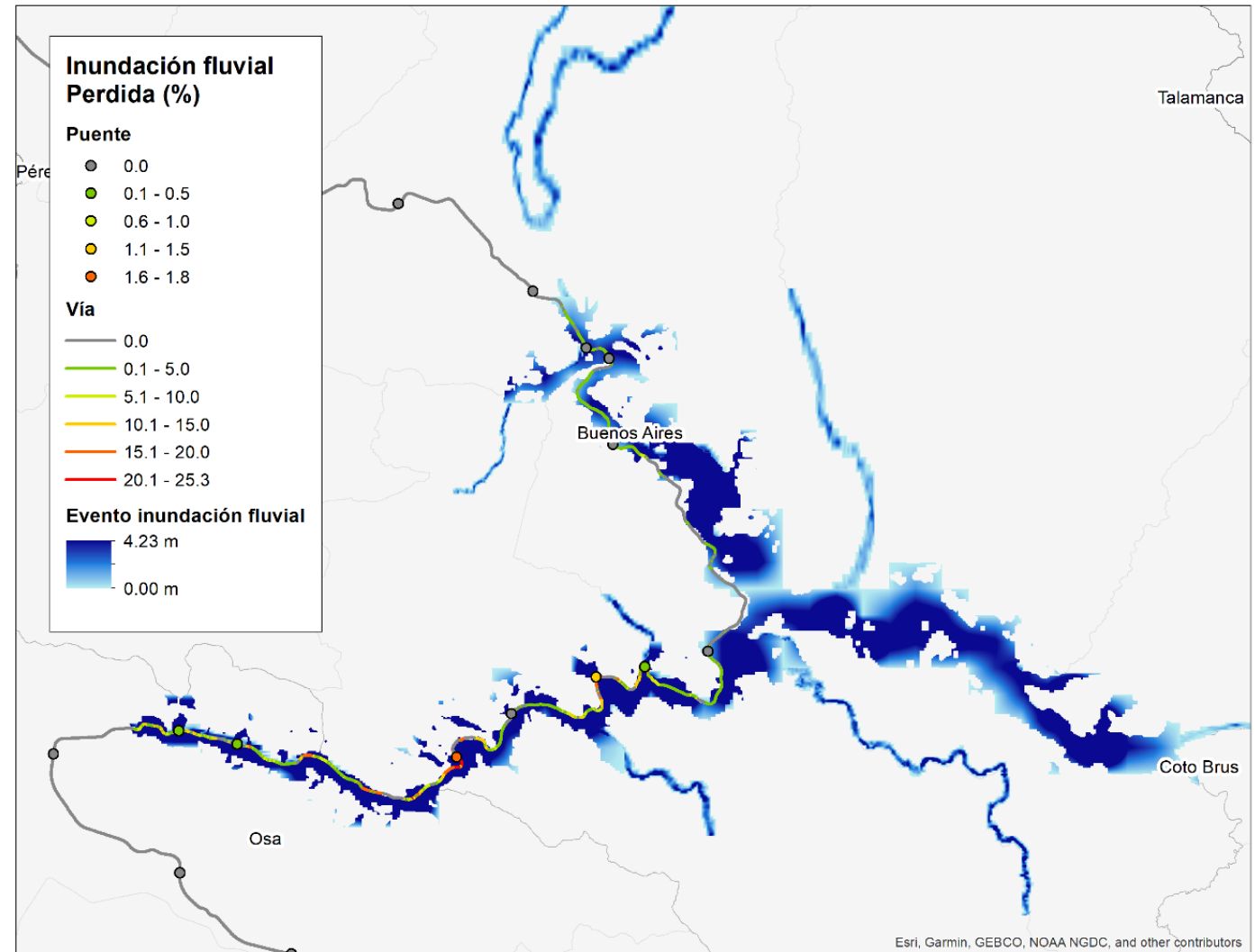
Actividades

1. Modelo nacional de inundación
2. Susceptibilidad deslizamientos
3. Modelos de amenaza volcánica
4. Exposición RN2
5. Vulnerabilidad vial
- 6. Evaluación del riesgo**



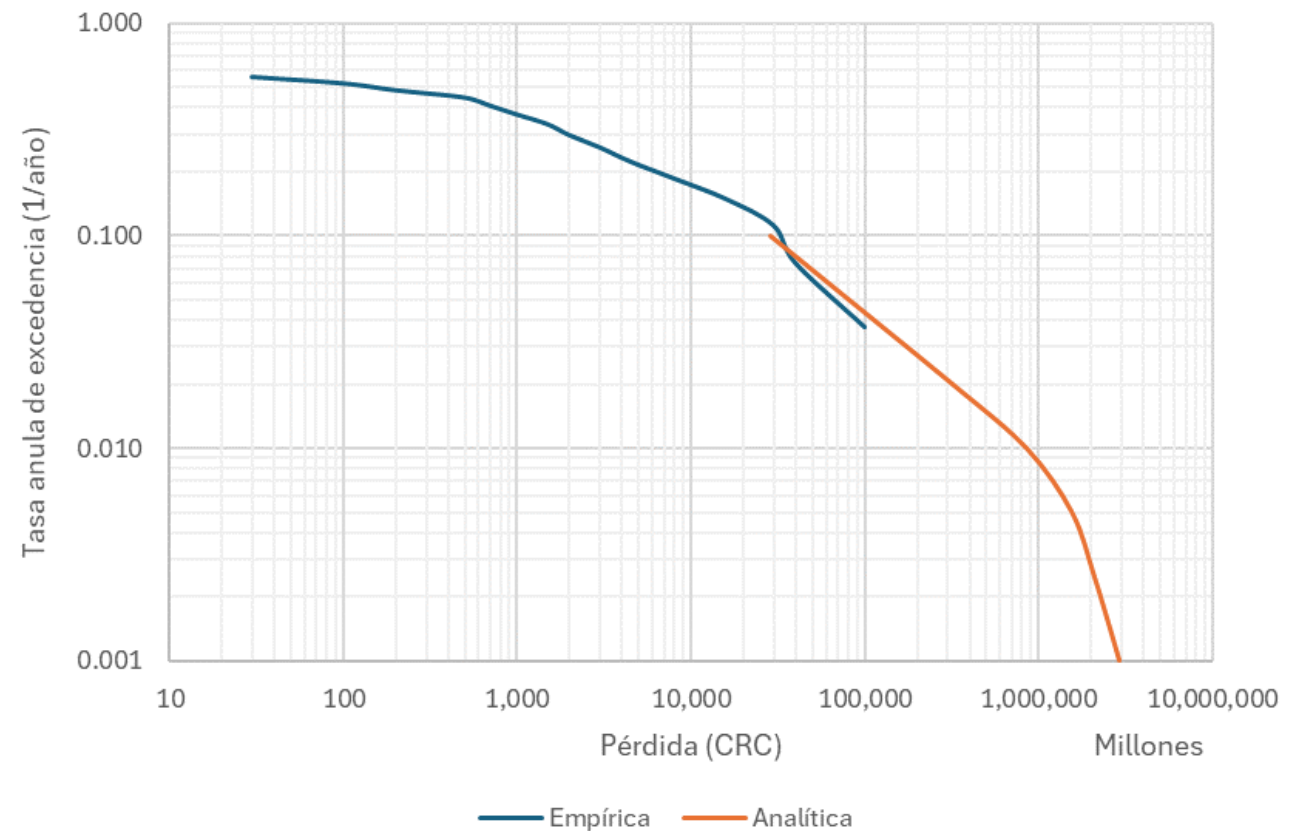
Actividades

1. Modelo nacional de inundación
2. Susceptibilidad deslizamientos
3. Modelos de amenaza volcánica
4. Exposición RN2
5. Vulnerabilidad vial
6. Evaluación del riesgo
- 7. Evaluación determinista**



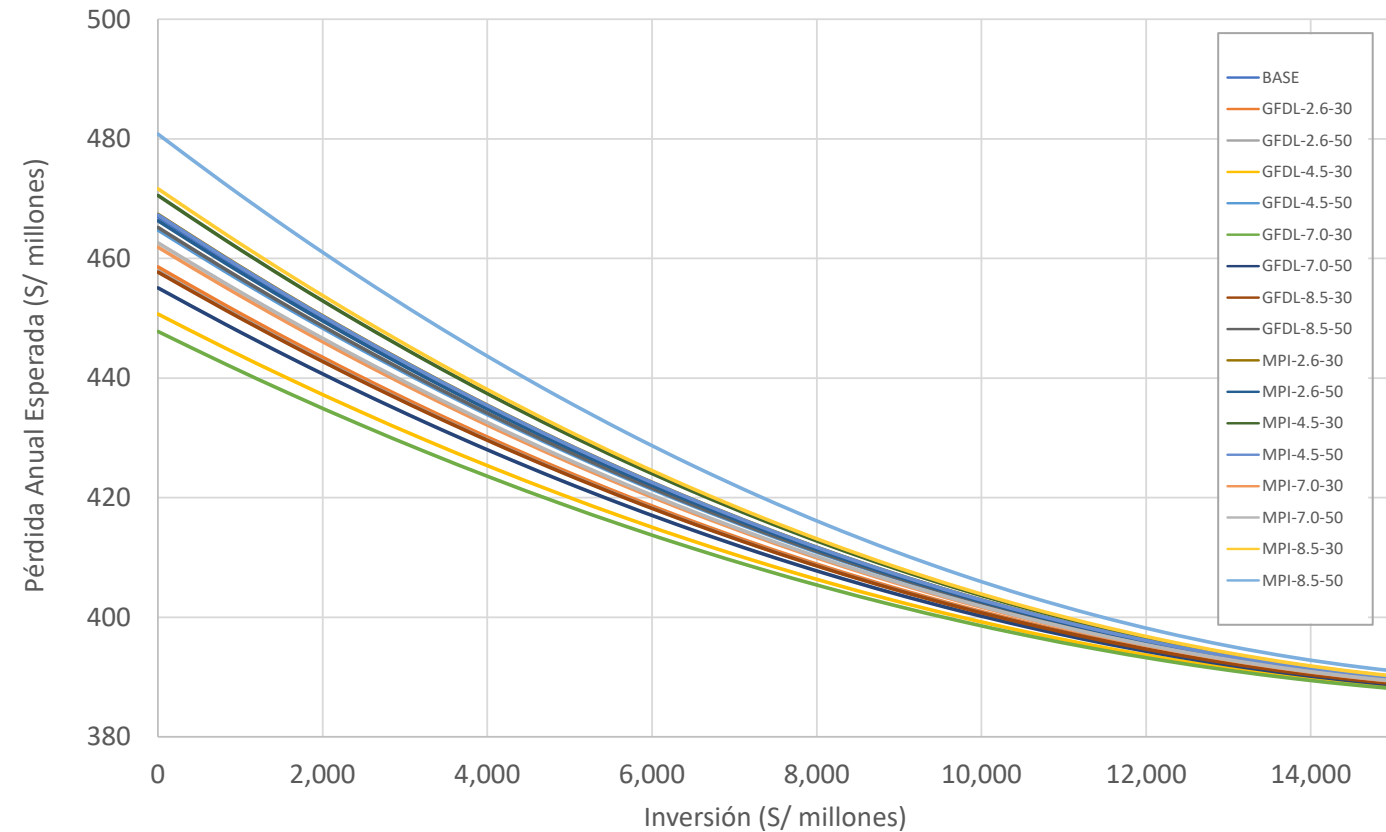
Actividades

1. Modelo nacional de inundación
2. Susceptibilidad deslizamientos
3. Modelos de amenaza volcánica
4. Exposición RN2
5. Vulnerabilidad vial
6. Evaluación del riesgo
7. Evaluación determinista
- 8. Calibración del resultado**



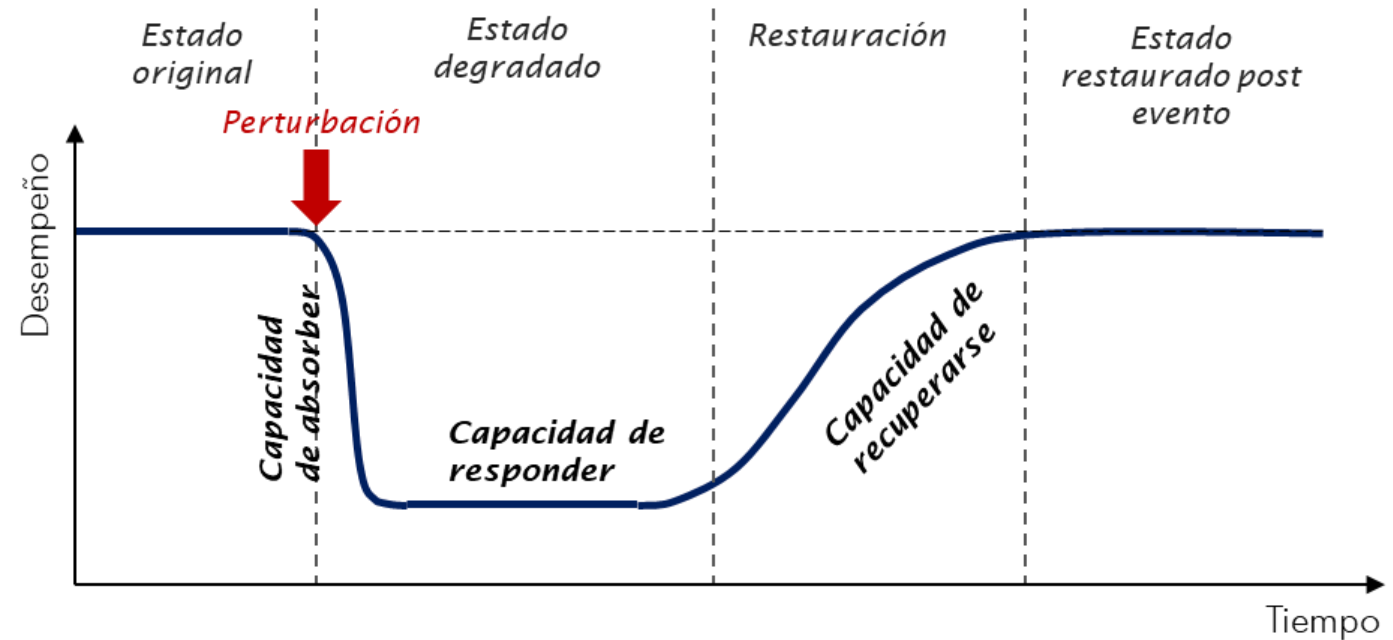
Actividades

1. Modelo nacional de inundación
2. Susceptibilidad deslizamientos
3. Modelos de amenaza volcánica
4. Exposición RN2
5. Vulnerabilidad vial
6. Evaluación del riesgo
7. Evaluación determinista
8. Calibración del resultado
- 9. Curva de inversión**

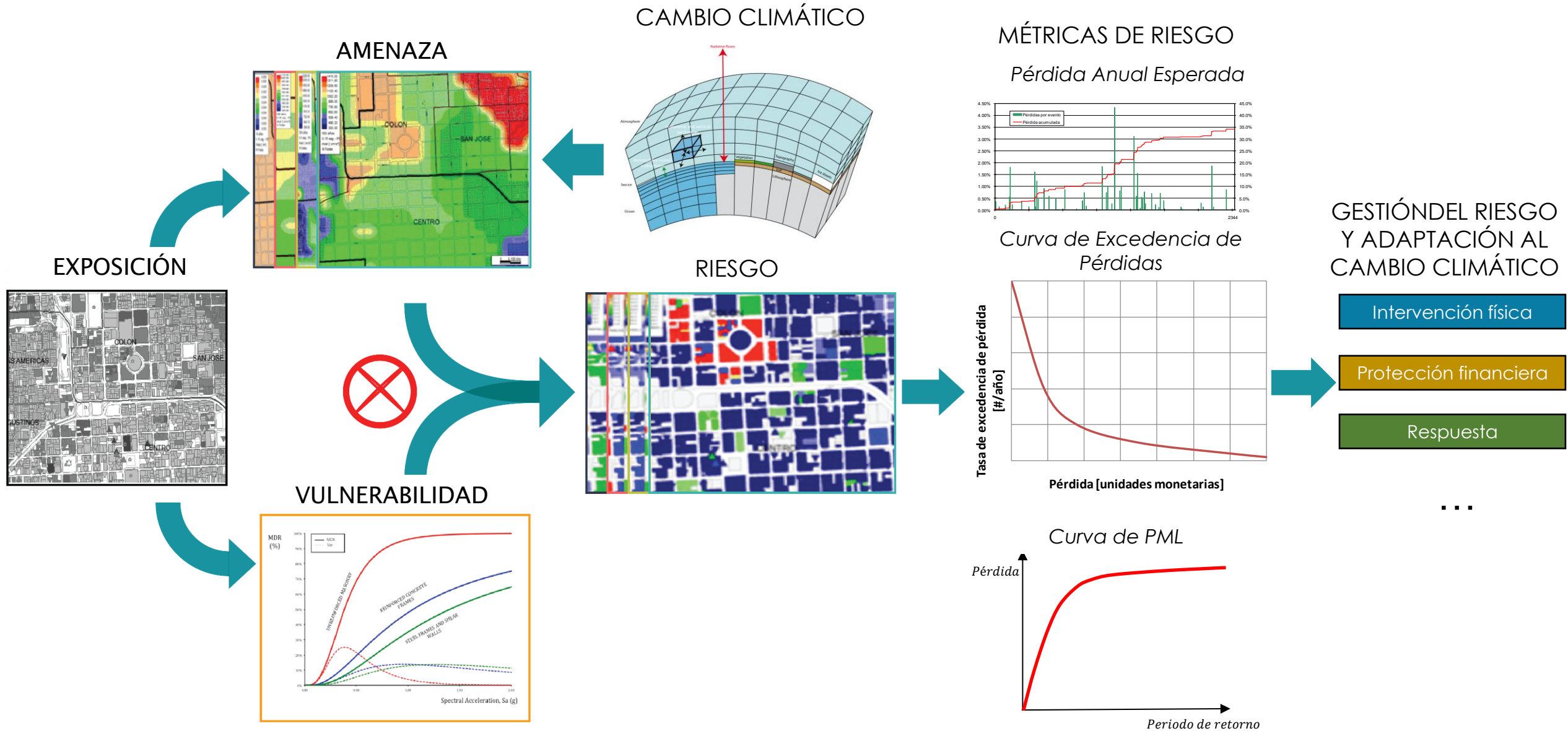


Actividades

1. Modelo nacional de inundación
2. Susceptibilidad deslizamientos
3. Modelos de amenaza volcánica
4. Exposición RN2
5. Vulnerabilidad vial
6. Evaluación del riesgo
7. Evaluación determinista
8. Calibración del resultado
9. Curva de inversión
- 10. Evaluación de la resiliencia**

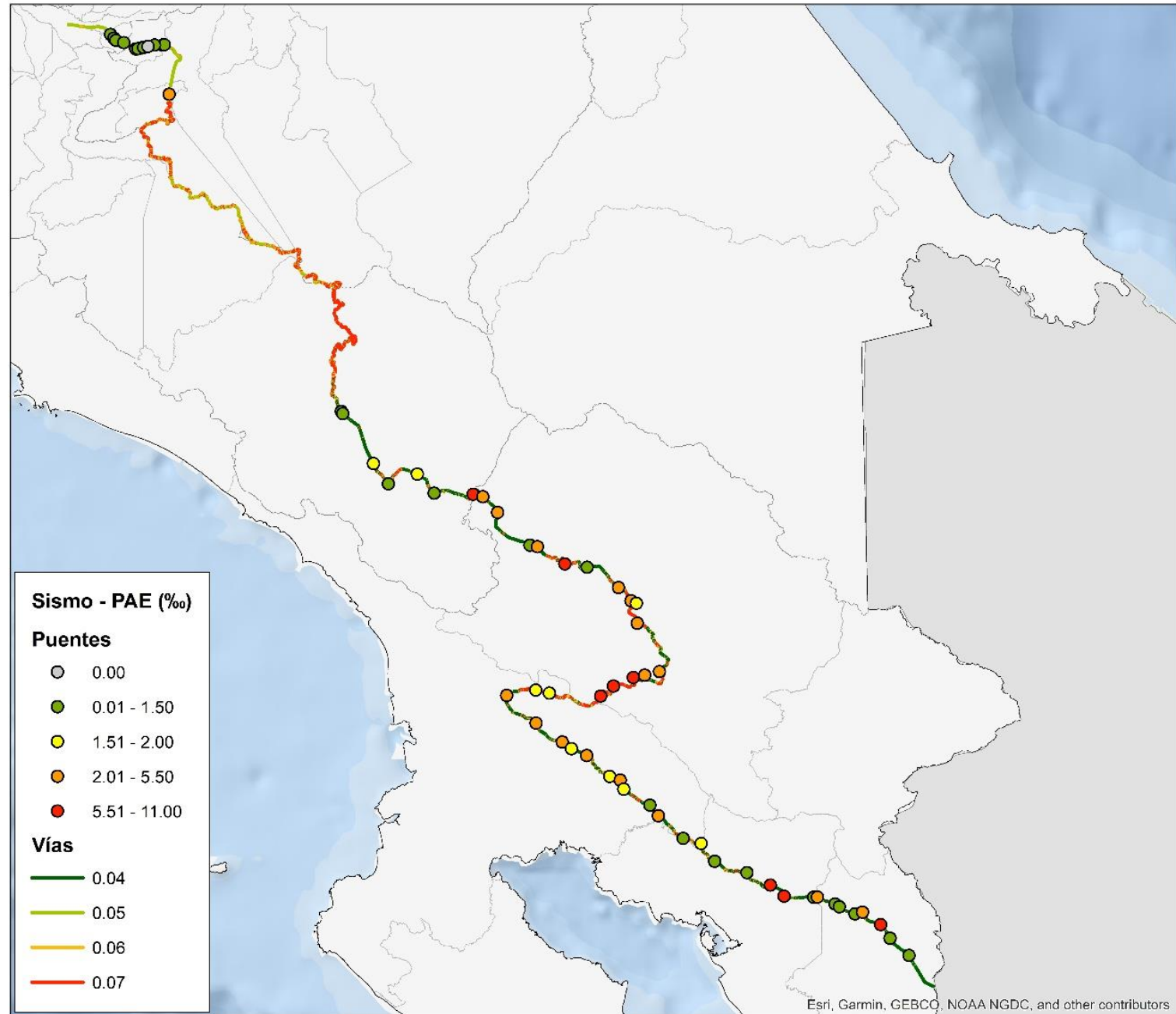


Evaluación del riesgo



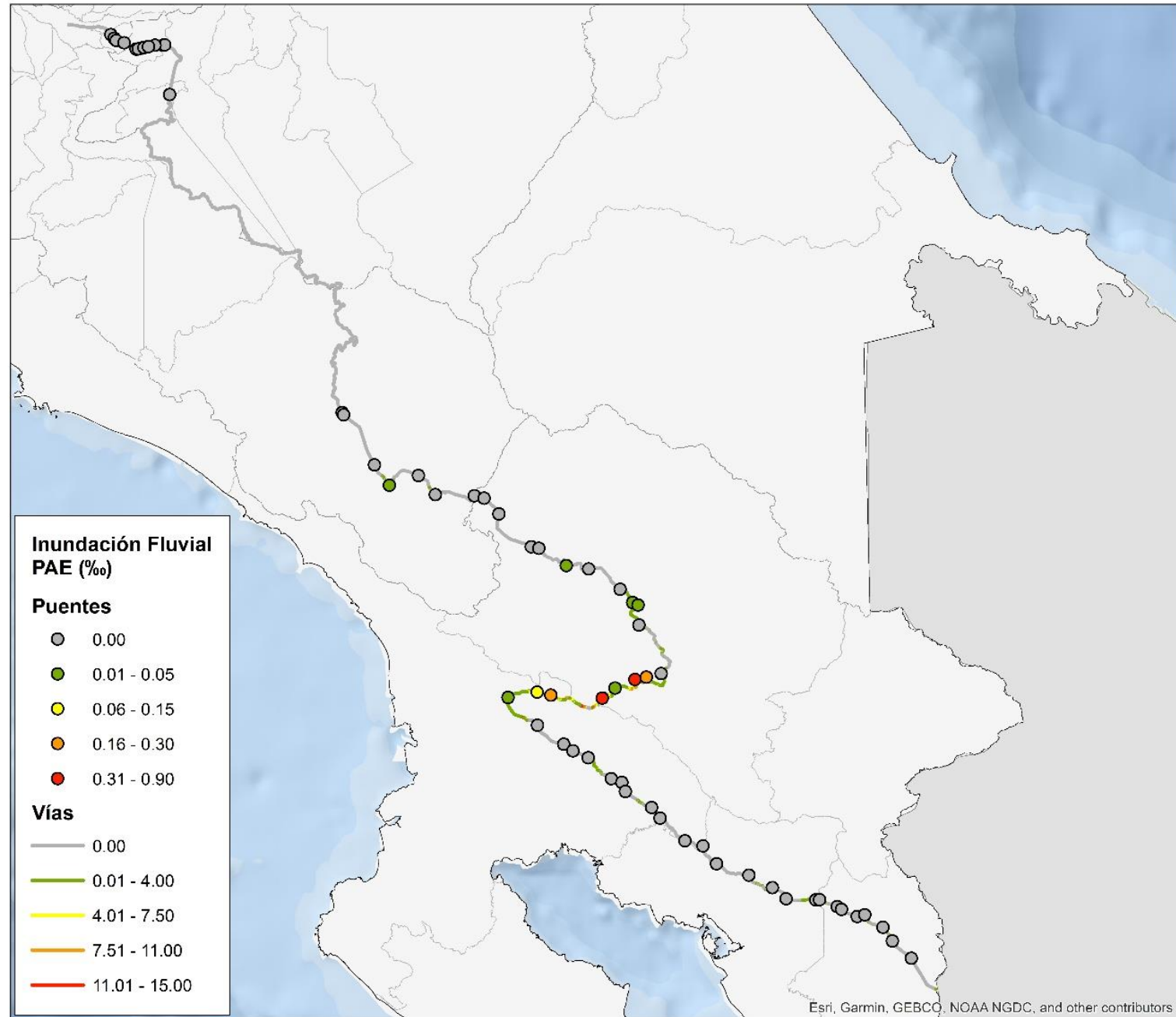
Pérdida Anual Esperada (PAE)

Sismo



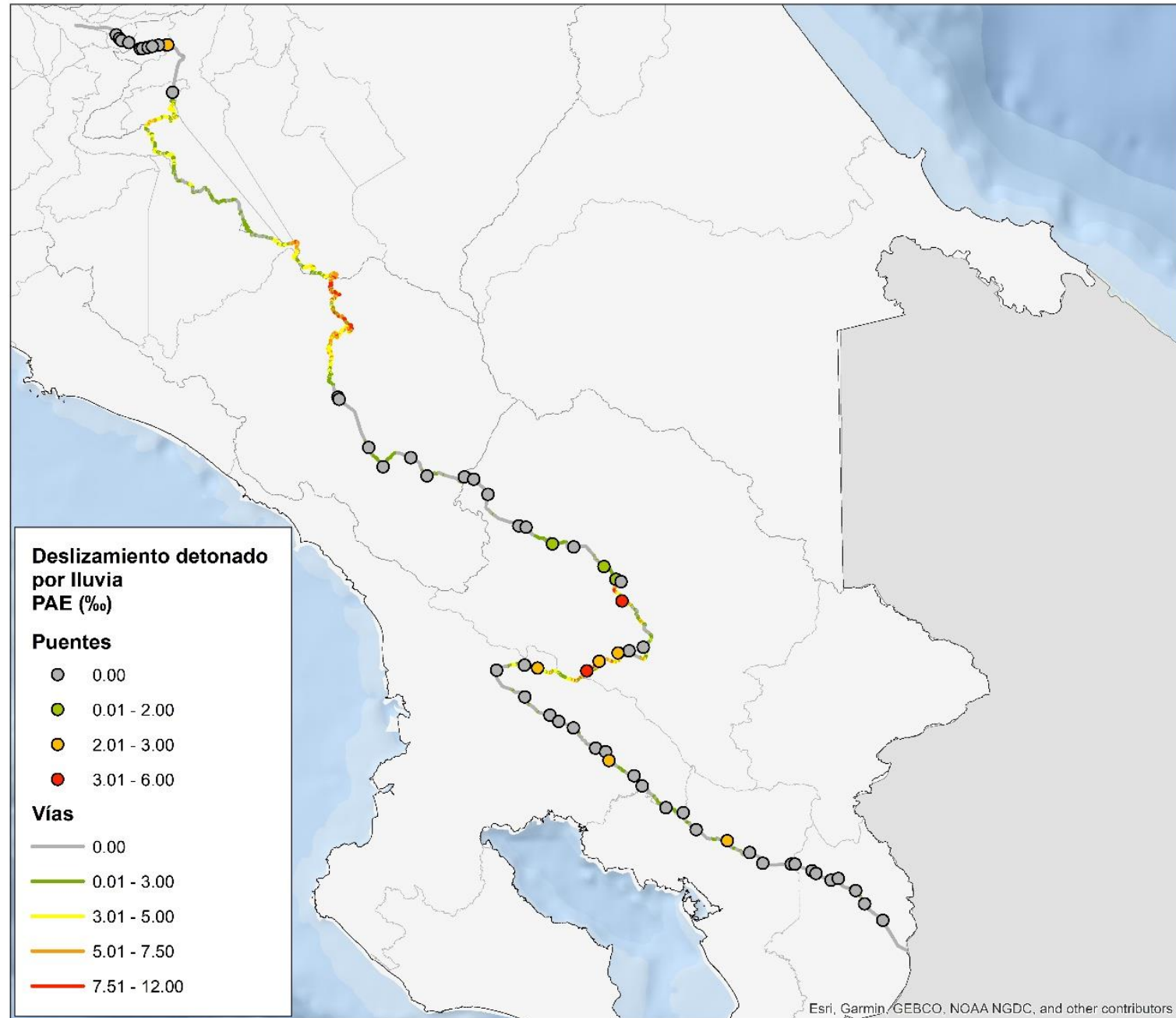
Pérdida Anual Esperada (PAE)

*Inundación fluvial
(clima base)*



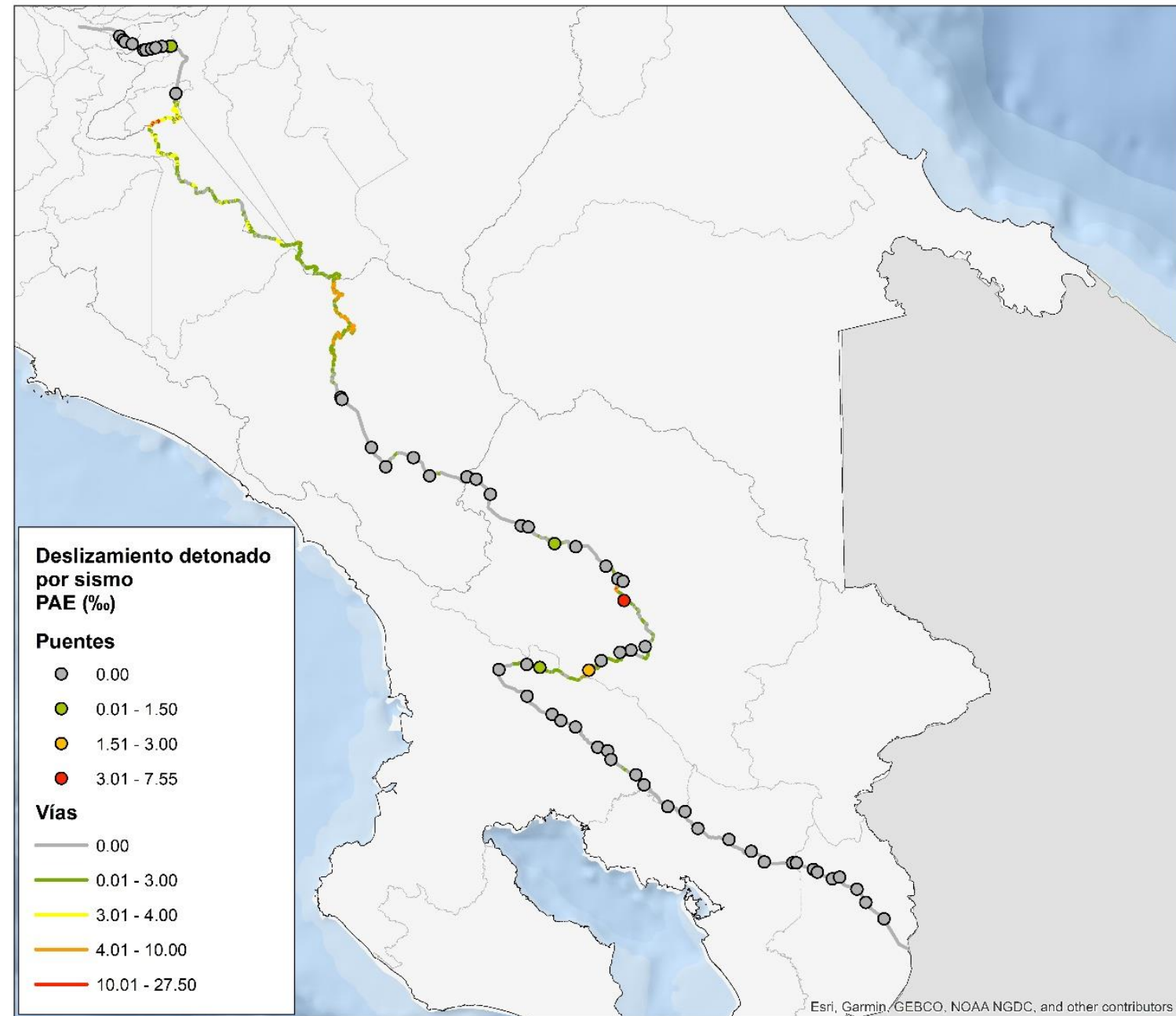
Pérdida Anual Esperada (PAE)

*Deslizamientos
detonados por
lluvia
(clima base)*



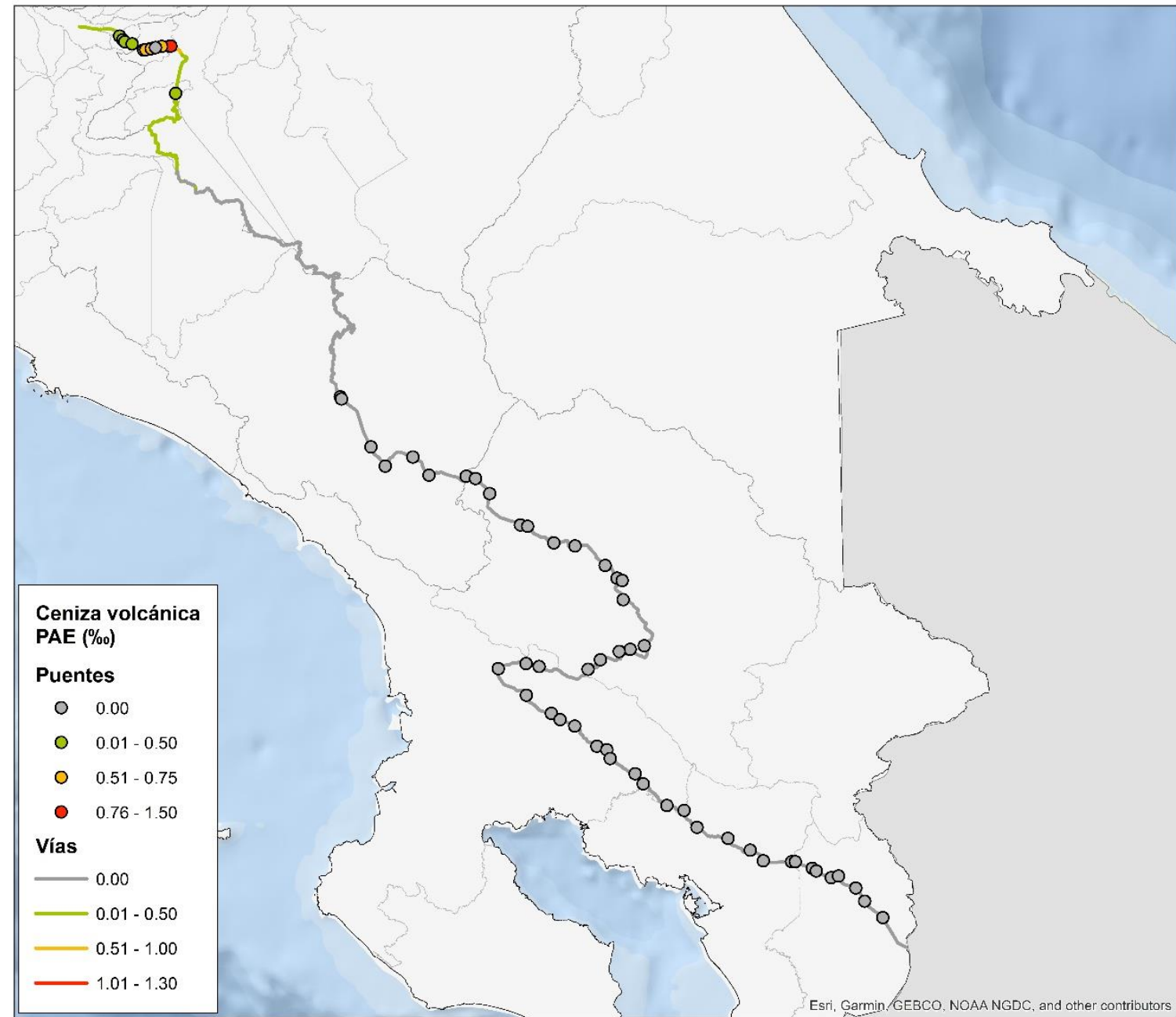
Pérdida Anual Esperada (PAE)

*Deslizamientos
detonados por
sismo*



Pérdida Anual Esperada (PAE)

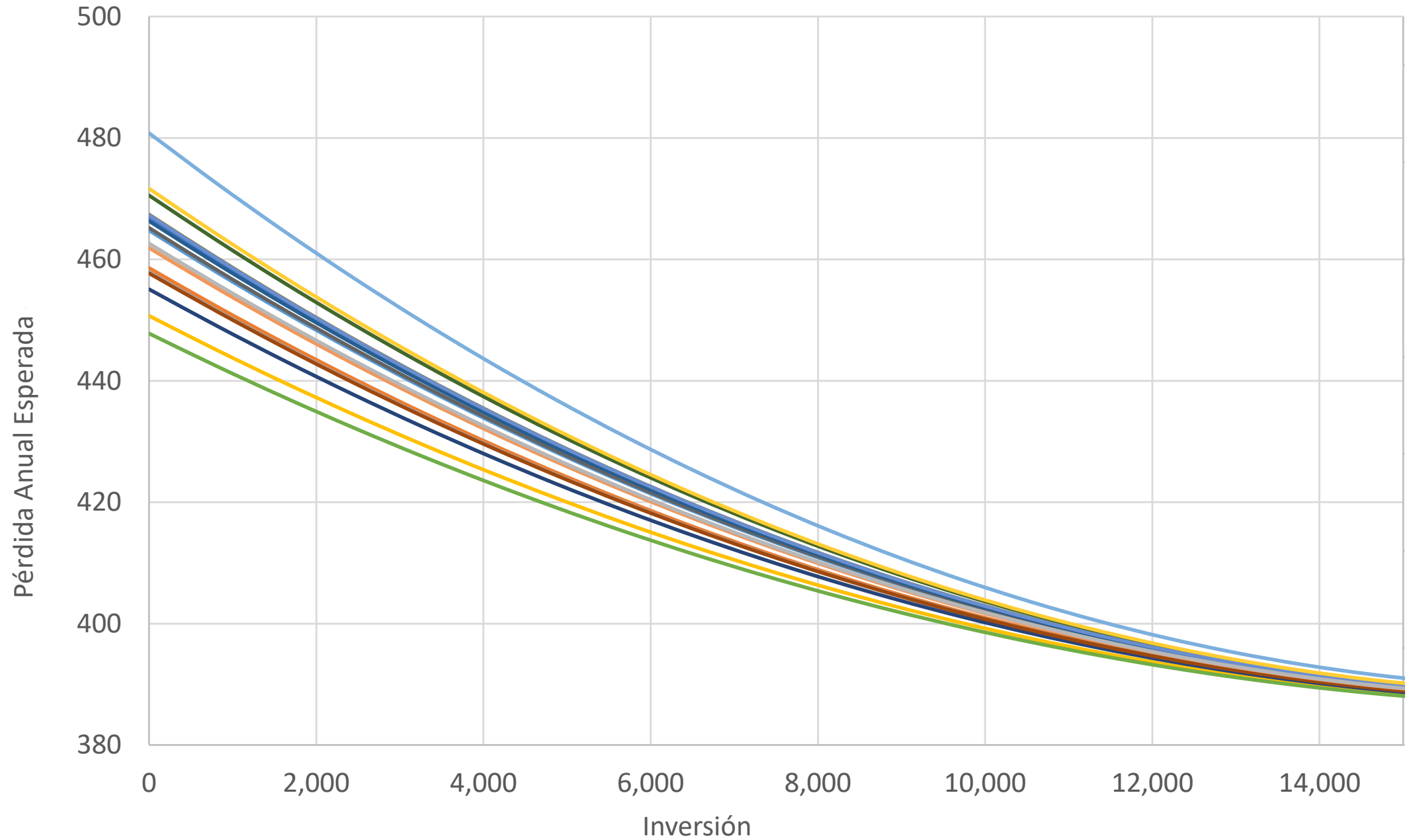
*Erupciones
volcánicas*



Curvas de inversión

Cuantificación del riesgo con medidas de adaptación al cambio climático y gestión del riesgo

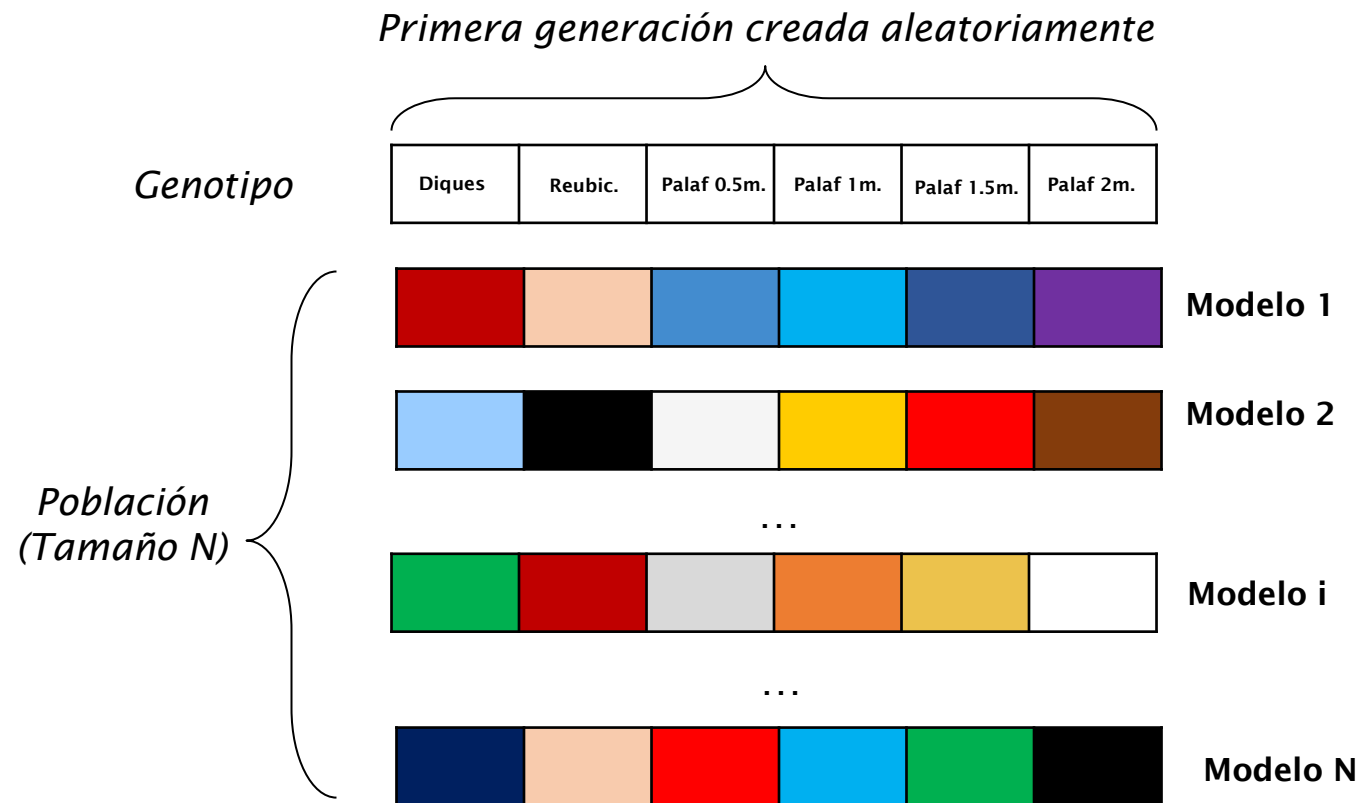
Curva de inversión



Curva de inversión

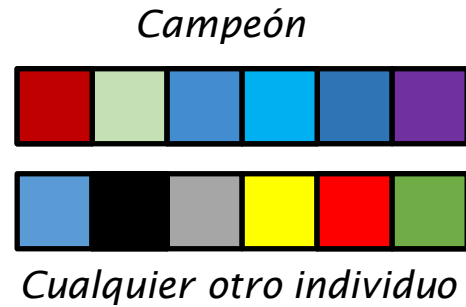
Se construye un algoritmo genético en el cual el genotipo de cada individuo está conformado por medidas de adaptación con diferentes parámetros y alcances.

Los individuos son estrategias de adaptación



Curva de inversión

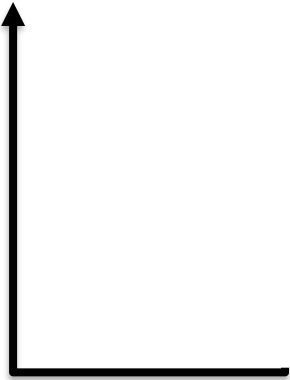
La población evoluciona mediante el cruce de los individuos de cada generación. El individuo que más eficiente en reducir la pérdida es el campeón de su generación.



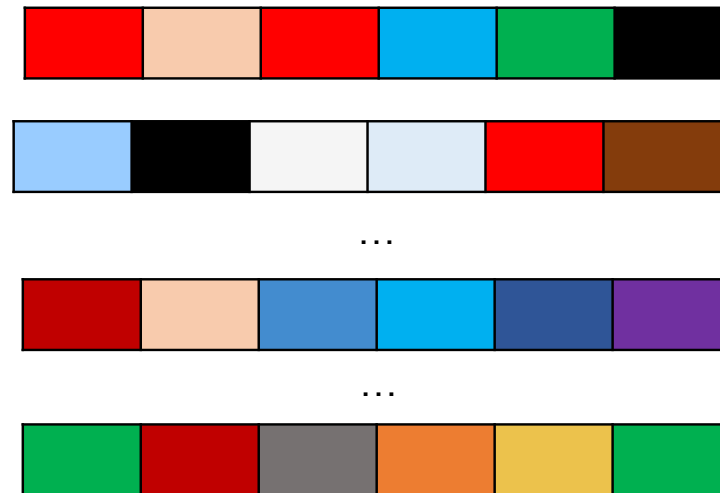
Cruce y mutación



Nuevo individuo de la nueva generación



El proceso avanza a una nueva generación



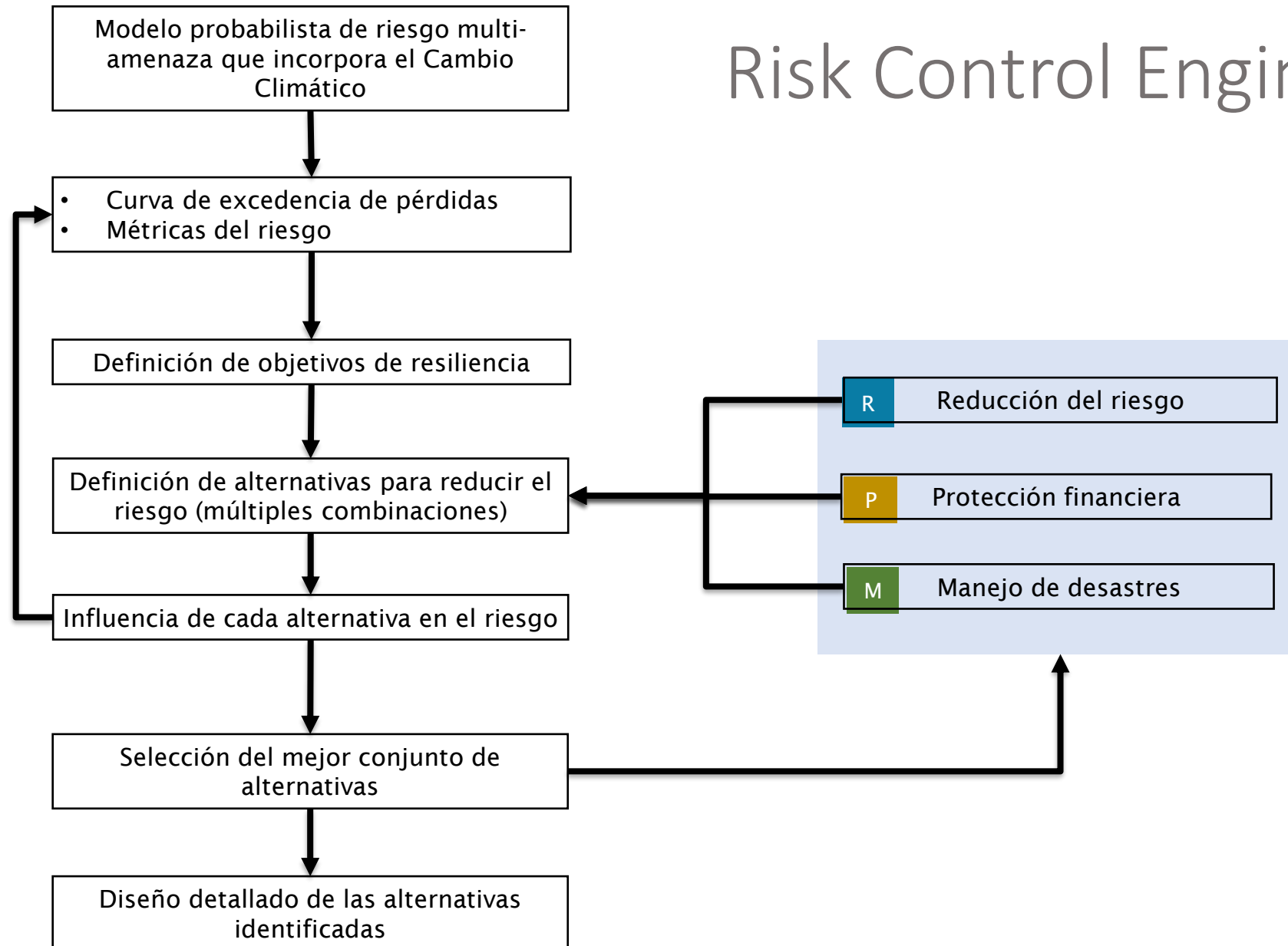
Se selecciona un campeón



Nueva generación de estrategias de adaptación

Toma de decisiones bajo incertidumbre profunda

Risk Control Engineering



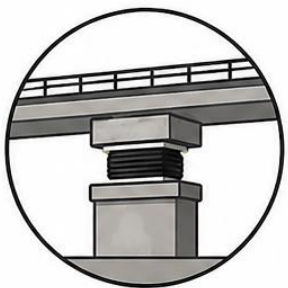
Medidas de adaptación a ser evaluadas Ruta Nacional 2 – Sismo



Reemplazo del puente

1.08*Valoración económica
(<20m de longitud)

1.14*Valoración económica
(>20m de longitud)



Reforzamiento sísmico

0.40*Valoración económica
(<20m de longitud)

0.50*Valoración económica
(>20m de longitud)

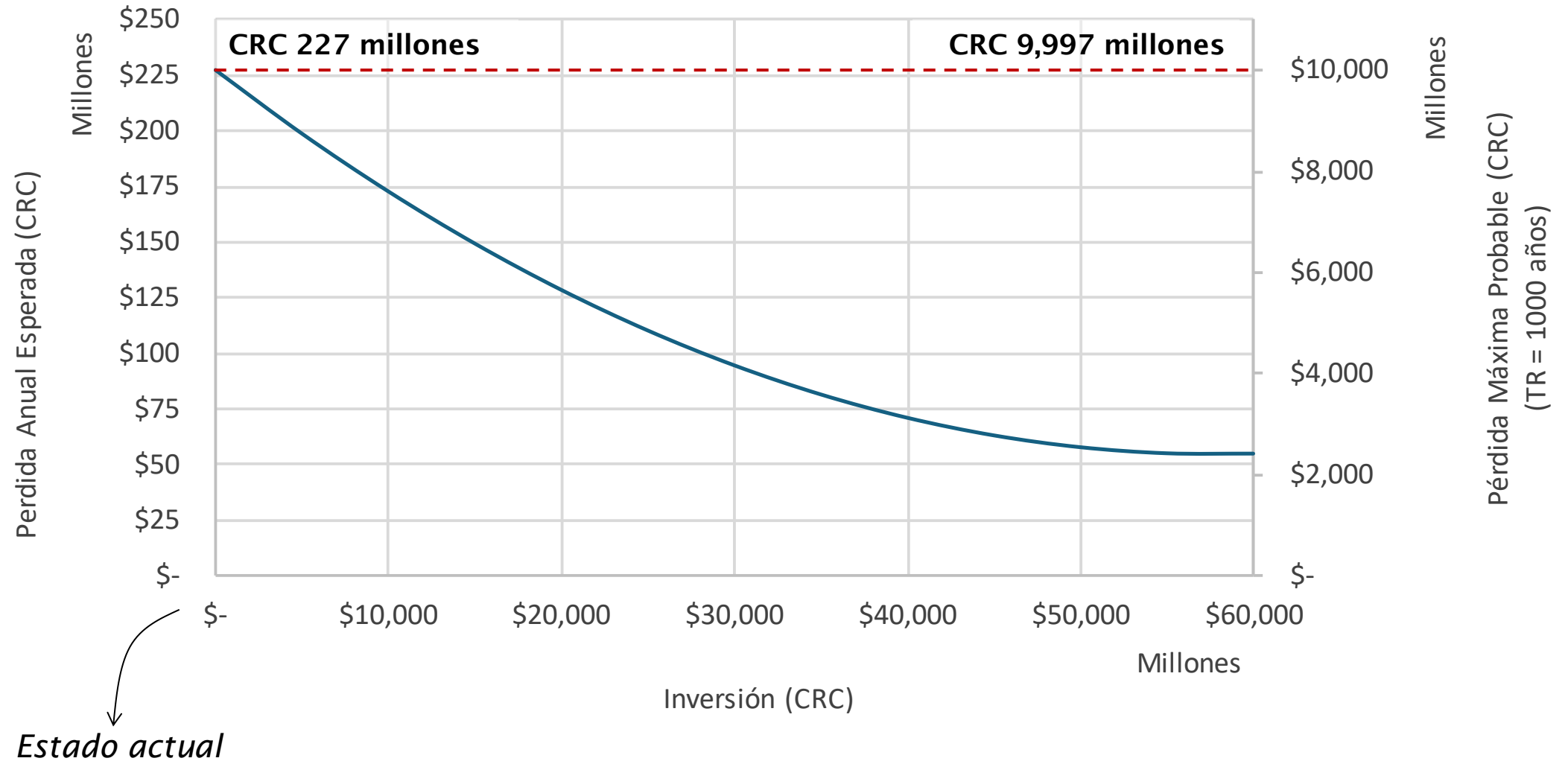


Rehabilitación de elementos

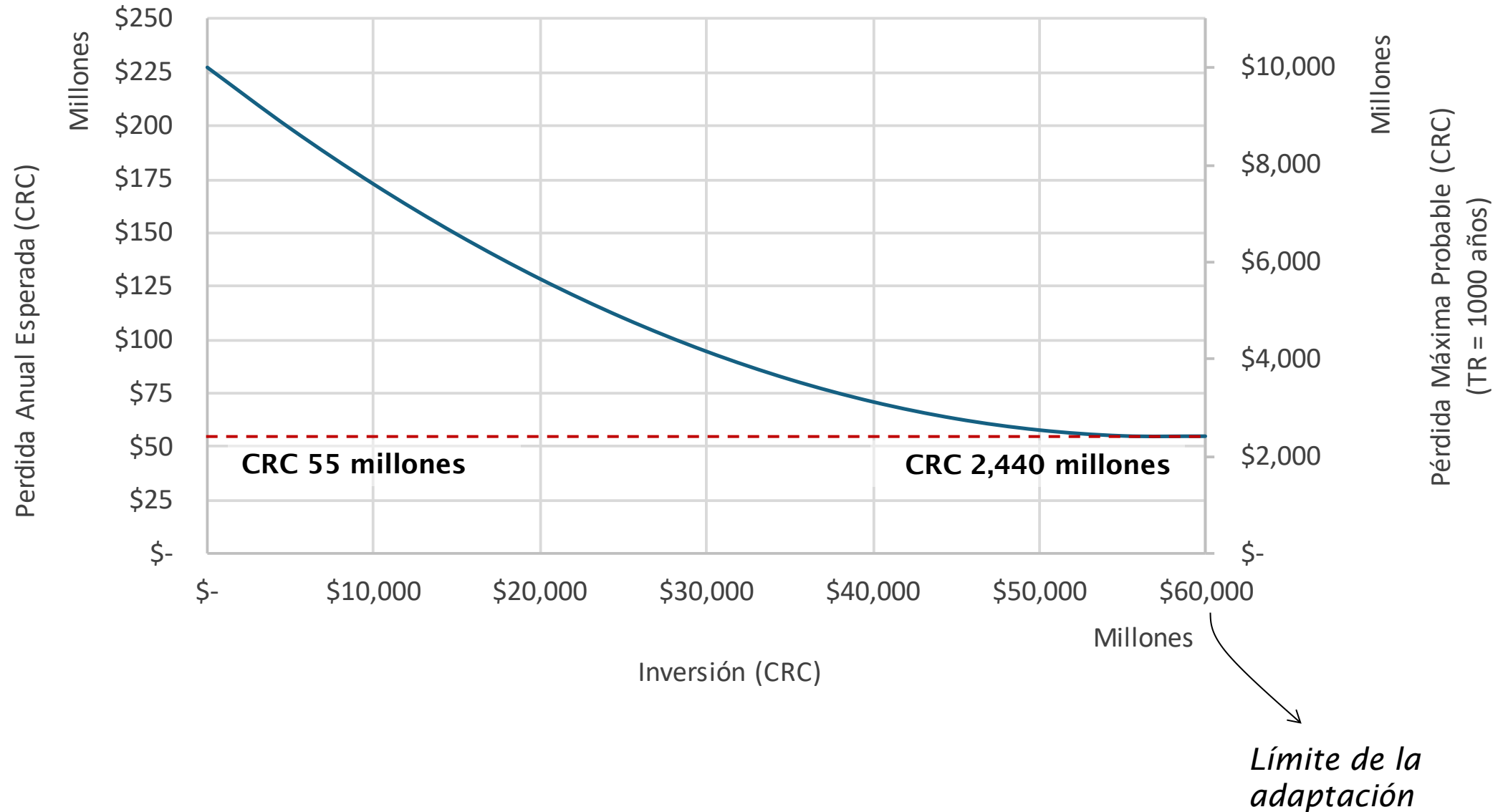
0.25*Valoración económica
(<20m de longitud)

0.20*Valoración económica
(>20m de longitud)

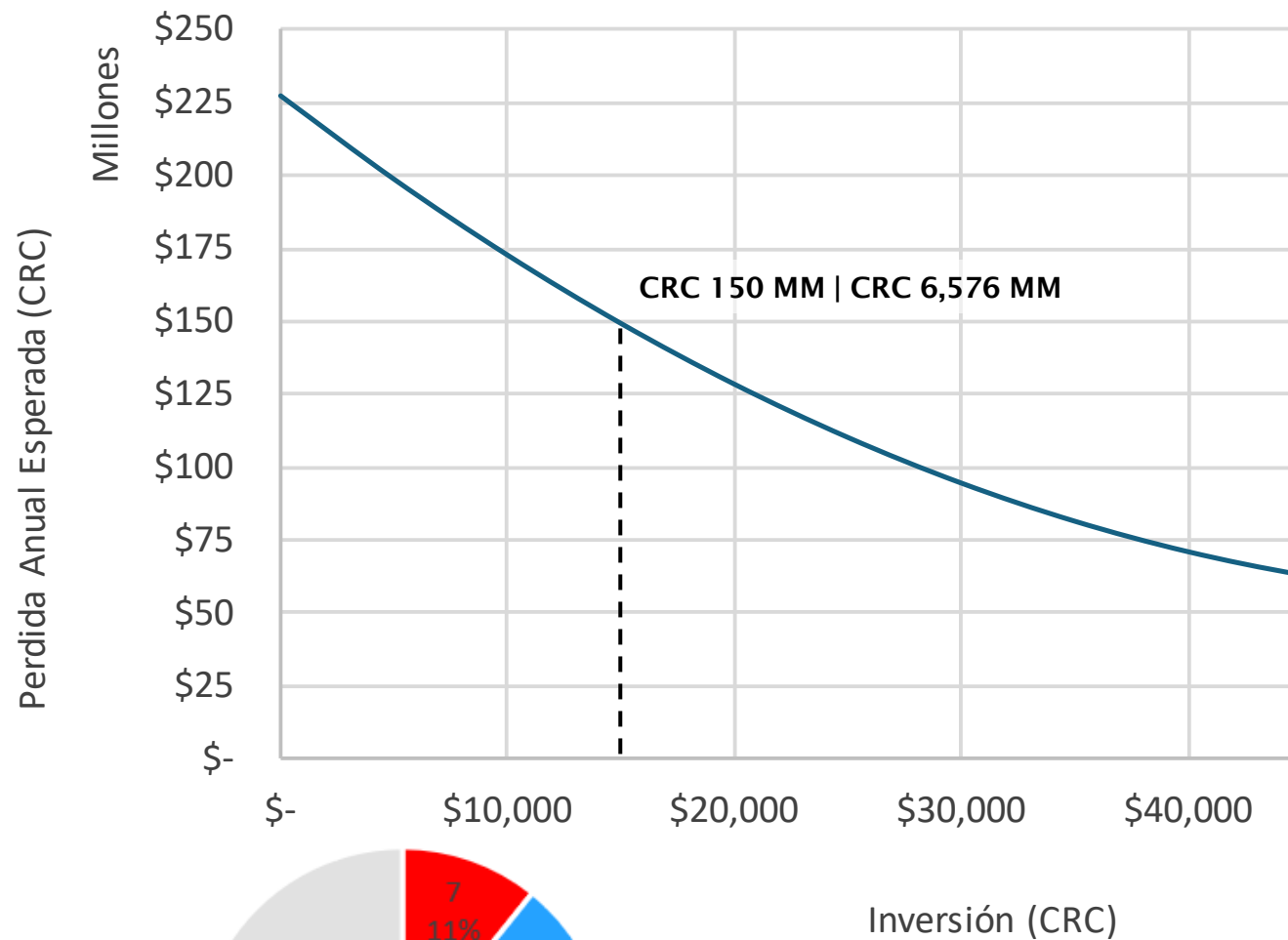
Medidas de adaptación física – Ruta Nacional 2 – Puentes – Sismo



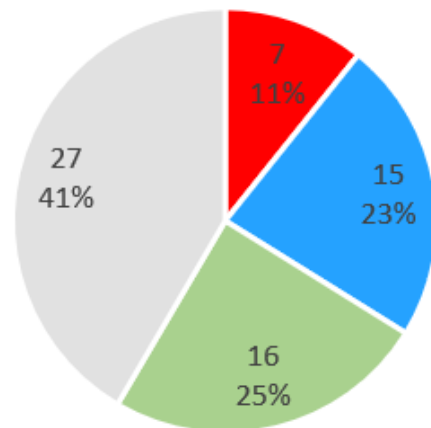
Medidas de adaptación física – Ruta Nacional 2 – Puentes – Sismo



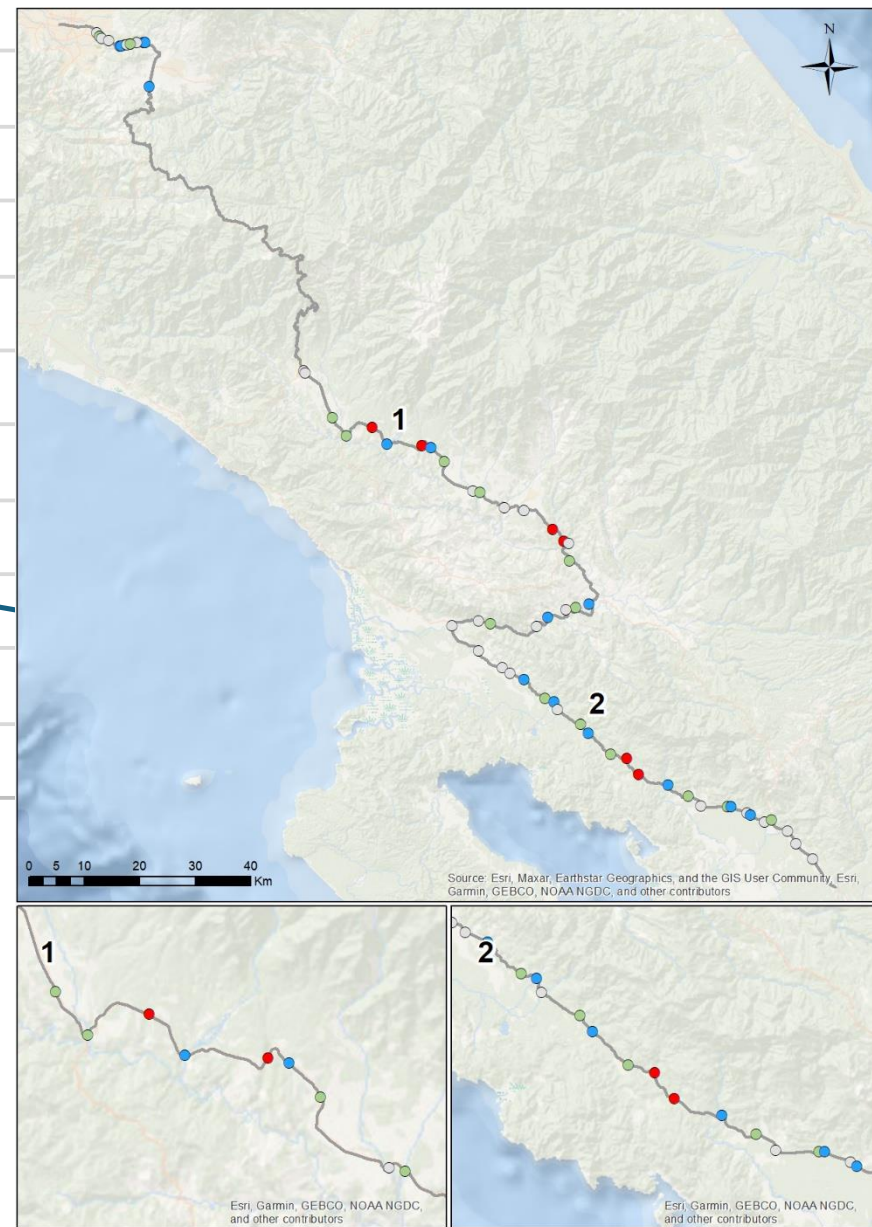
Medidas de adaptación física – Ruta Nacional 2 – Puentes – Sismo



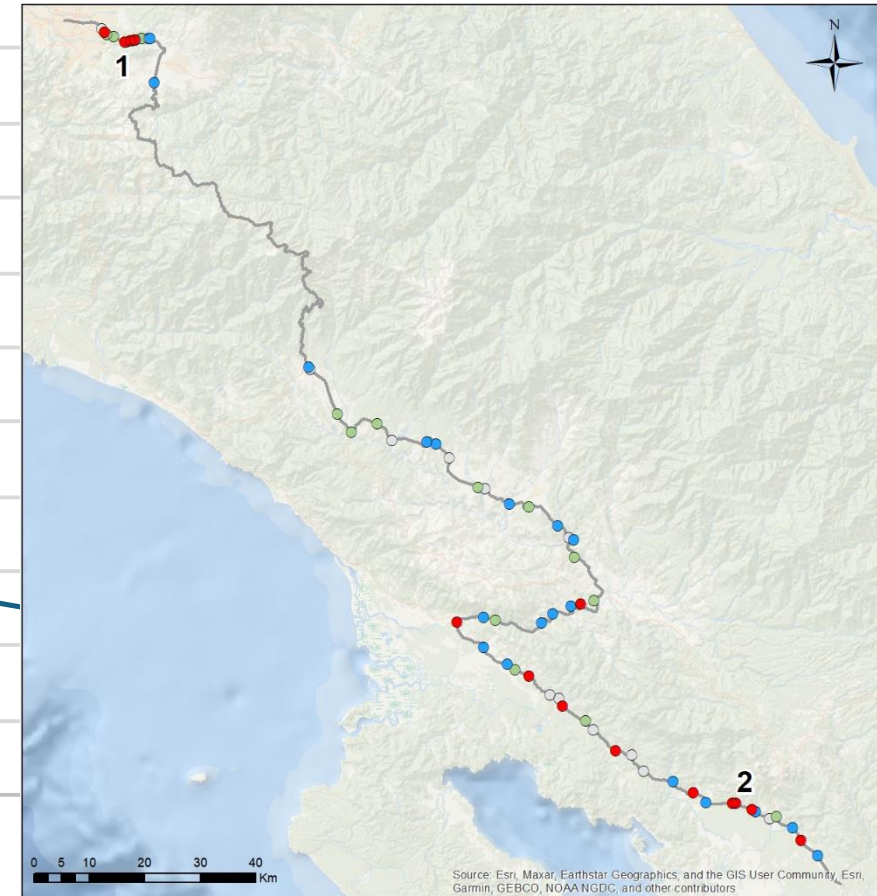
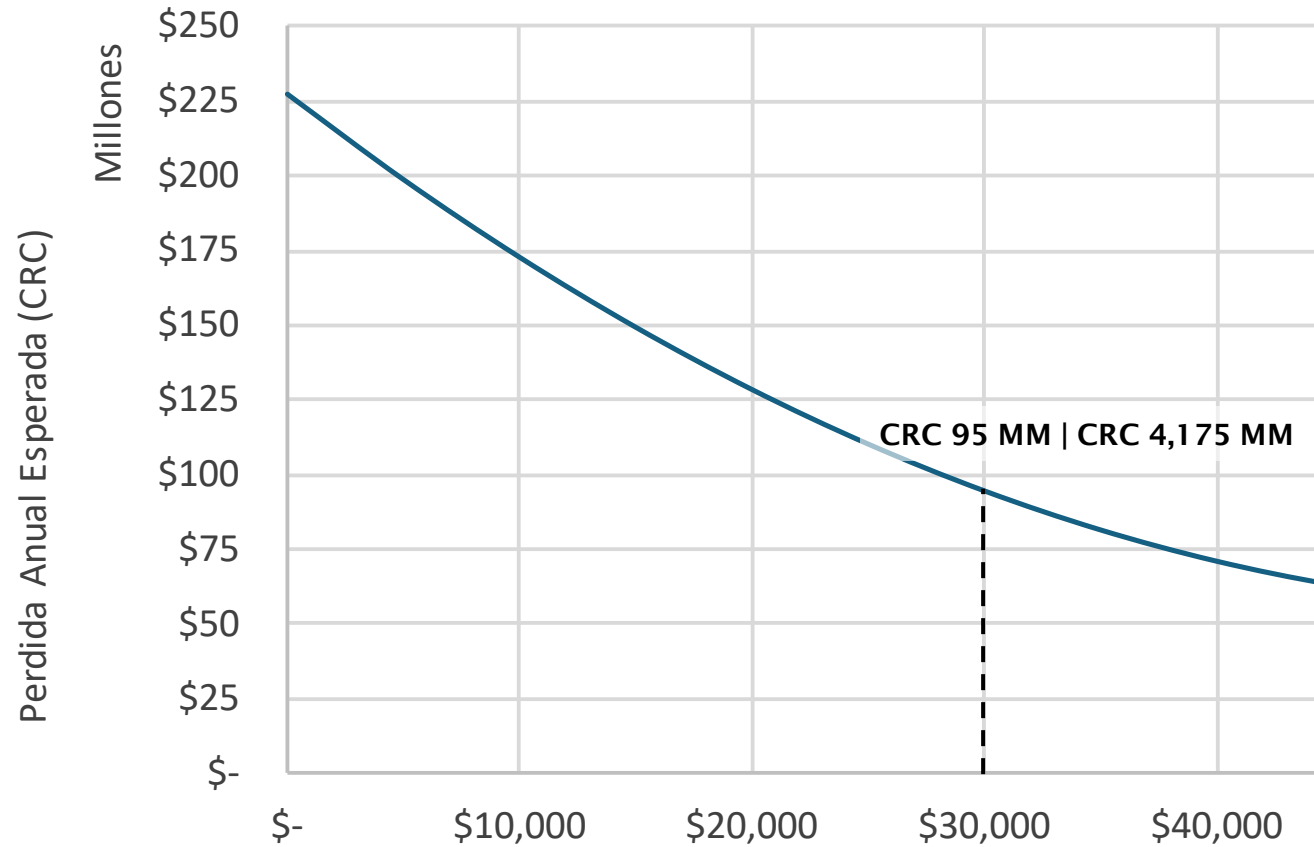
CRC 15,000 millones



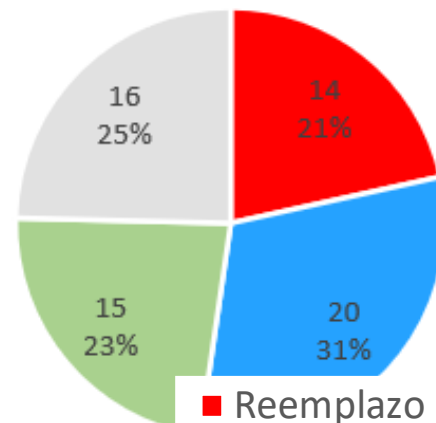
■ Reemplazo ■ Reforzamiento sísmico ■ Rehabilitación de elementos ■ Sin intervenir



Medidas de adaptación física – Ruta Nacional 2 – Puentes – Sismo



CRC 30,000 millones



Inversión (CRC)

■ Reemplazo

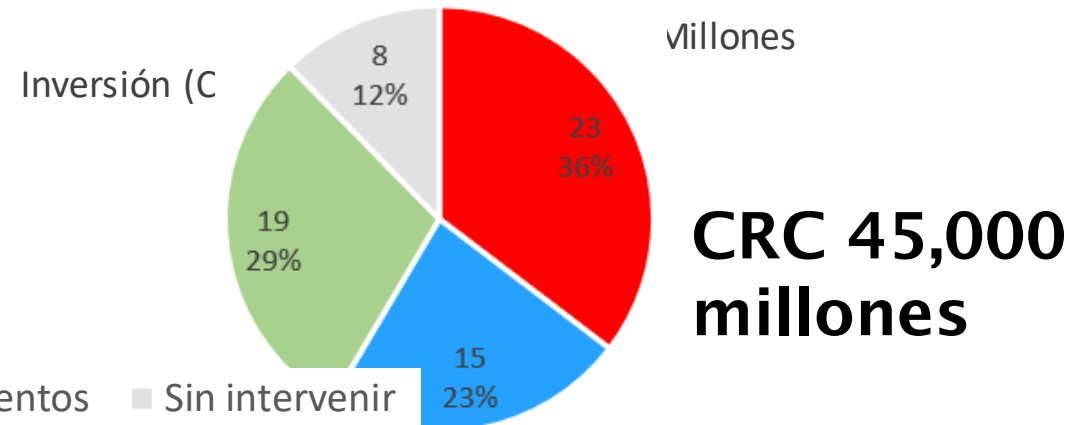
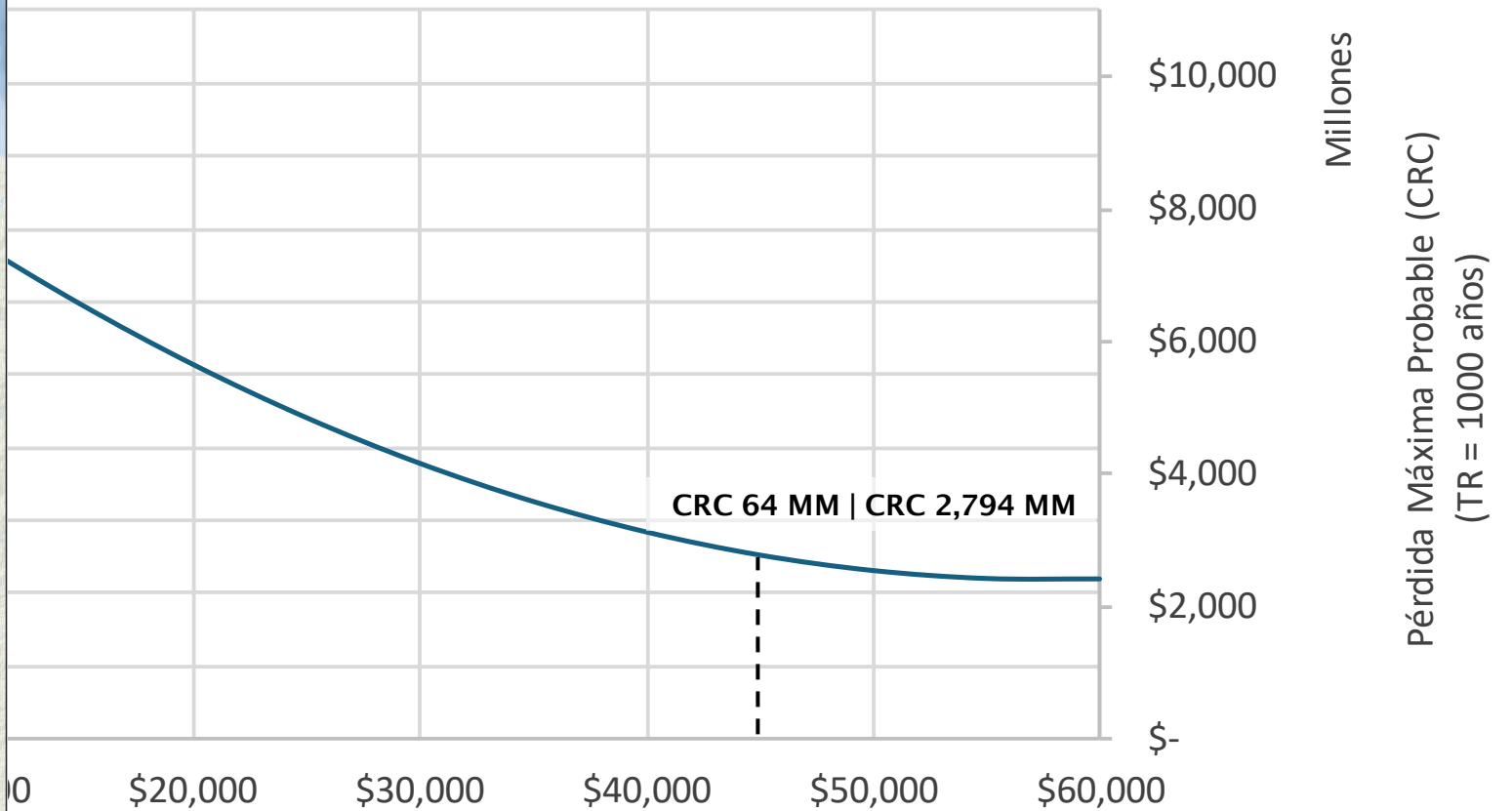
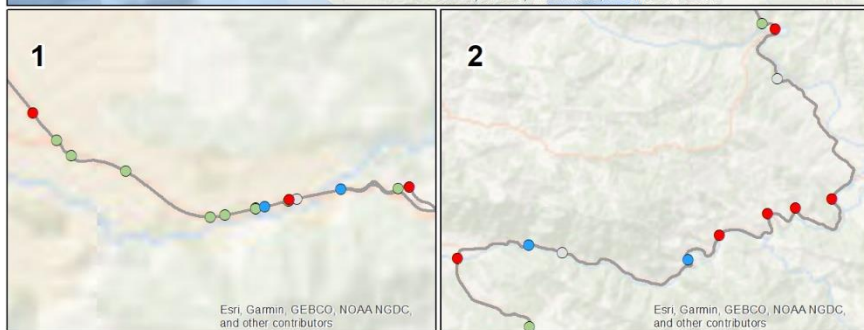
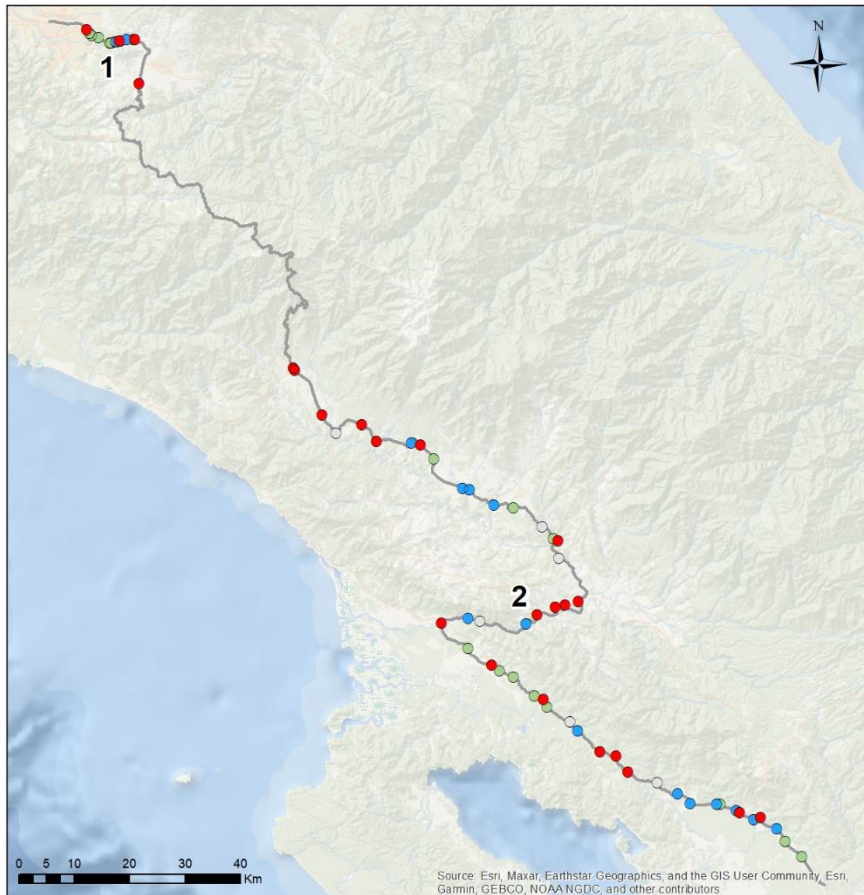
■ Reforzamiento sísmico

■ Rehabilitación de elementos

■ Sin intervenir

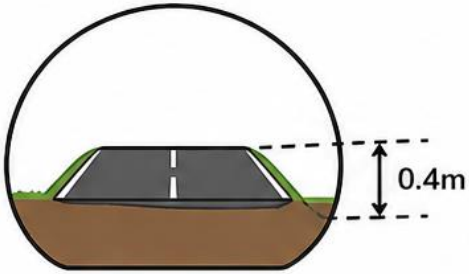


Medidas de adaptación física – Ruta Nacional 2 – Puentes – Sismo



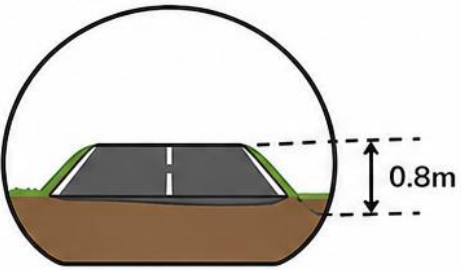
■ Reemplazo ■ Reforzamiento sísmico ■ Rehabilitación de elementos ■ Sin intervenir

Medidas de adaptación a ser evaluadas Ruta Nacional 2 – Inundación



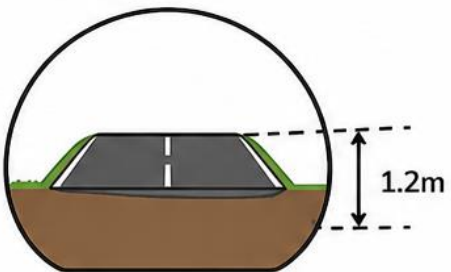
Elevación de la
rasante (+0.40m)

1.21*Valoración económica



Elevación de la
rasante (+0.80m)

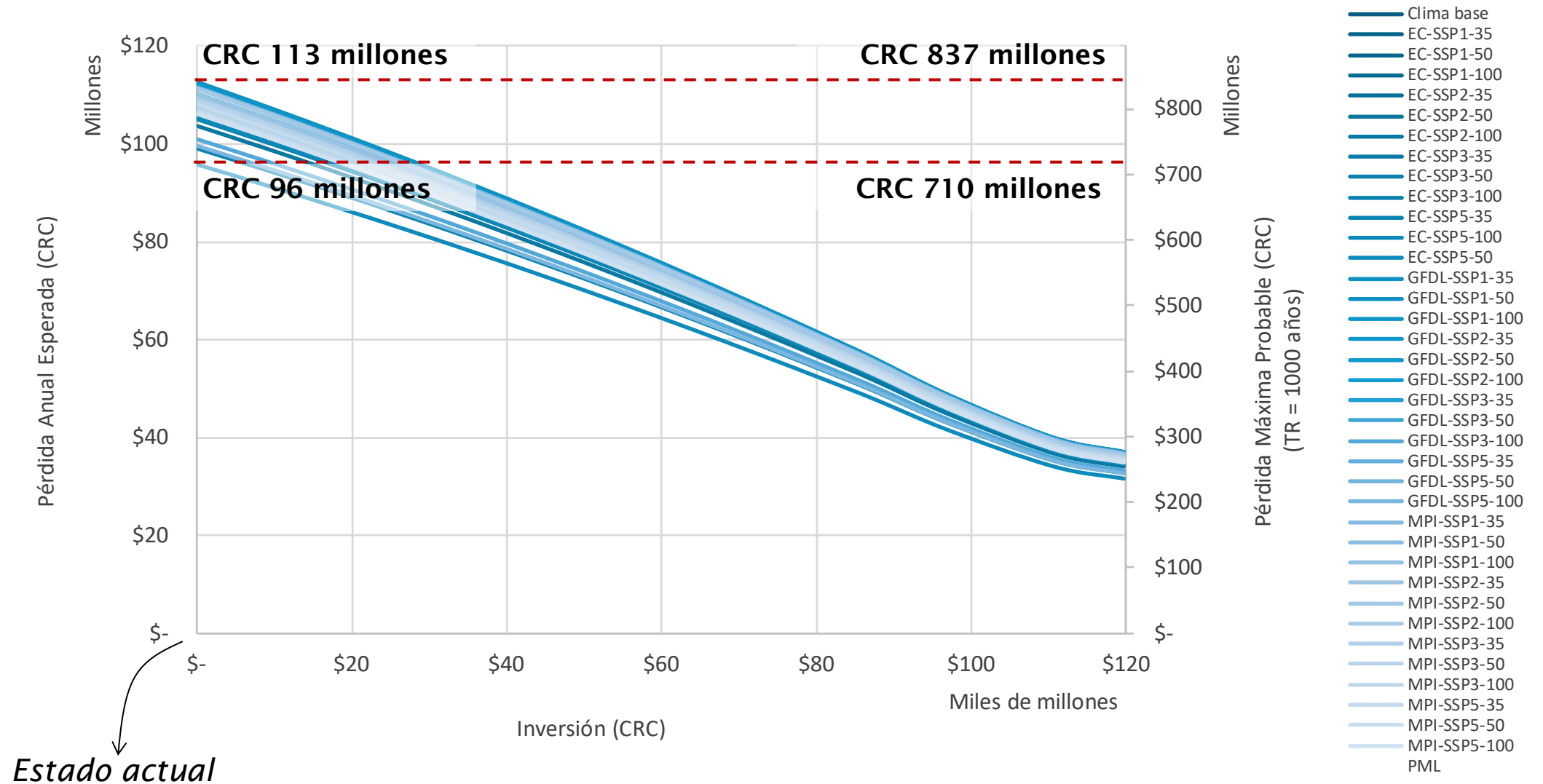
1.42*Valoración económica



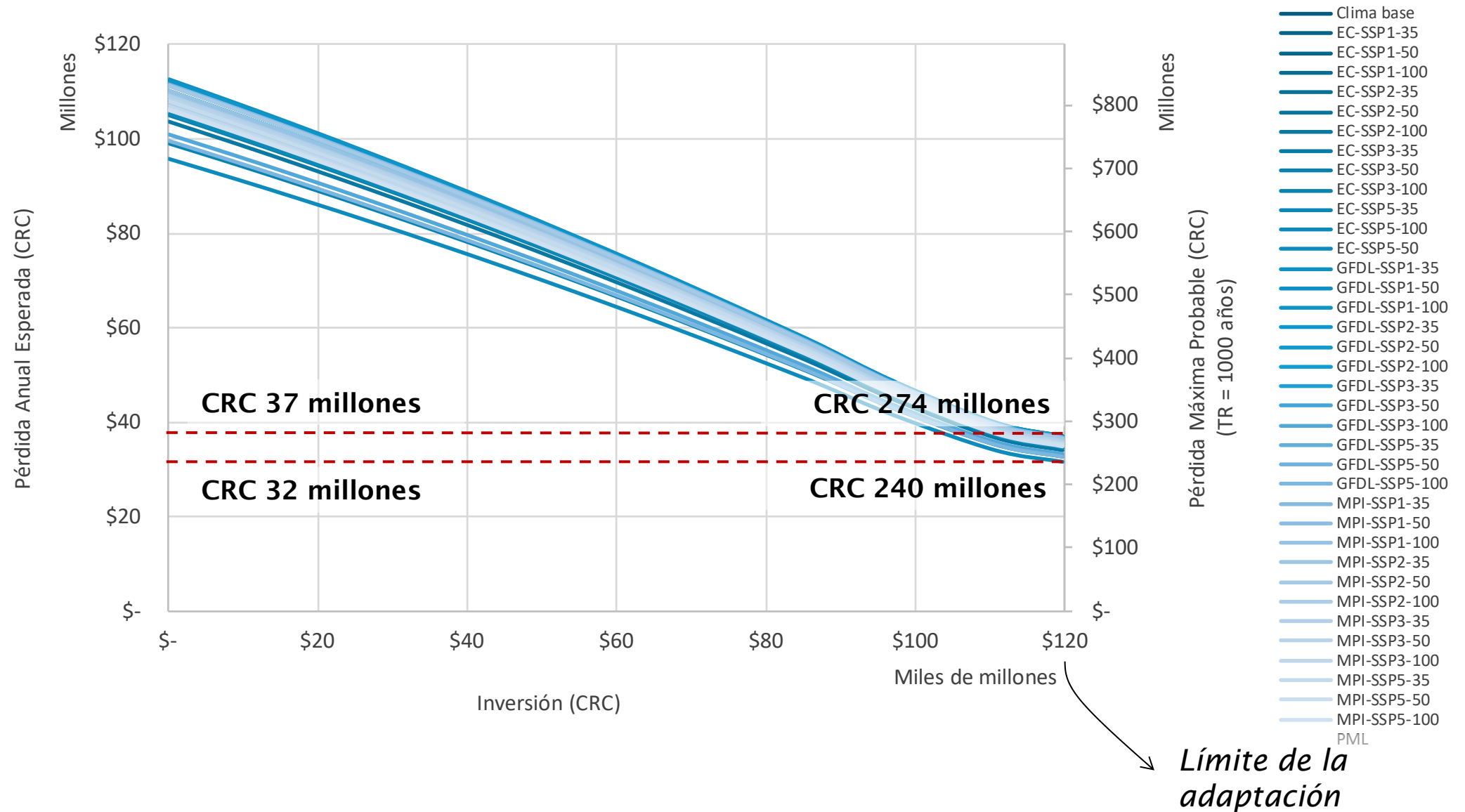
Elevación de la
rasante (+1.20m)

1.63*Valoración económica

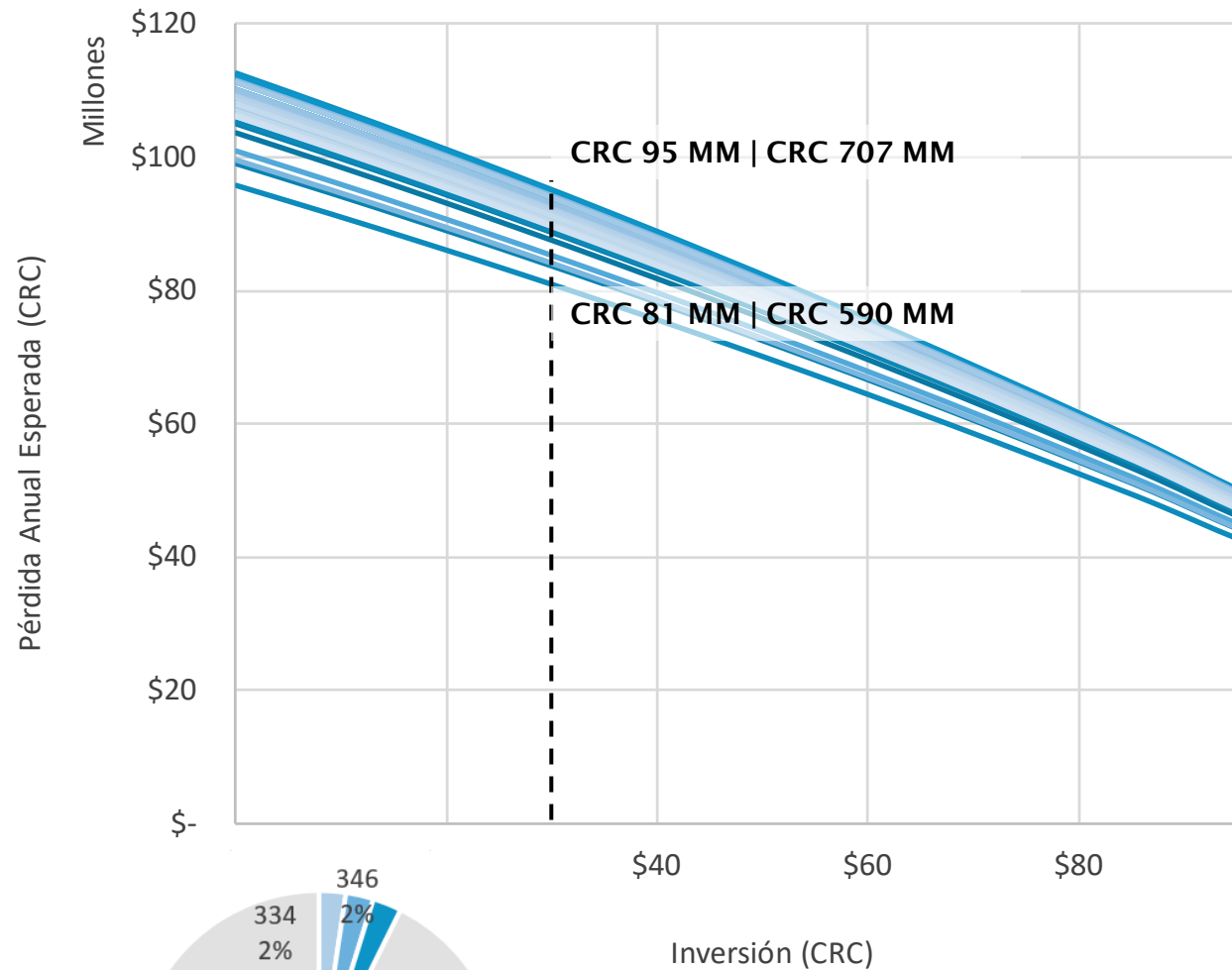
Medidas de adaptación física – Ruta Nacional 2 – Vías – Inundación



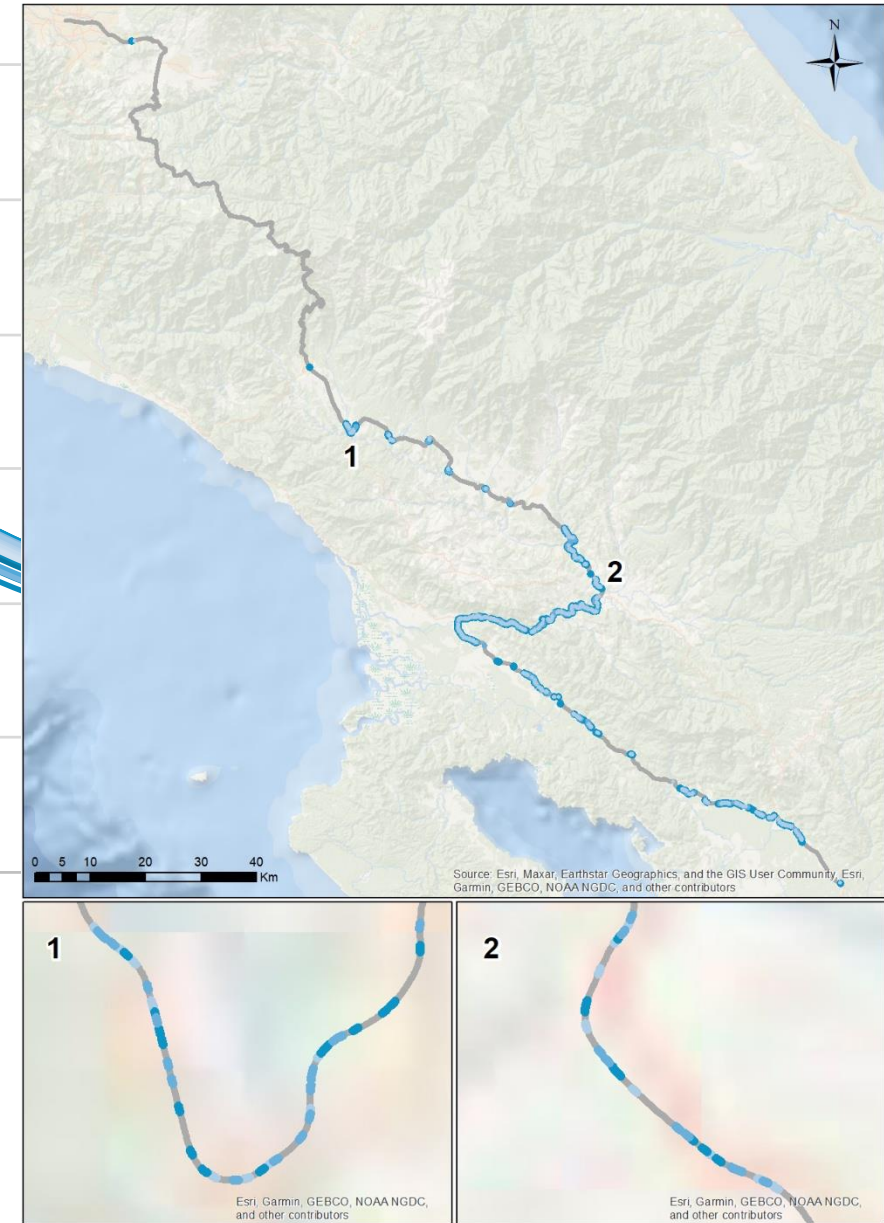
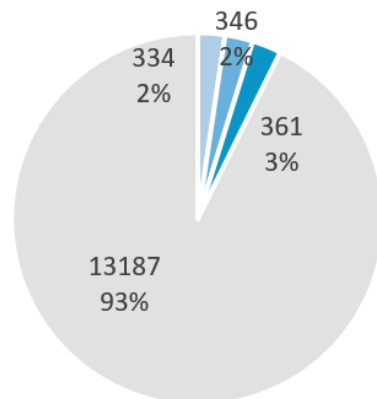
Medidas de adaptación física – Ruta Nacional 2 – Vías – Inundación



Medidas de adaptación física – Ruta Nacional 2 – Vías – Inundación

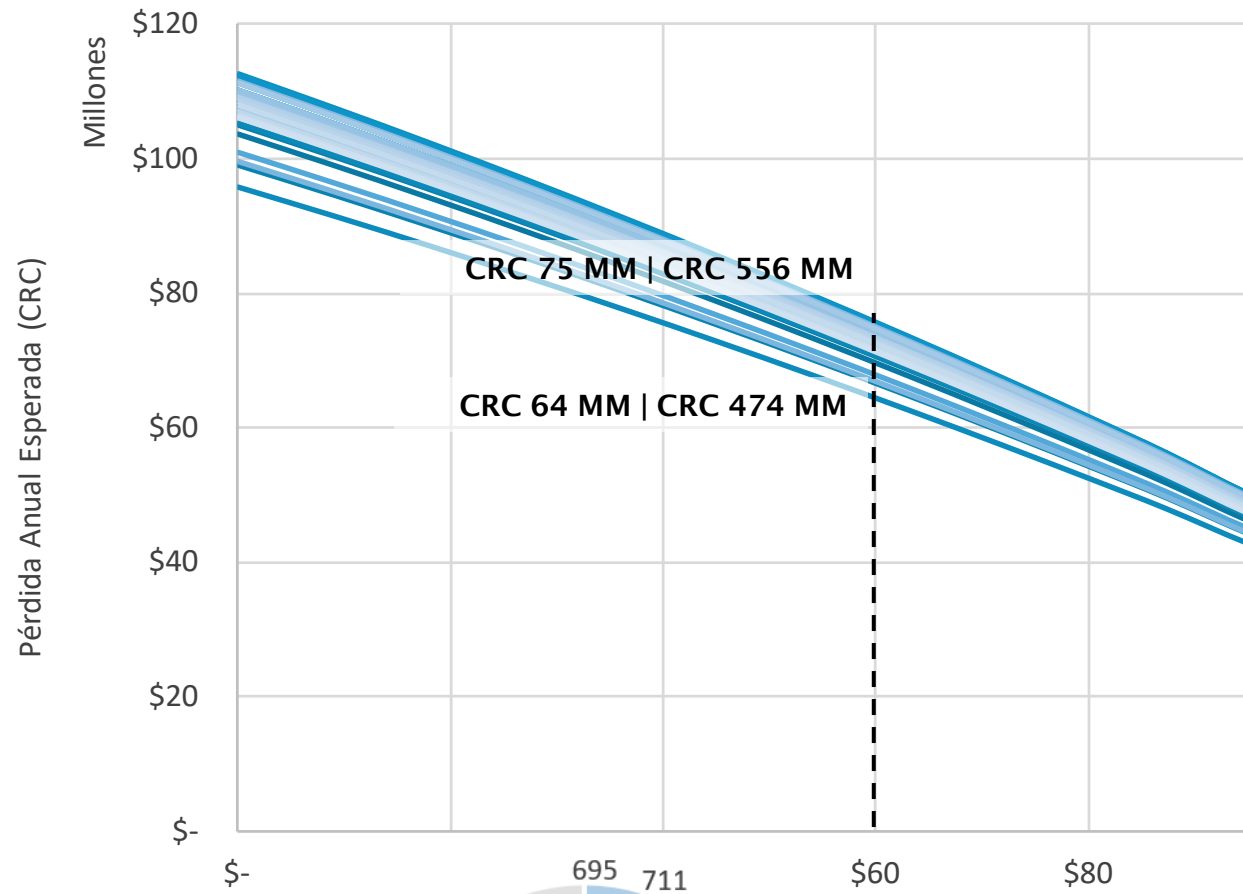


CRC 30,000 millones

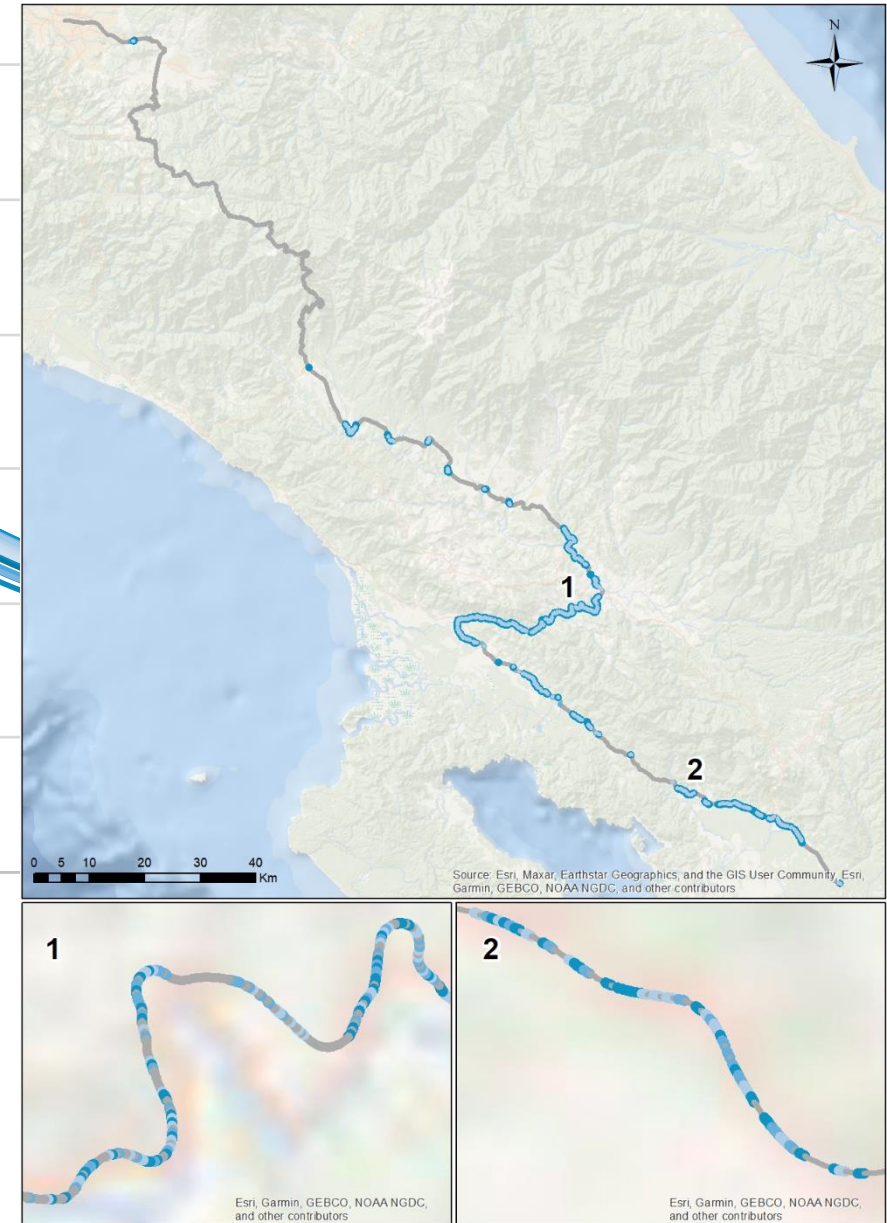
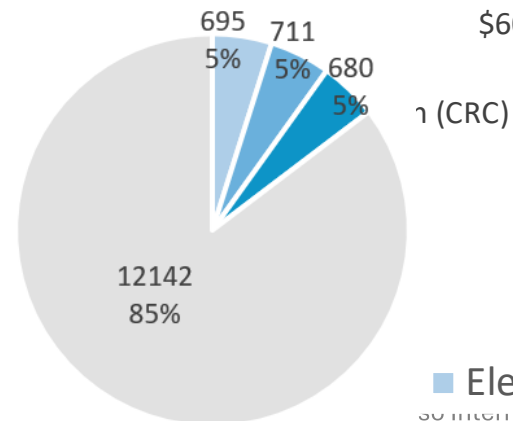


■ Elev. +0.4m ■ Elev. +0.8m ■ Elev. +1.2m ■ Sin intervenir

Medidas de adaptación física – Ruta Nacional 2 – Vías – Inundación

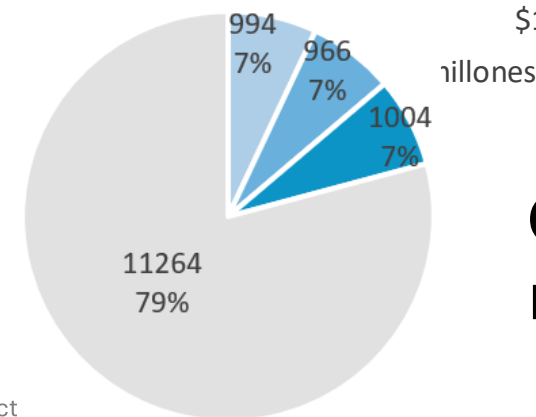
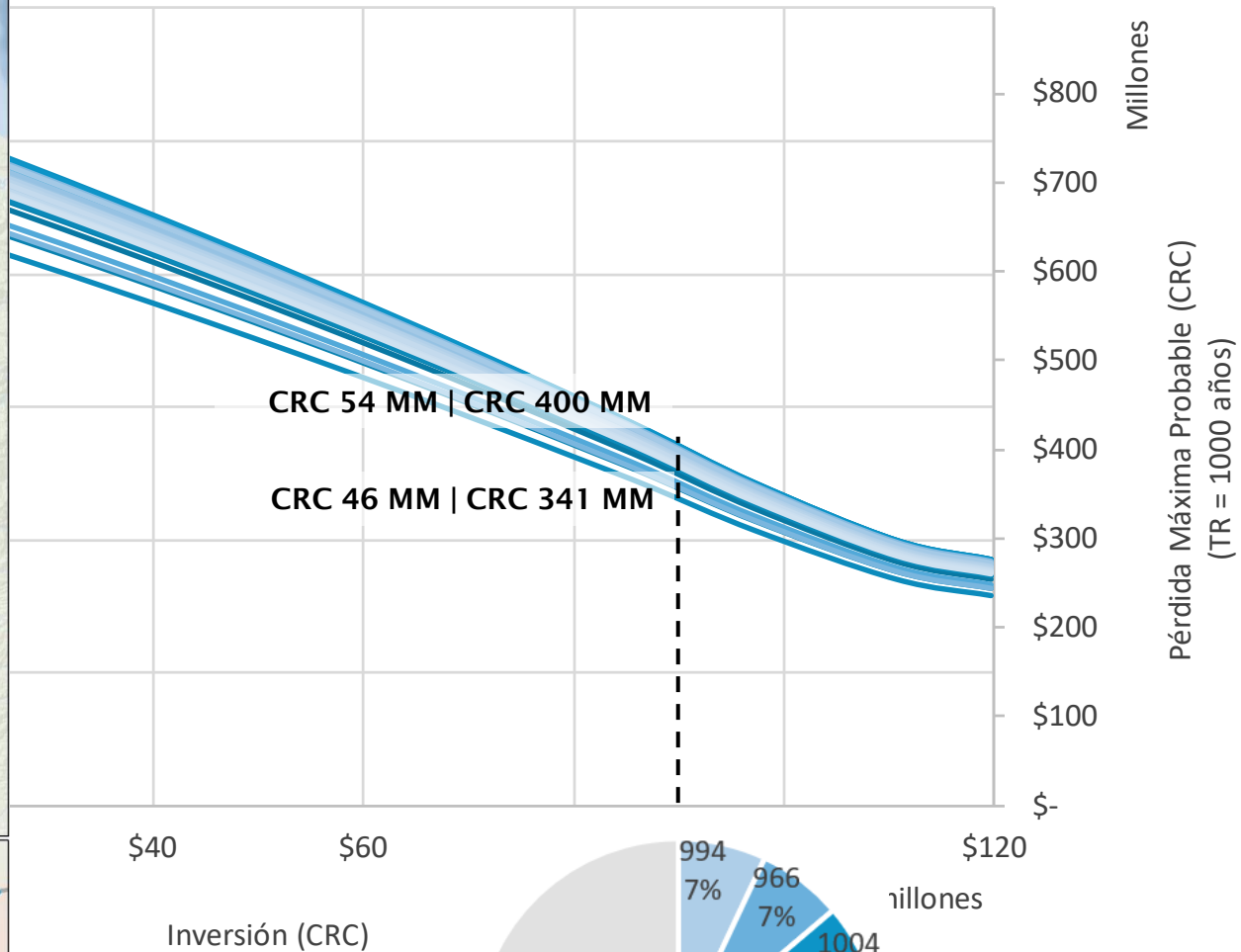
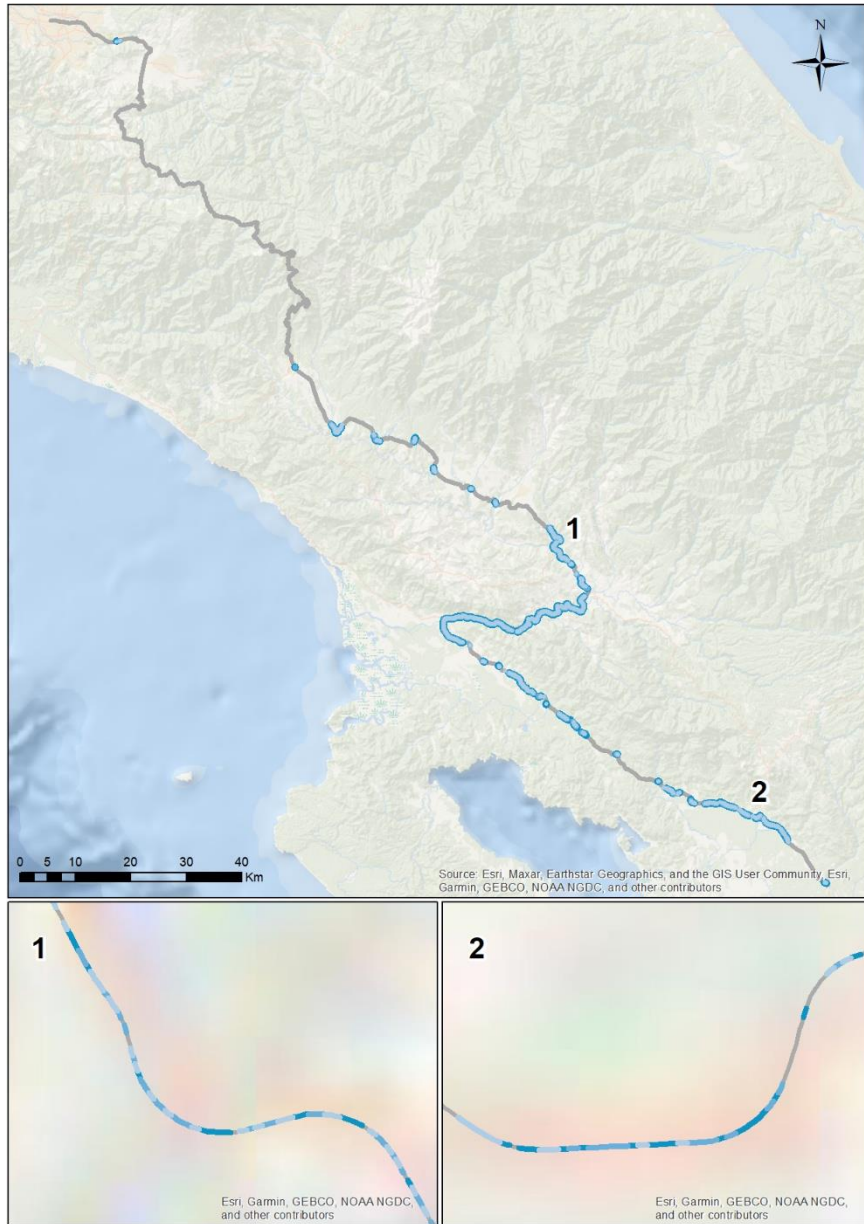


CRC 60,000 millones



Elev. +0.4m Elev. +0.8m Elev. +1.2m Sin intervenir

Medidas de adaptación física – Ruta Nacional 2 – Vías – Inundación



CRC 90,000 millones

■ Elev. +0.4m ■ Elev. +0.8m ■ Elev. +1.2m ■ Sin intervenir

Medidas de adaptación a ser evaluadas Ruta Nacional 2 – Deslizamiento



Intervención Tipo 1

(Infraestructura: túnel, variante, viaducto, falso túnel)

$$12,920,160 * \text{Longitud}_{\text{tramo}} \text{ (CRC)}$$



Intervención Tipo 2

(Infraestructura: muros anclados, pantallas de pilotes, suelo reforzado, concreto reforzado, drenaje profundo + reperfilado)

$$4,845,060 * \text{Longitud}_{\text{tramo}} \text{ (CRC)}$$

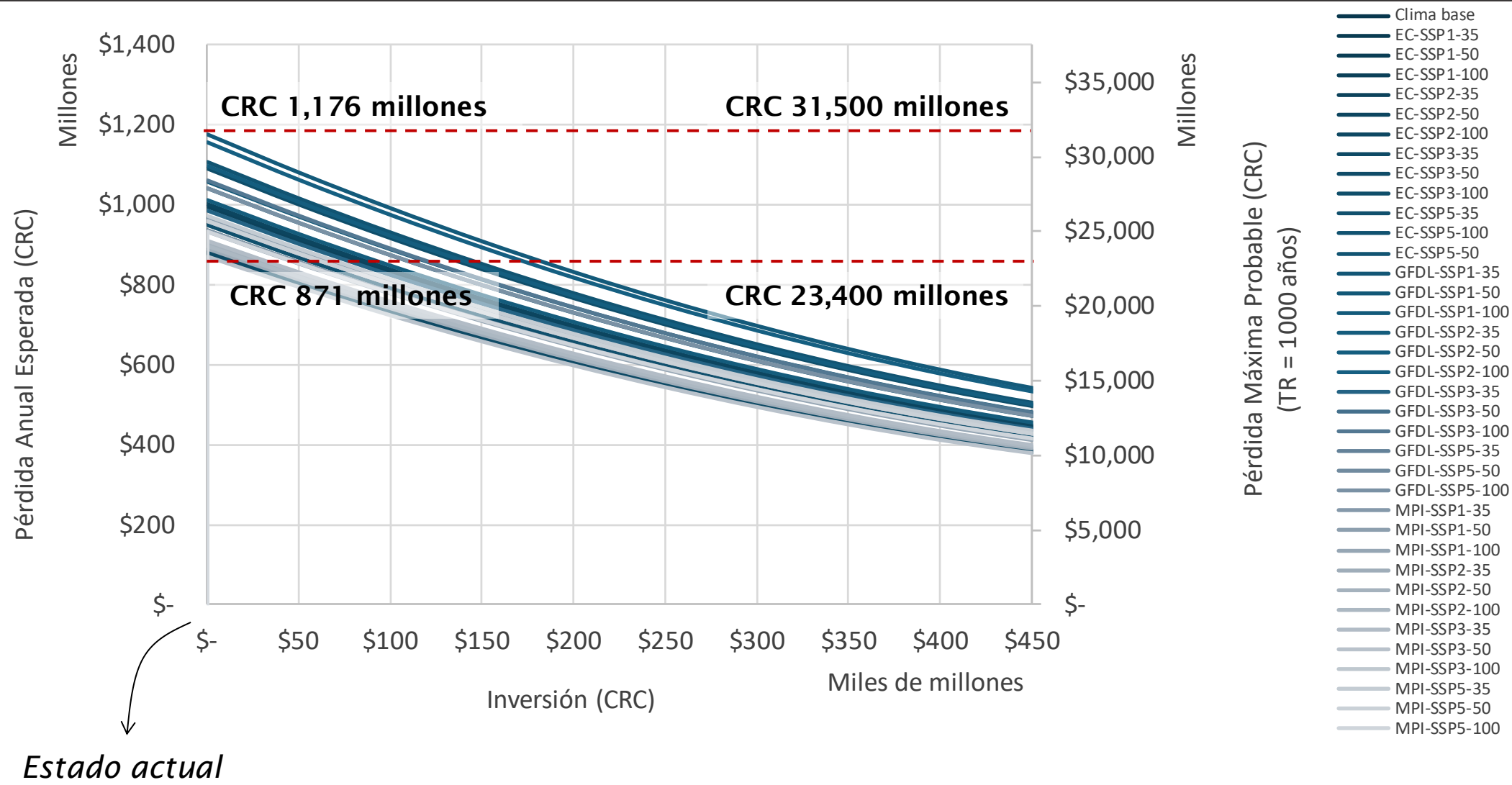


Intervención Tipo 3

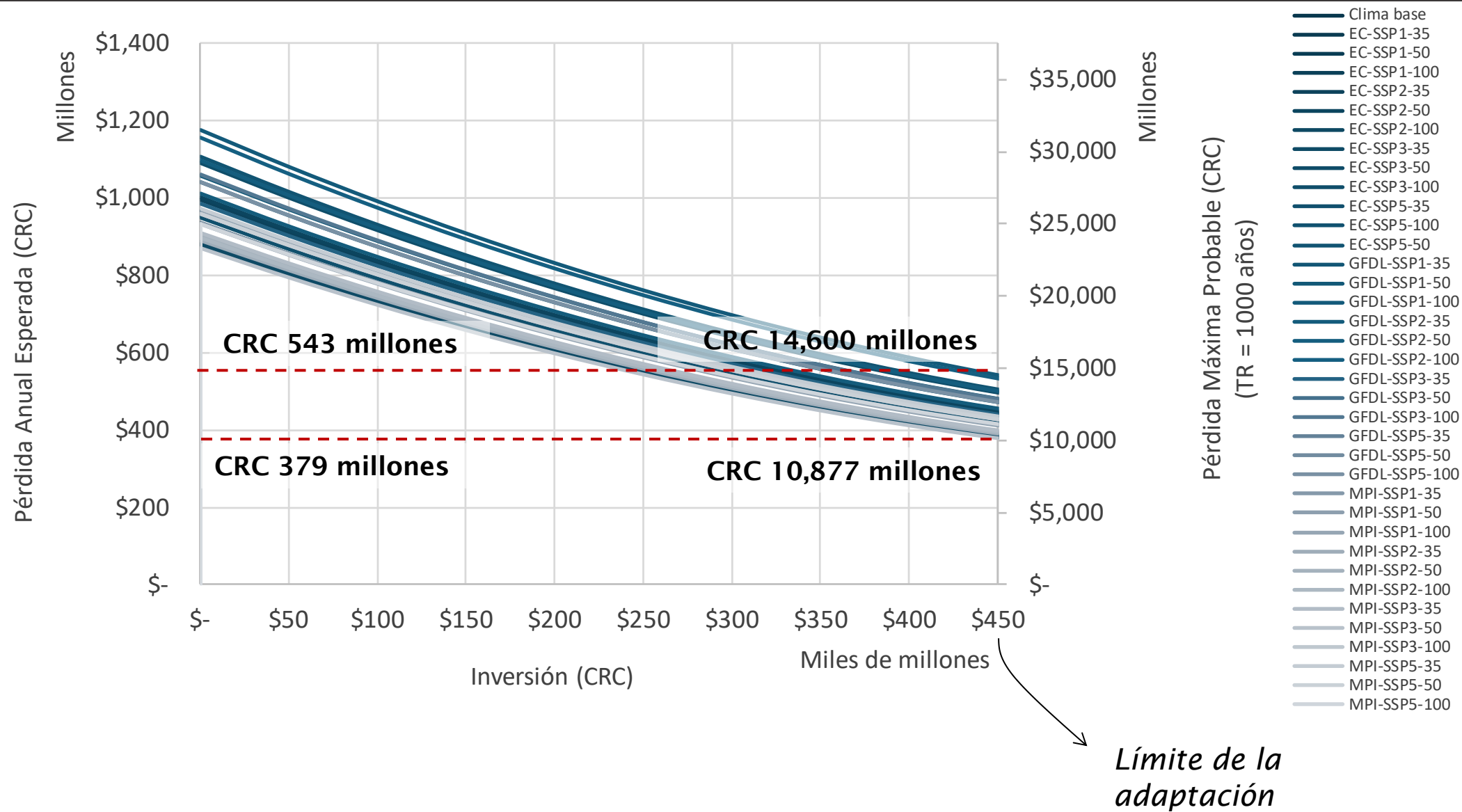
(Infraestructura: gaviones, soil nailing, bermas, drenaje superficial/subterráneo, protección superficial reforzada)

$$3,014,700 * \text{Longitud}_{\text{tramo}} \text{ (CRC)}$$

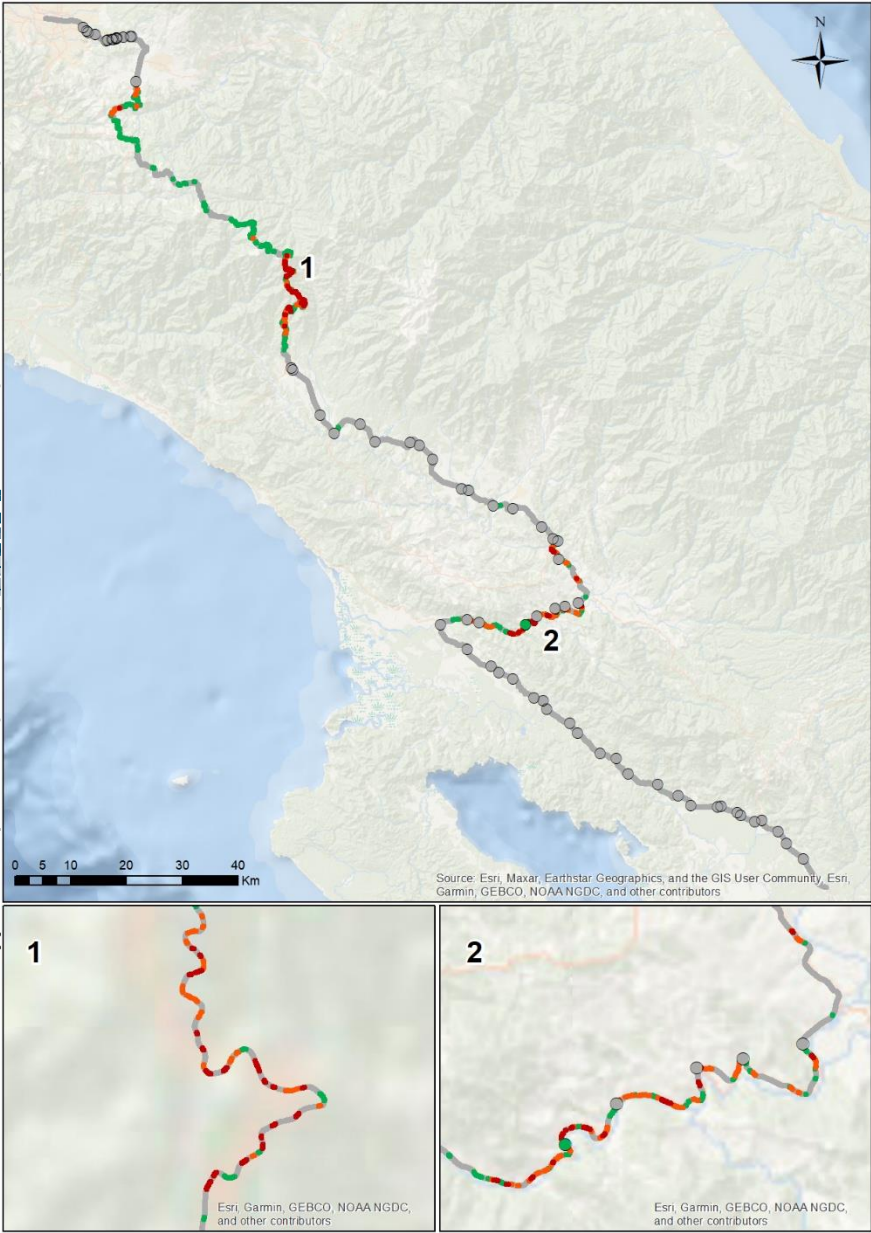
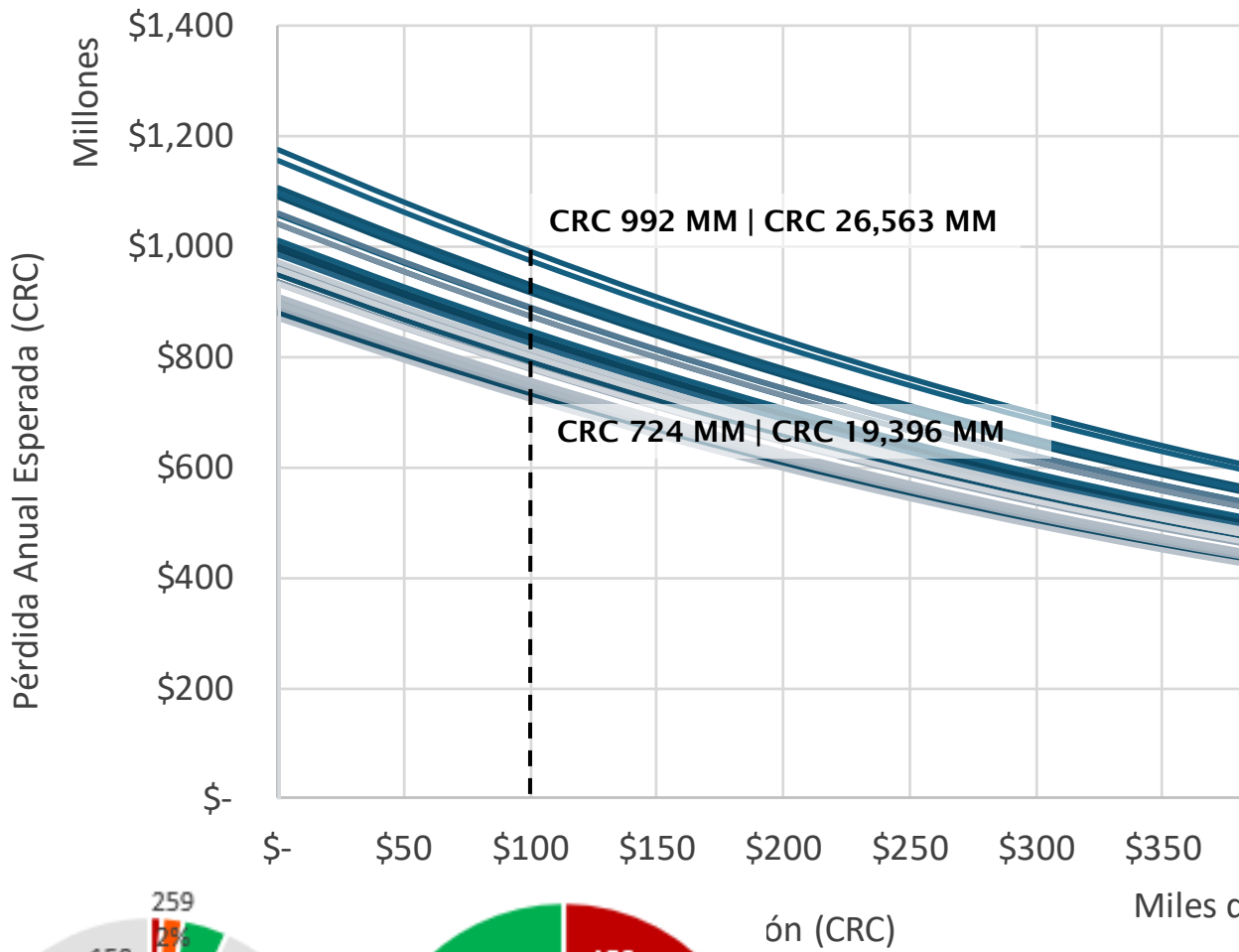
Medidas de adaptación física – Ruta Nacional 2 – Vías+Puentes – Deslizamiento



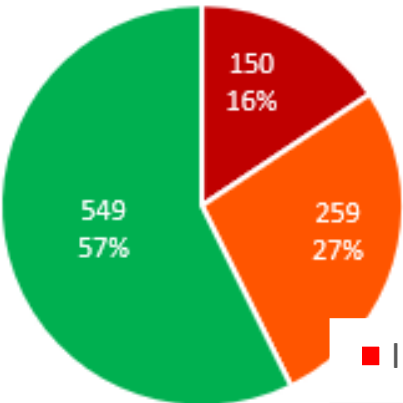
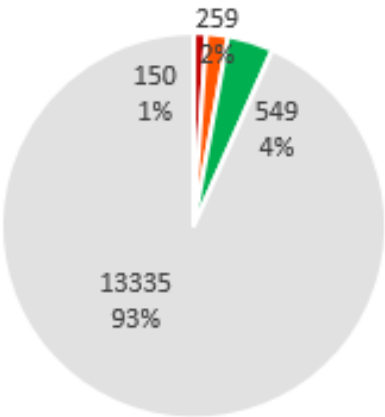
Medidas de adaptación física – Ruta Nacional 2 – Vías+Puentes – Deslizamiento



Medidas de adaptación física – Ruta Nacional 2 – Vías+Puentes – Deslizamiento

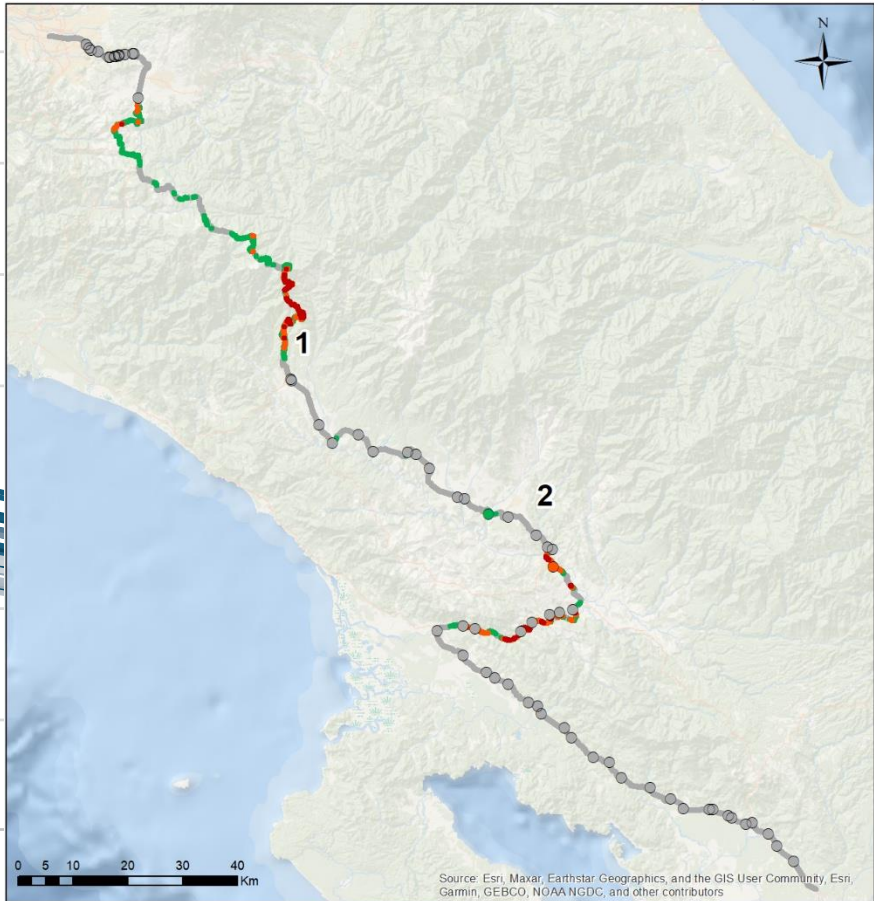
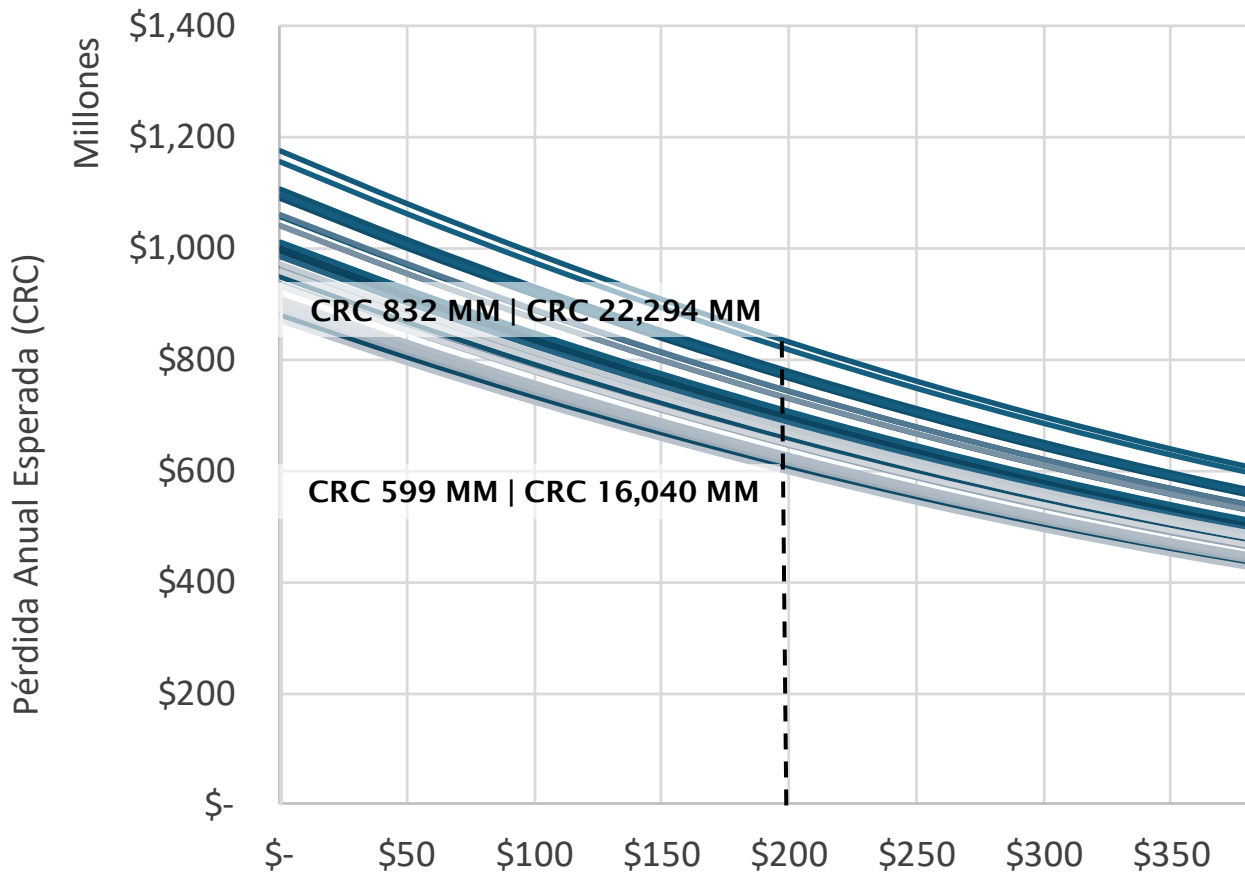


CRC
100,000
millones

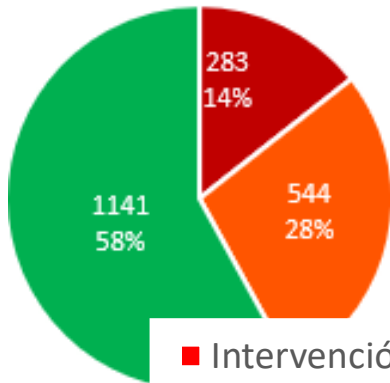
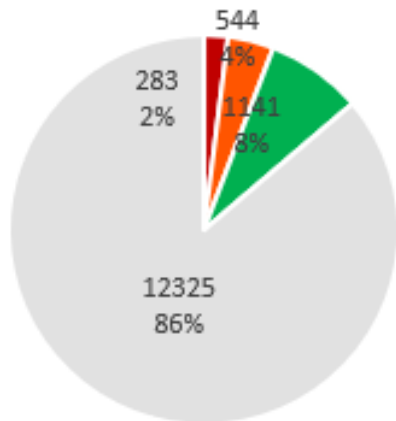


■ Intervención Tipo 1 ■ Intervención Tipo 2 ■ Intervención Tipo 3 ■ Sin intervenir

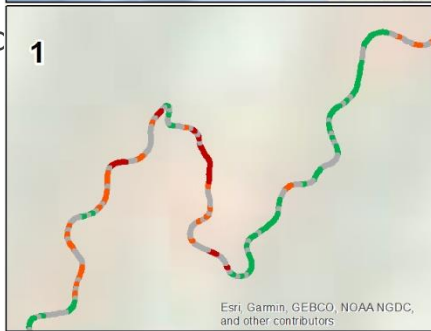
Medidas de adaptación física – Ruta Nacional 2 – Vías+Puentes – Deslizamiento



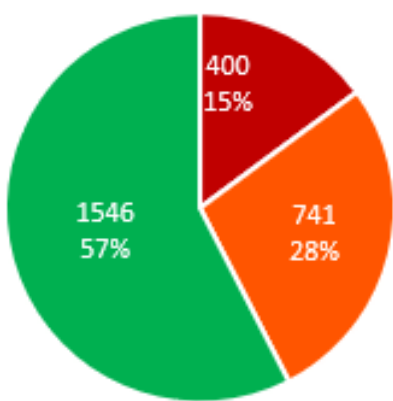
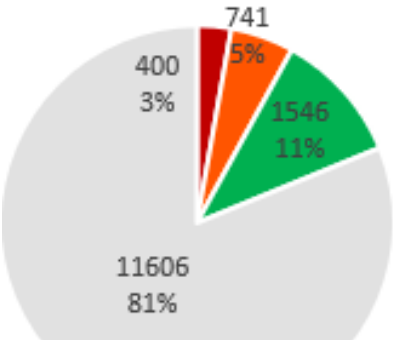
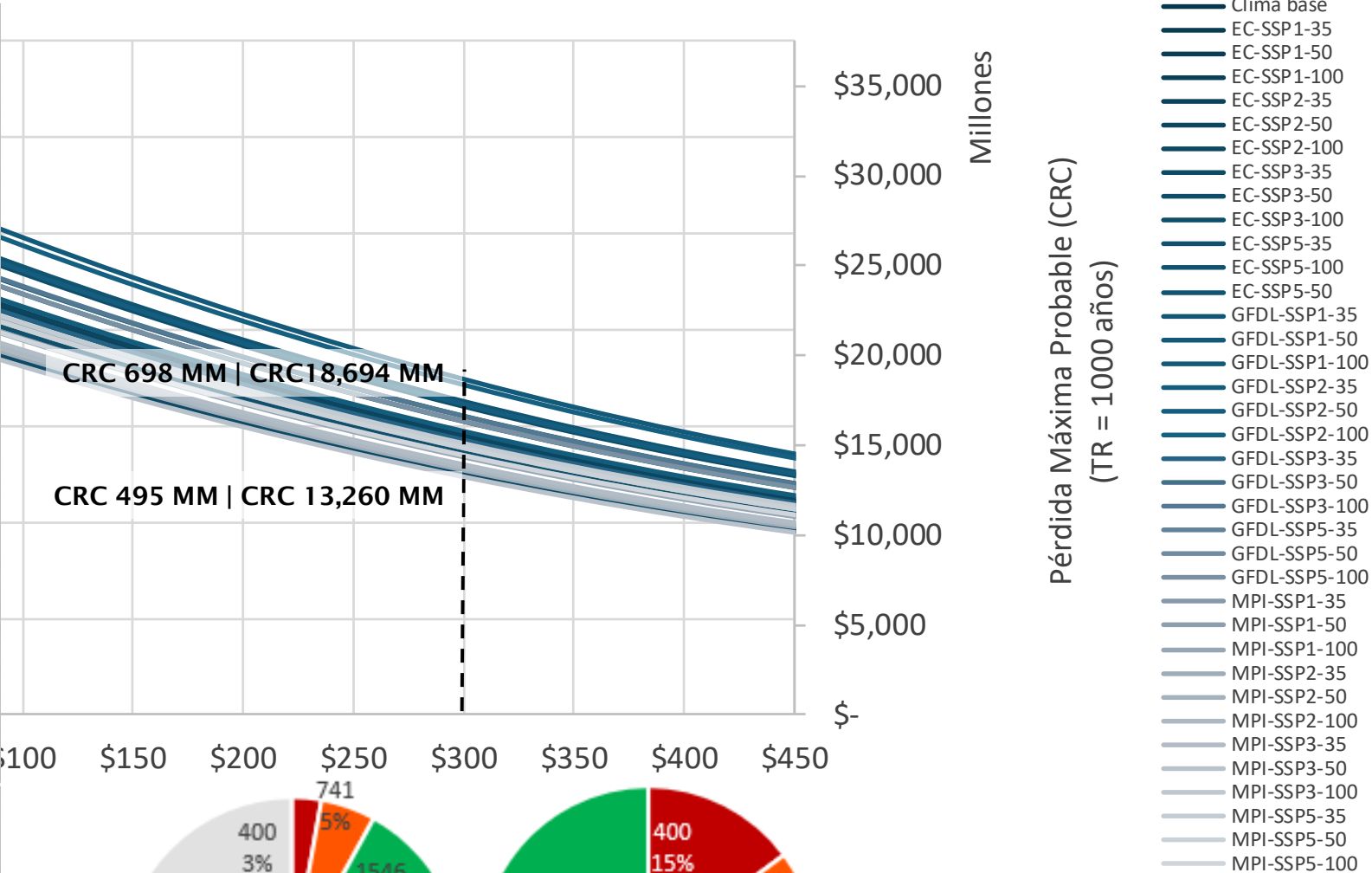
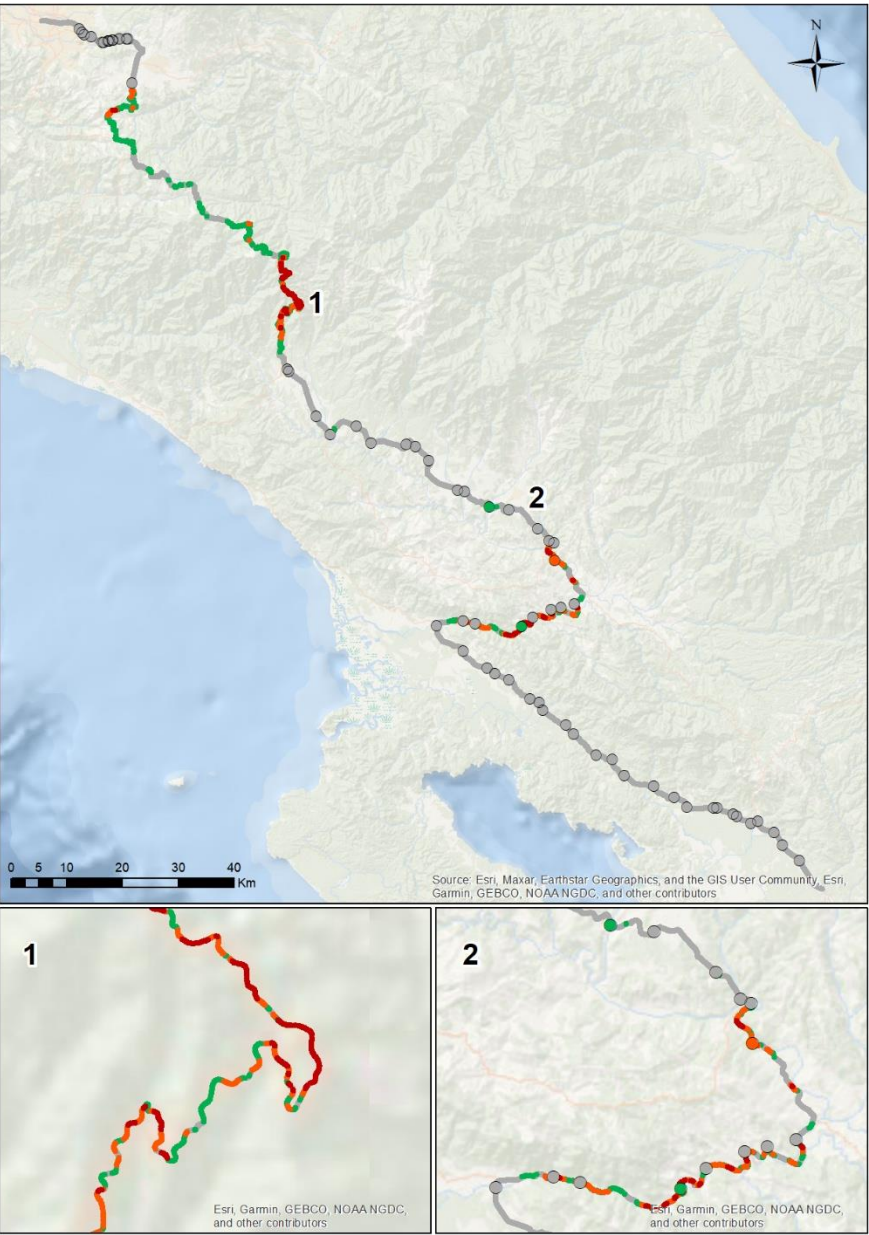
**CRC
200,000
millones**



■ Intervención Tipo 1 ■ Intervención Tipo 2 ■ Intervención Tipo 3 ■ Sin intervenir



Medidas de adaptación física – Ruta Nacional 2 – Vías+Puentes – Deslizamiento



CRC 300,000 millones

■ Intervención Tipo 1 ■ Intervención Tipo 2 ■ Intervención Tipo 3 ■ Sin intervenir

Evaluación de la resiliencia

Medición de la resiliencia de la infraestructura

Atributos de resiliencia

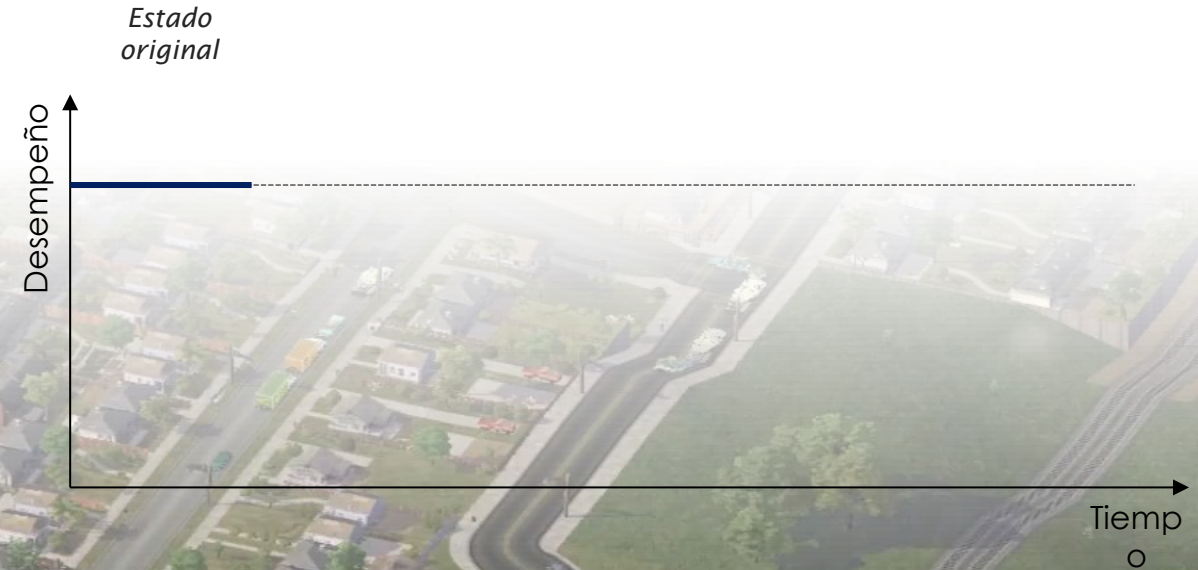
Robustez Modularidad Preparación Adaptabilidad

Anticipación

Redundancia Recursividad Recuperabilidad

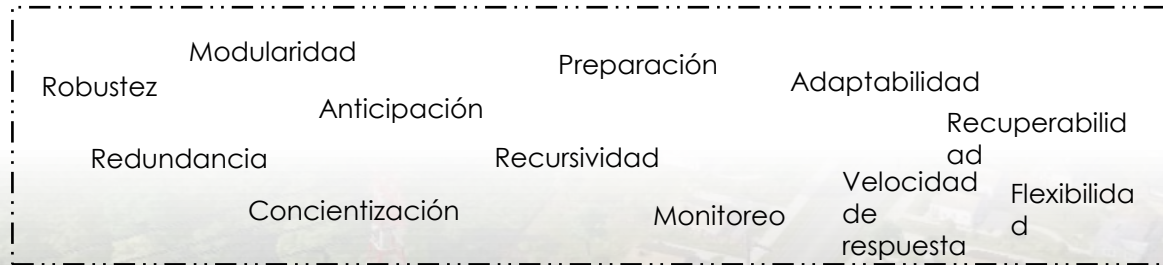
Concientización Monitoreo Velocidad de respuesta Flexibilidad

Curva de desempeño



Medición de la resiliencia de la infraestructura

Atributos de resiliencia

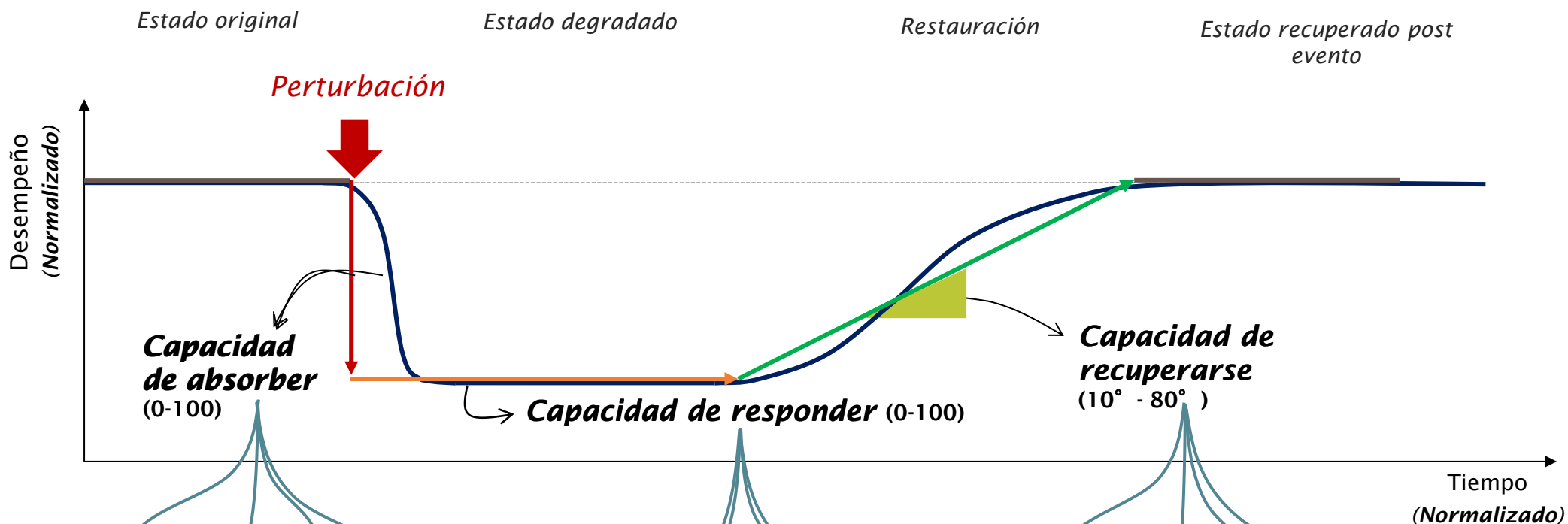


Curva de desempeño



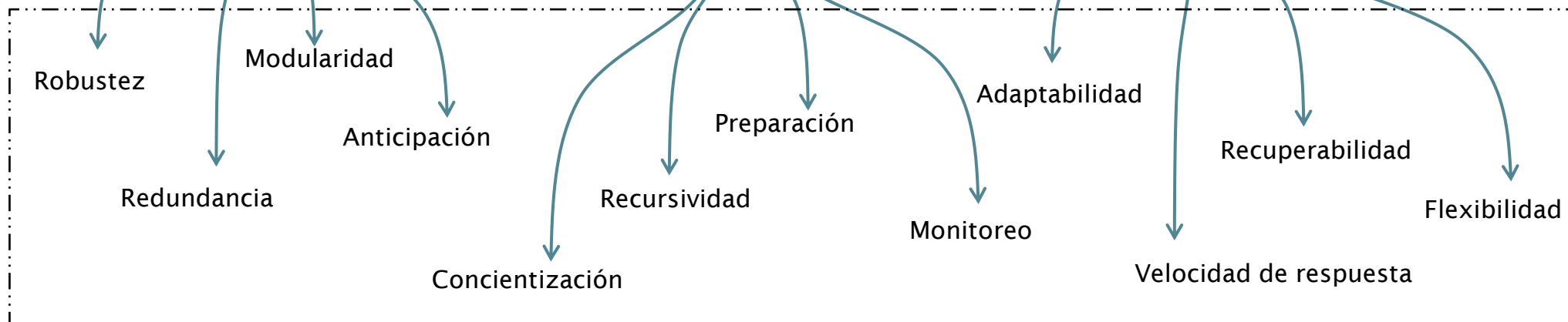
Índice de Resiliencia de la Infraestructura

Curva de desempeño



Atributos

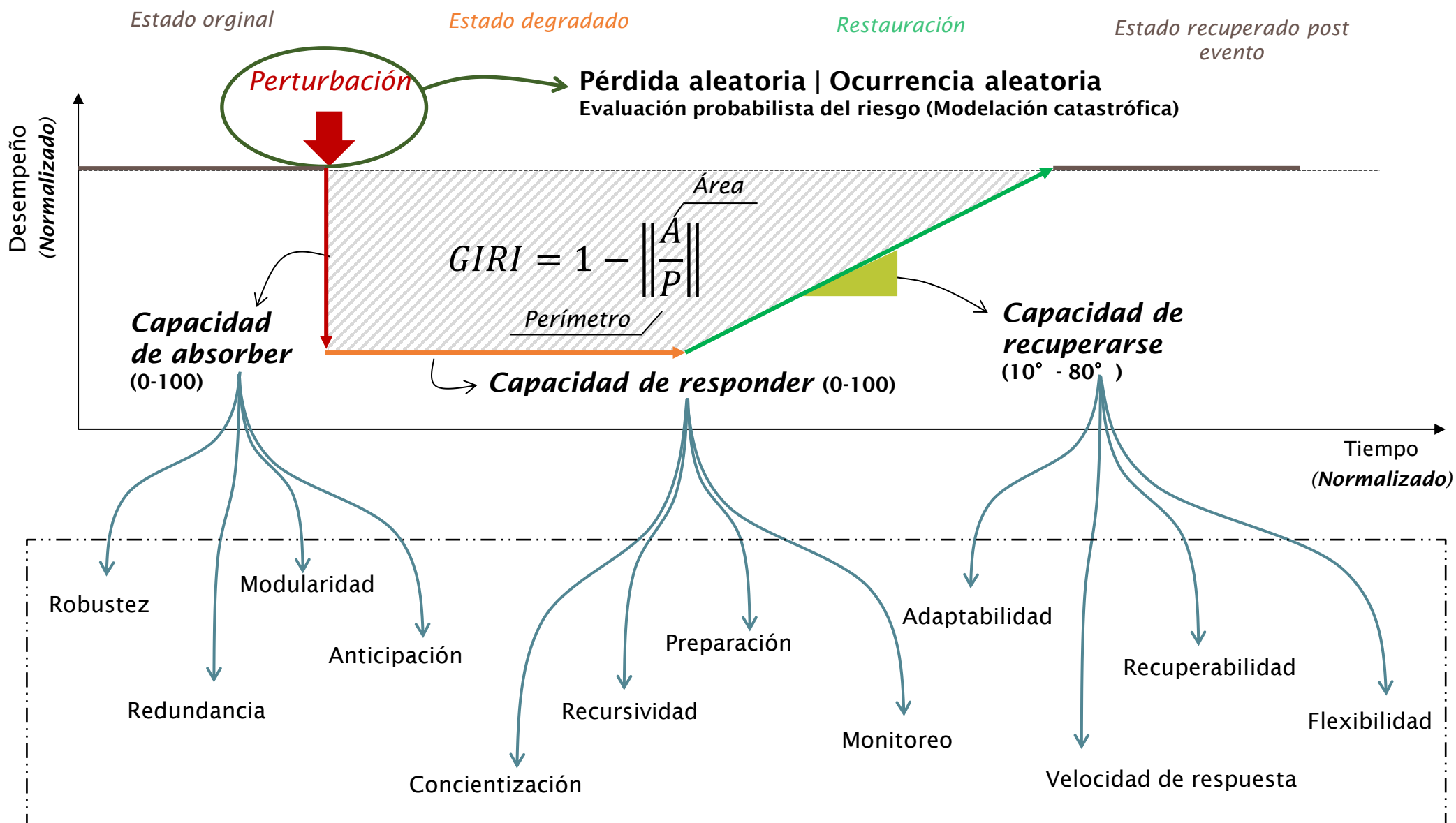
(Principios de la resiliencia)



Índice de Resiliencia de la Infraestructura

Curva de desempeño

Atributos
(Principios de la resiliencia)

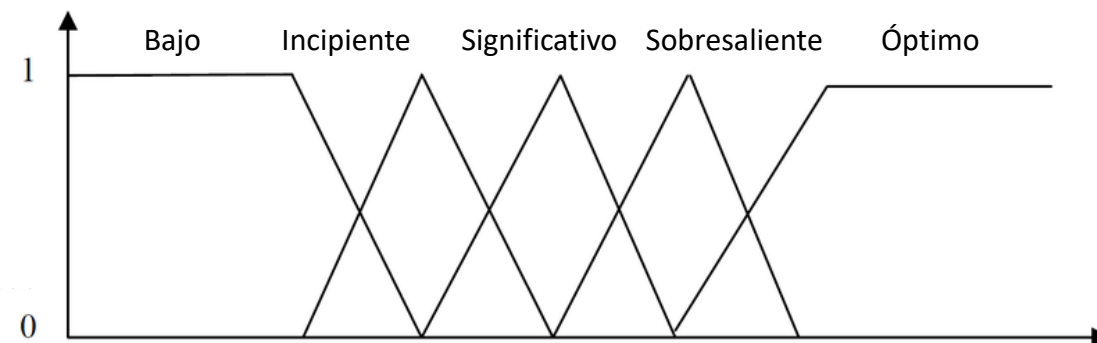


Índice de Resiliencia de la Infraestructura

Ind	1. Capacidad para anticiparse y resistir
AR1	Evaluación y mapeo de amenazas
AR2	Evaluación de vulnerabilidad y riesgo
AR3	Integración del riesgo en la definición de usos del suelo y la planificación territorial
AR4	Implementación de técnicas de protección y control de eventos peligrosos
AR5	Actualización y cumplimiento de normas de seguridad y códigos de construcción
AR6	Refuerzo e intervención de la vulnerabilidad de bienes públicos y privados

Ind	2. Capacidad para prepararse y responder
PR1	Organización y coordinación de operaciones de emergencia
PR2	Monitoreo de amenazas y pronóstico y sistemas de alerta
PR3	Planificación de la respuesta en caso de emergencia
PR4	Dotación de equipos, herramientas e infraestructura
PR5	Simulación, actualización y prueba de la respuesta interinstitucional
PR6	Información pública y toma de conciencia

Ind	3. Capacidad para recuperarse y adaptarse
RA1	Organización interinstitucional, multisectorial y descentralizada
RA2	Planificación para la reconstrucción y recuperación
RA3	Asignación y movilización de recursos del presupuesto
RA4	Fondos para la gestión del riesgo de desastres
RA5	Cobertura de seguros y estrategias de transferencia de pérdidas de activos públicos
RA6	Cobertura de seguros y reaseguros de vivienda y del sector privado

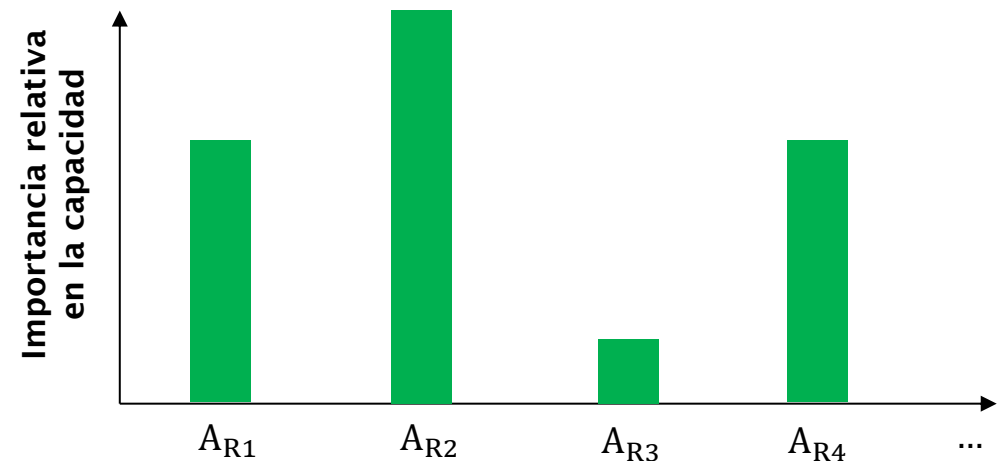


Índice de Resiliencia de la Infraestructura

Ind	1. Capacidad para anticiparse y resistir
AR1	Evaluación y mapeo de amenazas
AR2	Evaluación de vulnerabilidad y riesgo
AR3	Integración del riesgo en la definición de usos del suelo y la planificación territorial
AR4	Implementación de técnicas de protección y control de eventos peligrosos
AR5	Actualización y cumplimiento de normas de seguridad y códigos de construcción
AR6	Refuerzo e intervención de la vulnerabilidad de bienes públicos y privados

Ind	2. Capacidad para prepararse y responder
PR1	Organización y coordinación de operaciones de emergencia
PR2	Monitoreo de amenazas y pronóstico y sistemas de alerta
PR3	Planificación de la respuesta en caso de emergencia
PR4	Dotación de equipos, herramientas e infraestructura
PR5	Simulación, actualización y prueba de la respuesta interinstitucional
PR6	Información pública y toma de conciencia

Ind	3. Capacidad para recuperarse y adaptarse
RA1	Organización interinstitucional, multisectorial y descentralizada
RA2	Planificación para la reconstrucción y recuperación
RA3	Asignación y movilización de recursos del presupuesto
RA4	Fondos para la gestión del riesgo de desastres
RA5	Cobertura de seguros y estrategias de transferencia de pérdidas de activos públicos
RA6	Cobertura de seguros y reaseguros de vivienda y del sector privado

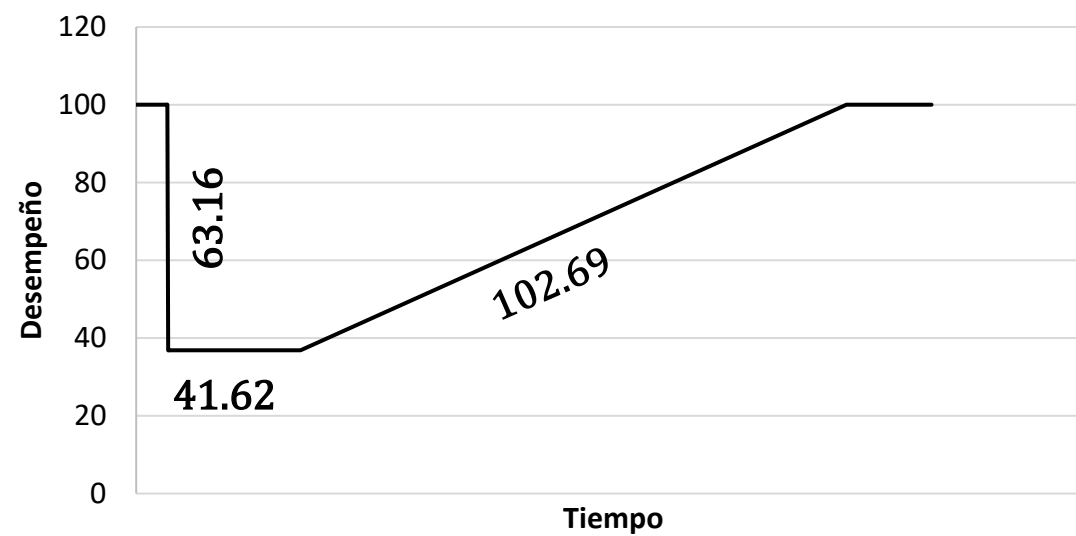


Índice de Resiliencia de la Infraestructura



$AAL = 3.56\text{‰}$ (multiamenaza)

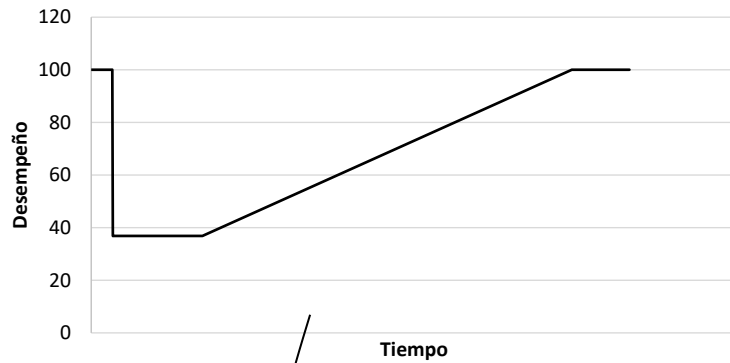
$IRI = 47.29$



Índice de Resiliencia de la Infraestructura

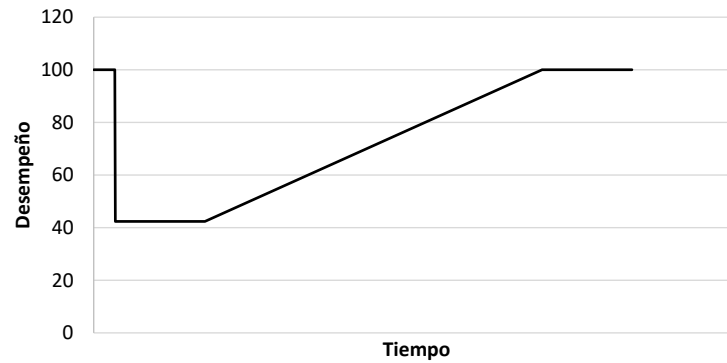
$$AAL = 3.56\text{‰}$$

$$IRI = 47.29$$



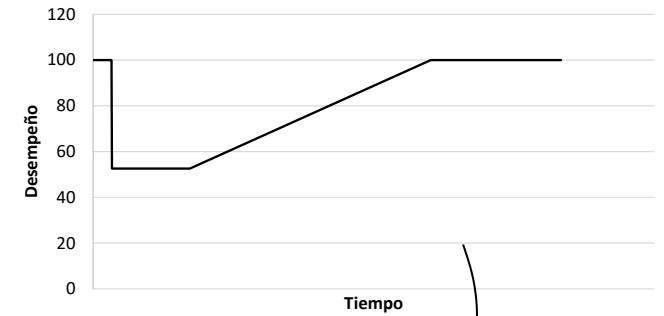
$$AAL = 2.6\text{‰}$$

$$IRI = 50.7$$



$$AAL = 1.4\text{‰}$$

$$IRI = 57.18$$



\$- \$50 \$100 \$150 \$200 \$250 \$300 \$350 \$400 \$450

Inversión (CRC)

Miles de millones

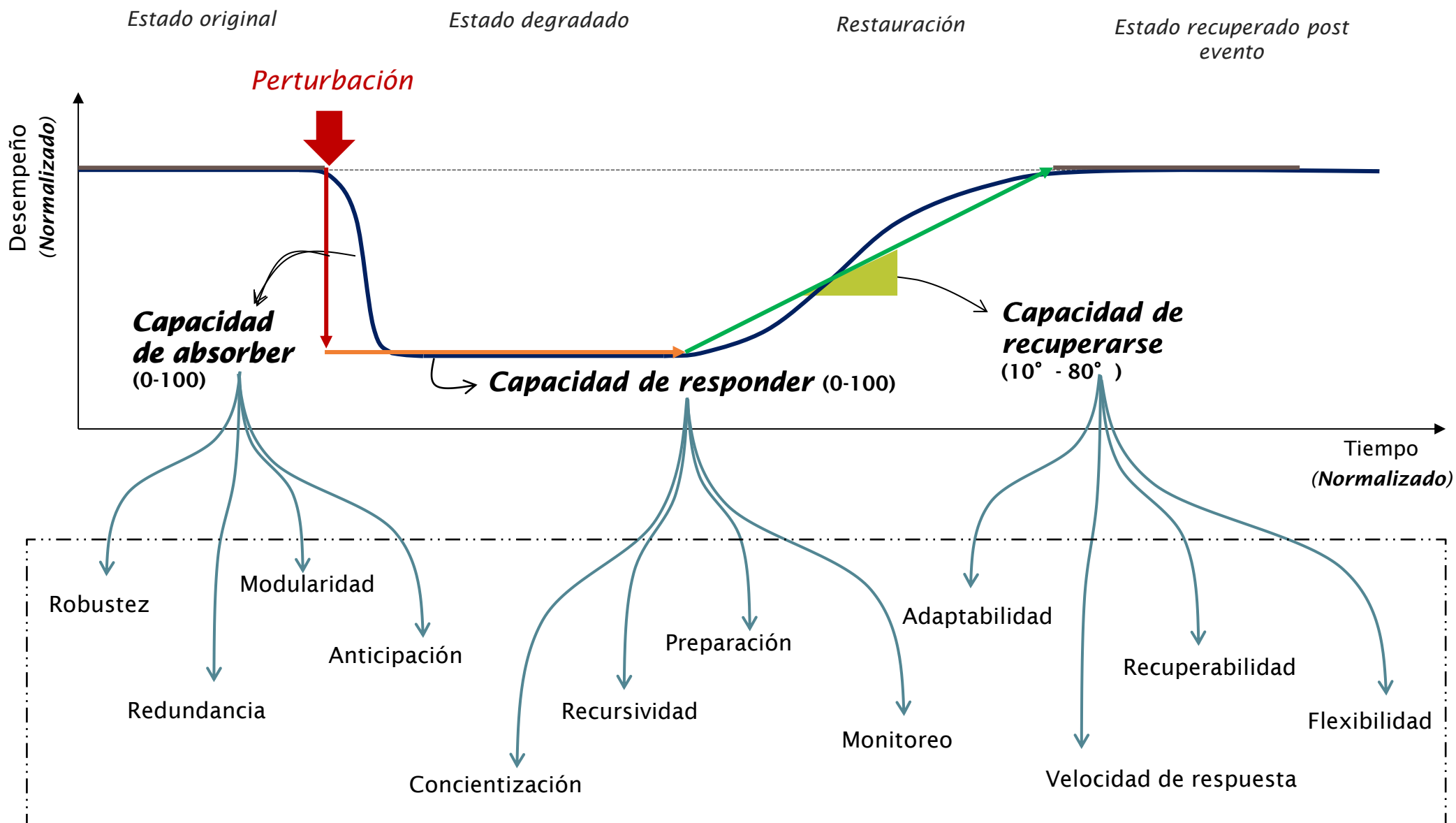
Casos de aplicación

Global Infrastructure Resilience Index

GIRI – Global Infrastructure Resilience Index

Curva de desempeño

Atributos
(Principios de la resiliencia)

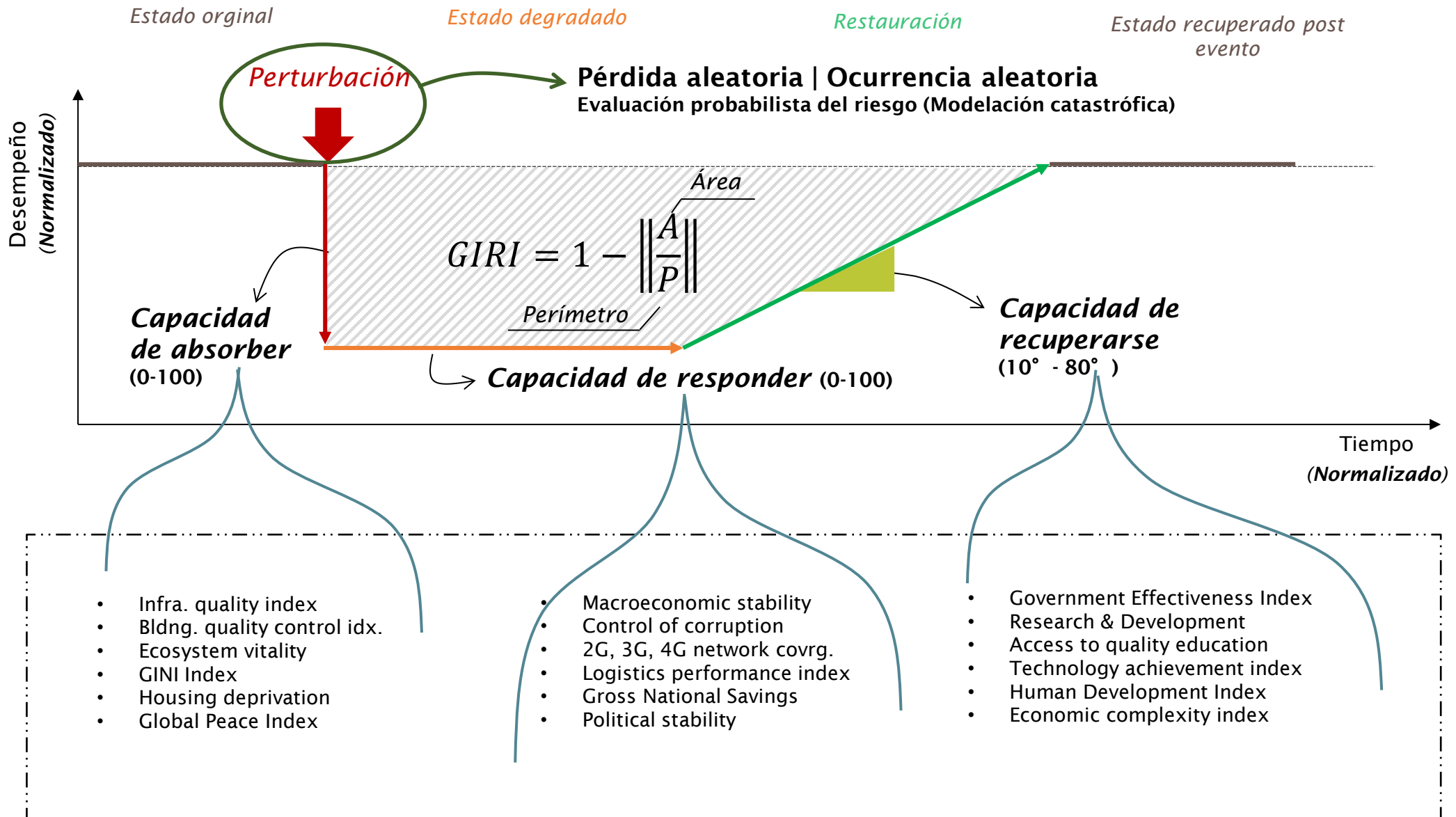


GIRI – Global Infrastructure Resilience Index

Curva de desempeño

Atributos

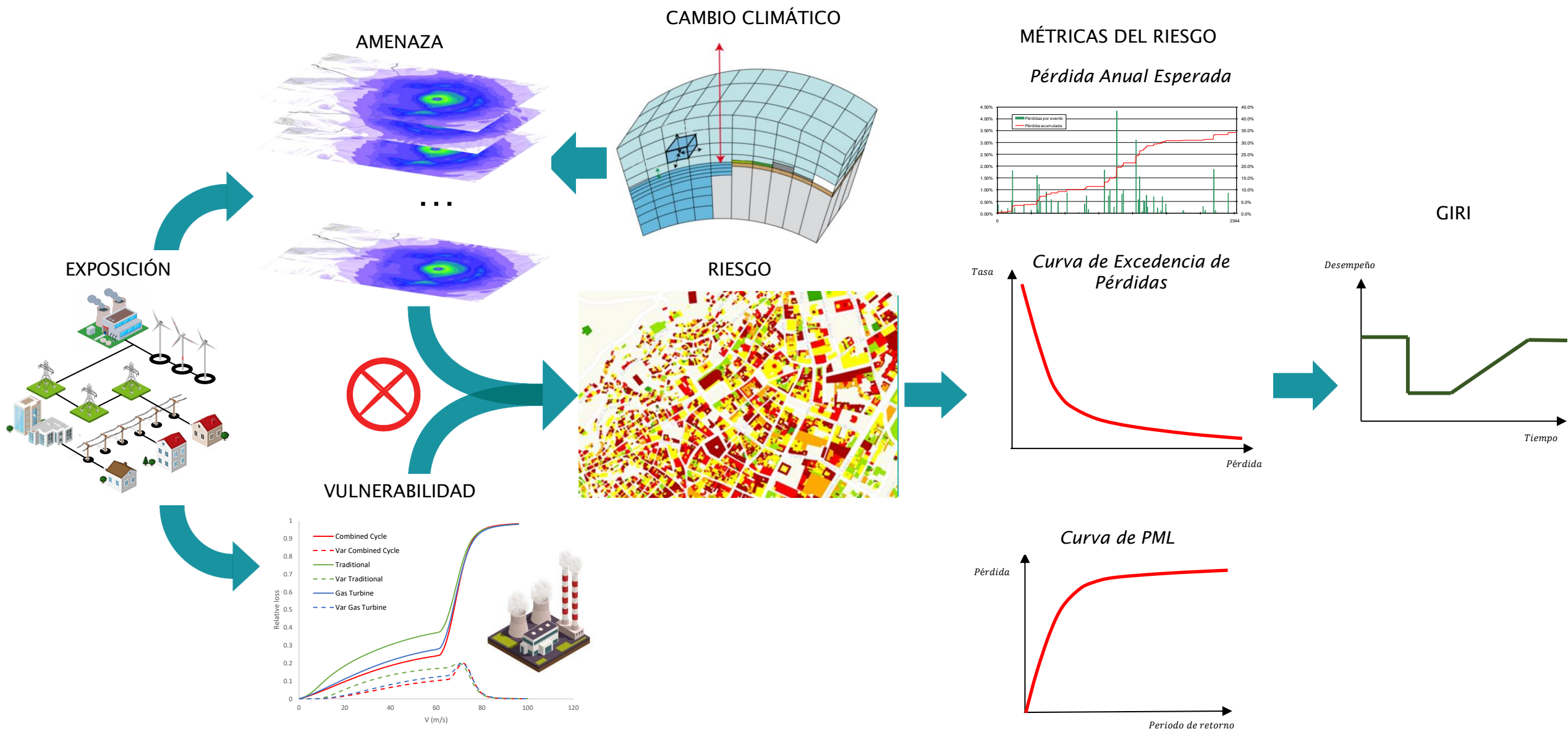
(Sistema de indicadores)





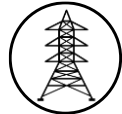
by **R**Ingeniar
Risk Intelligence

Evaluación probabilista del riesgo



Scope of GIRI

All countries



Power



Highways and Railways



Transportation



Water, Wastewater, and Irrigation



Communications



Oil and Gas



Buildings

Earthquake



Tsunami



Landslide



Flood



Tropical Cyclone



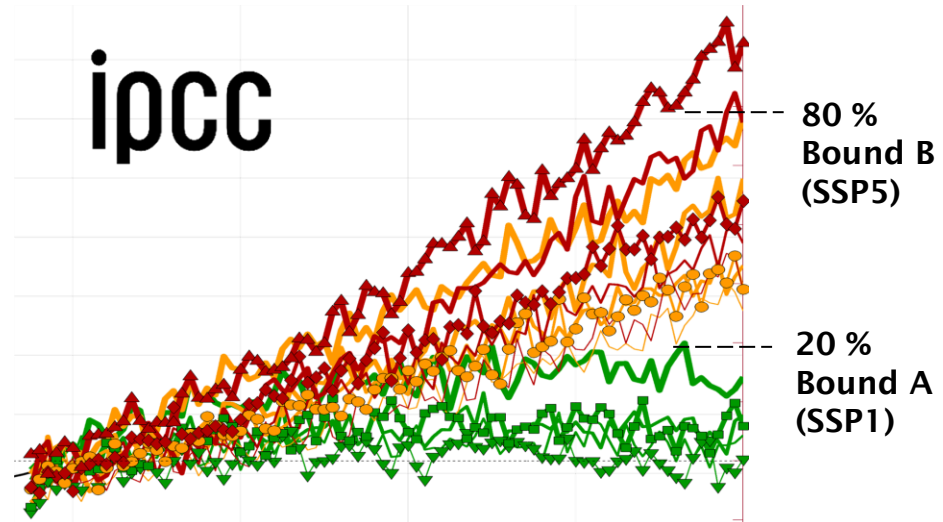
Heatwave



Cold Waves

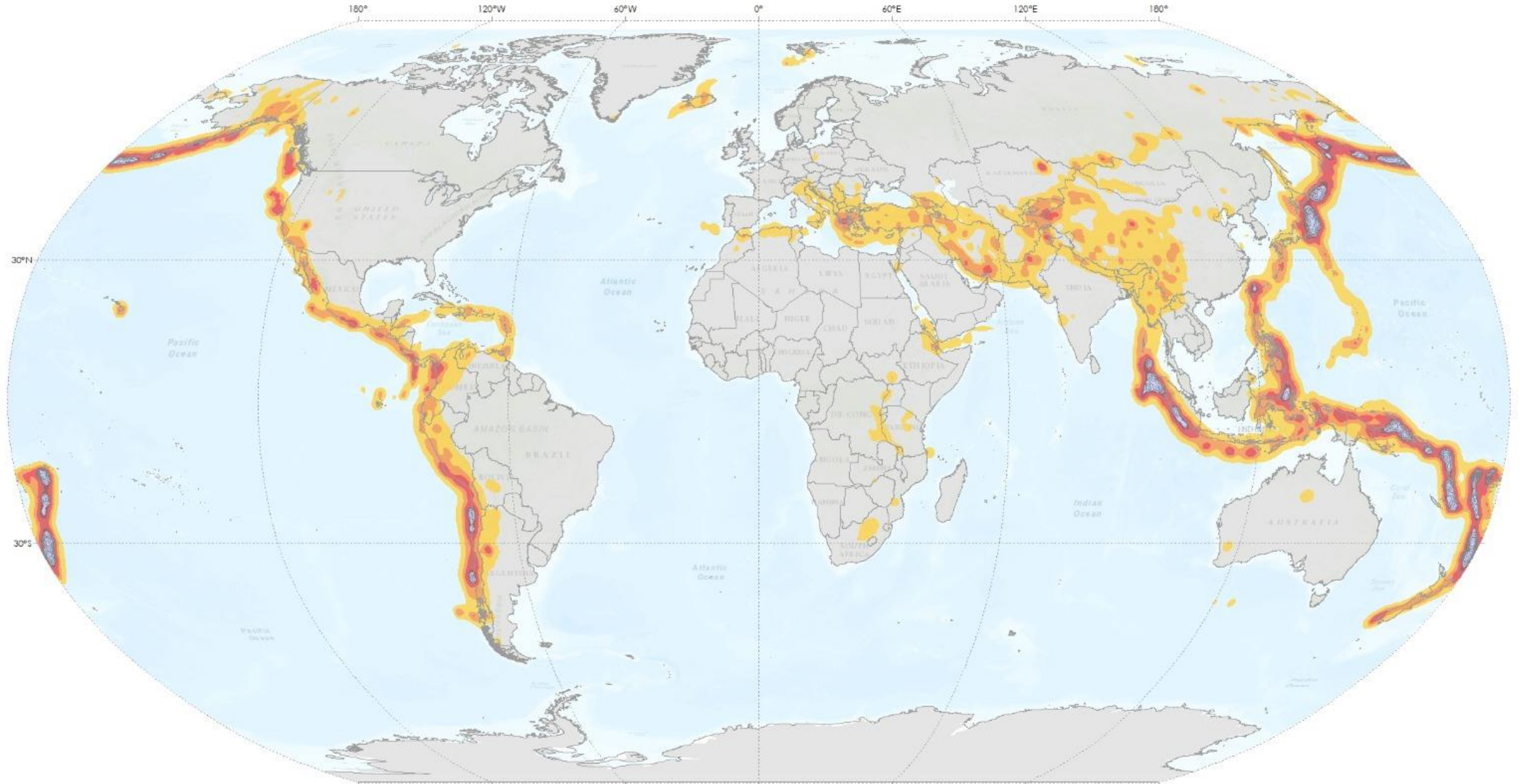


Climate Change



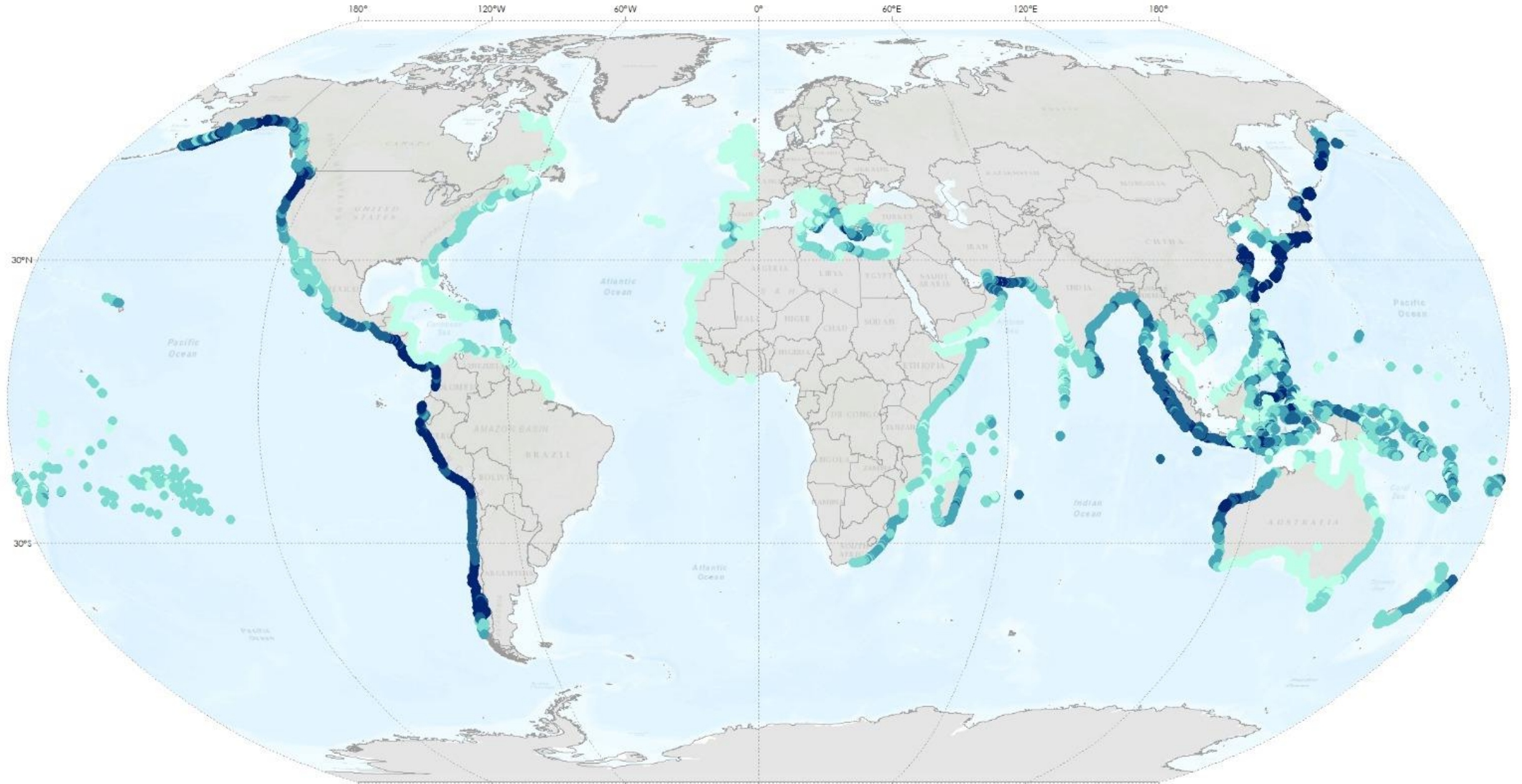
Modelación de la amenaza

Sismo



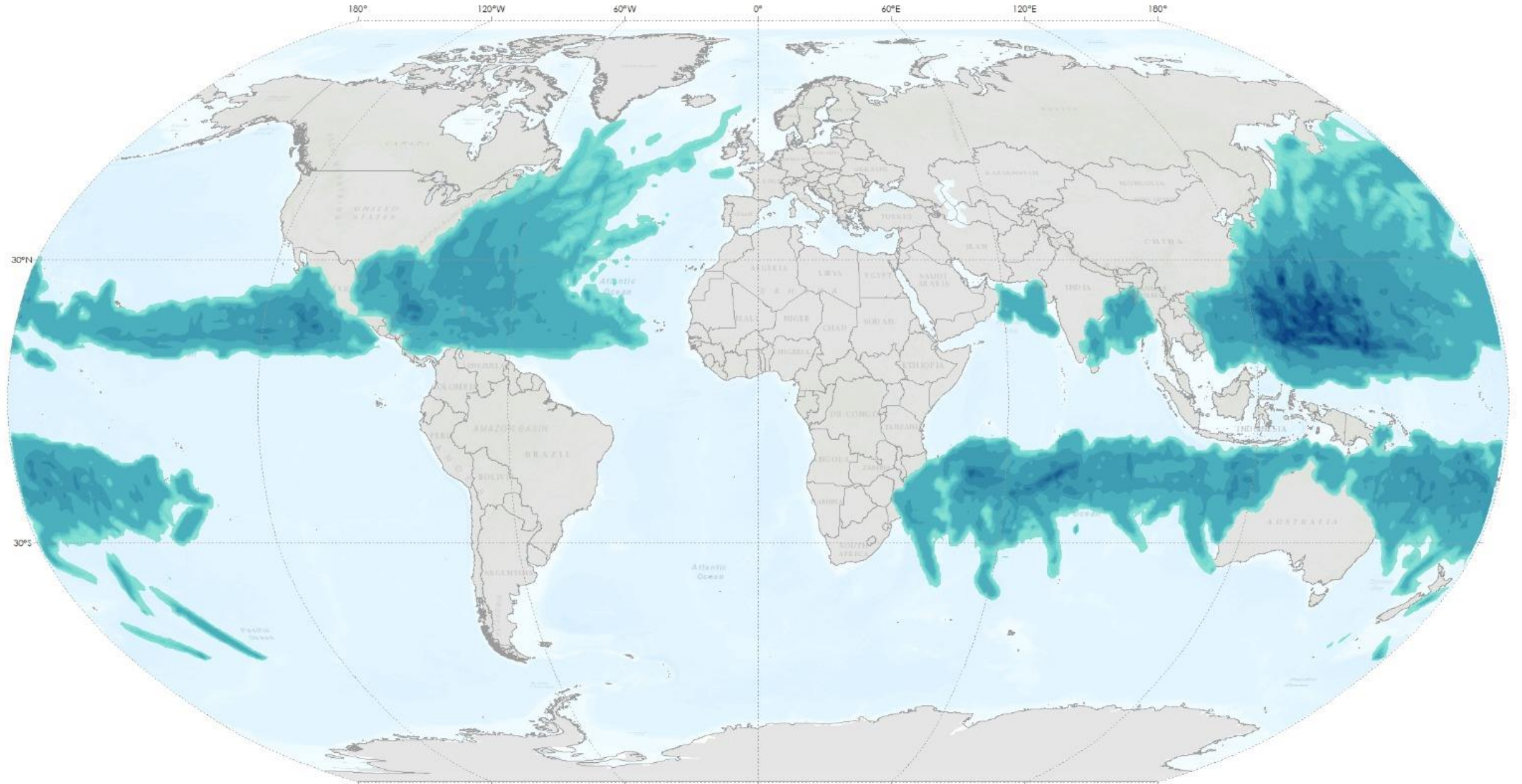
Modelación de la amenaza

Tsunami



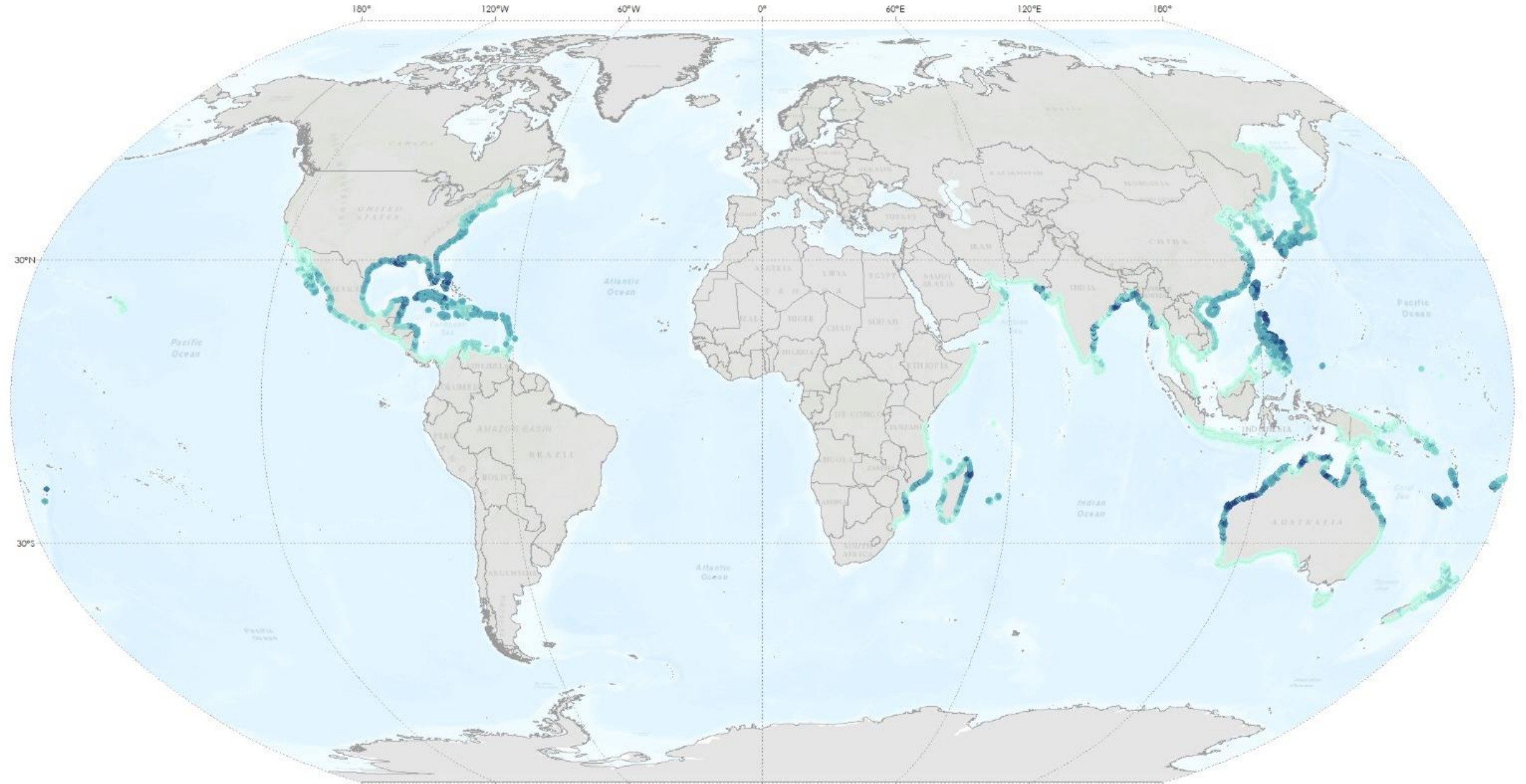
Modelación de la amenaza

Ciclones tropicales (viento)



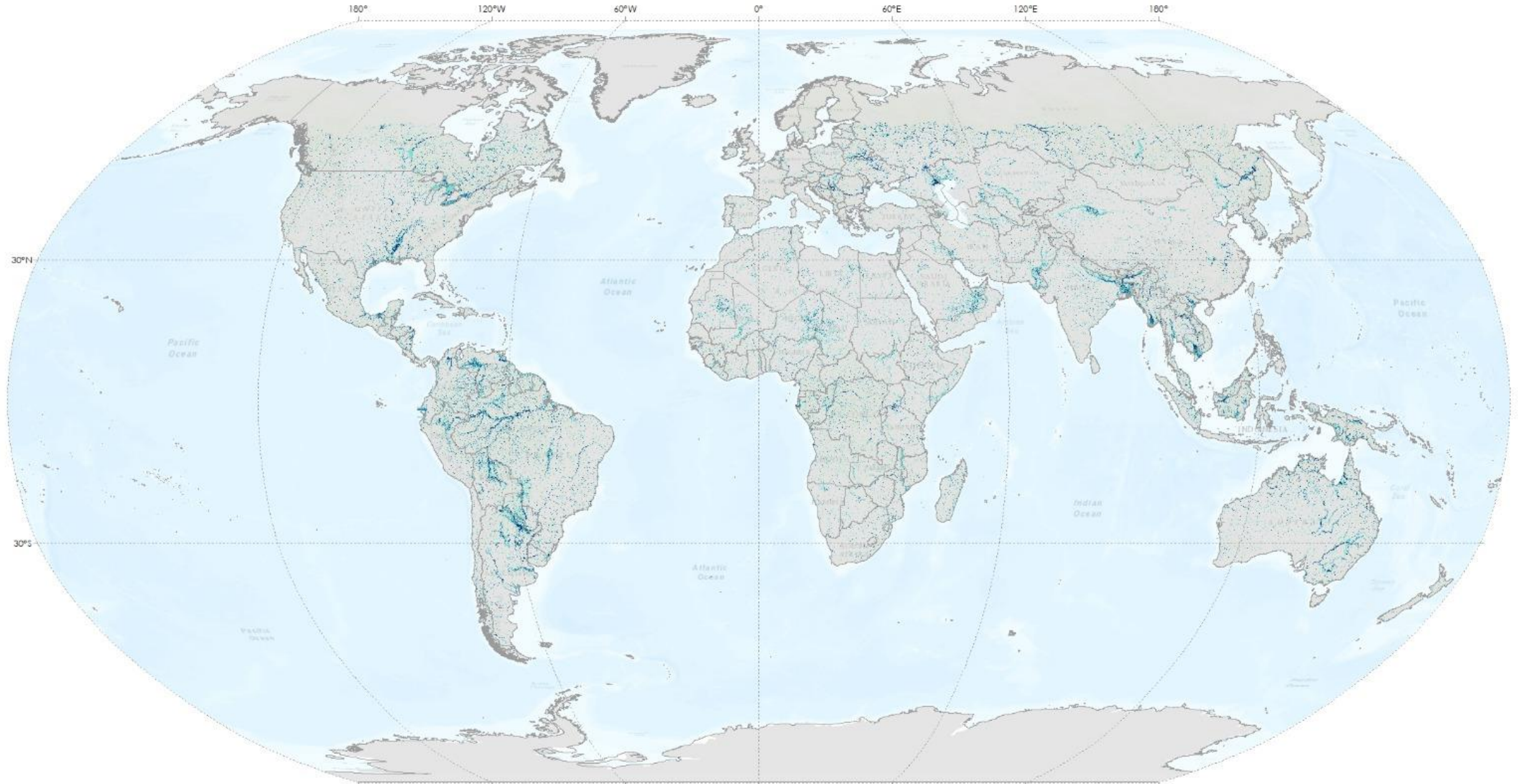
Modelación de la amenaza

Ciclones tropicales (marea de tormenta)



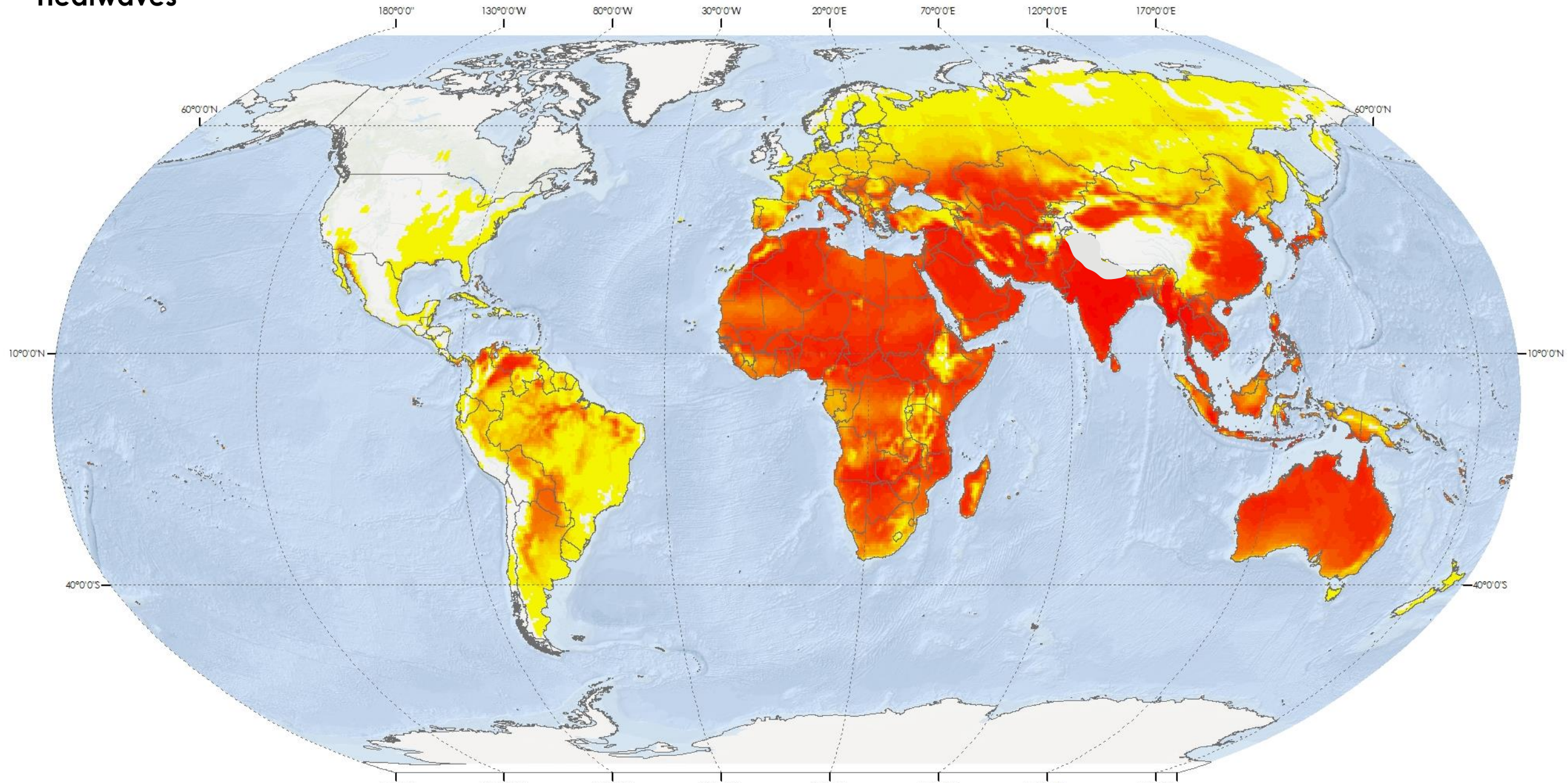
Modelación de la amenaza

Inundación



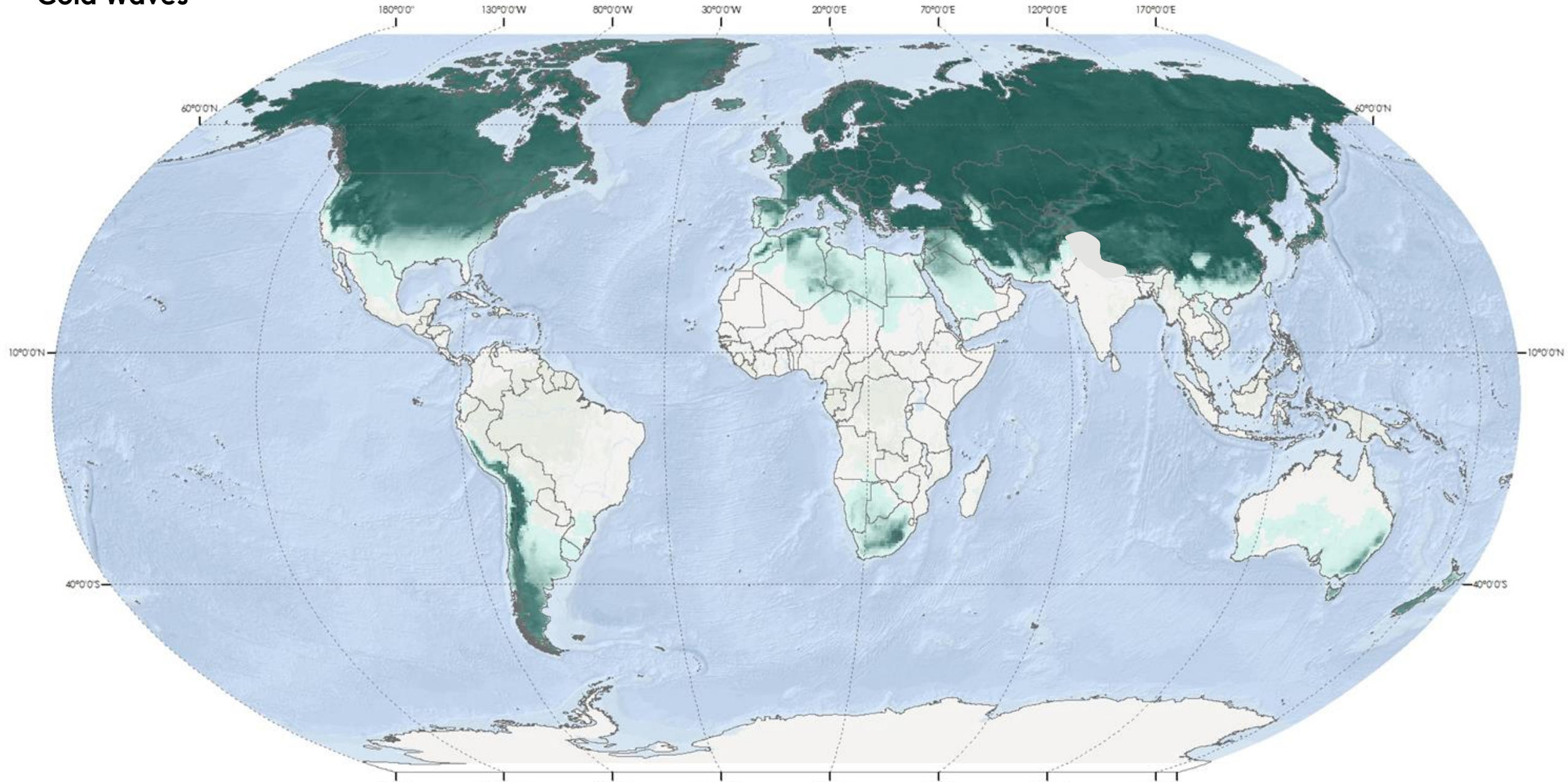
Hazard Models

Heatwaves



Hazard Models

Cold Waves



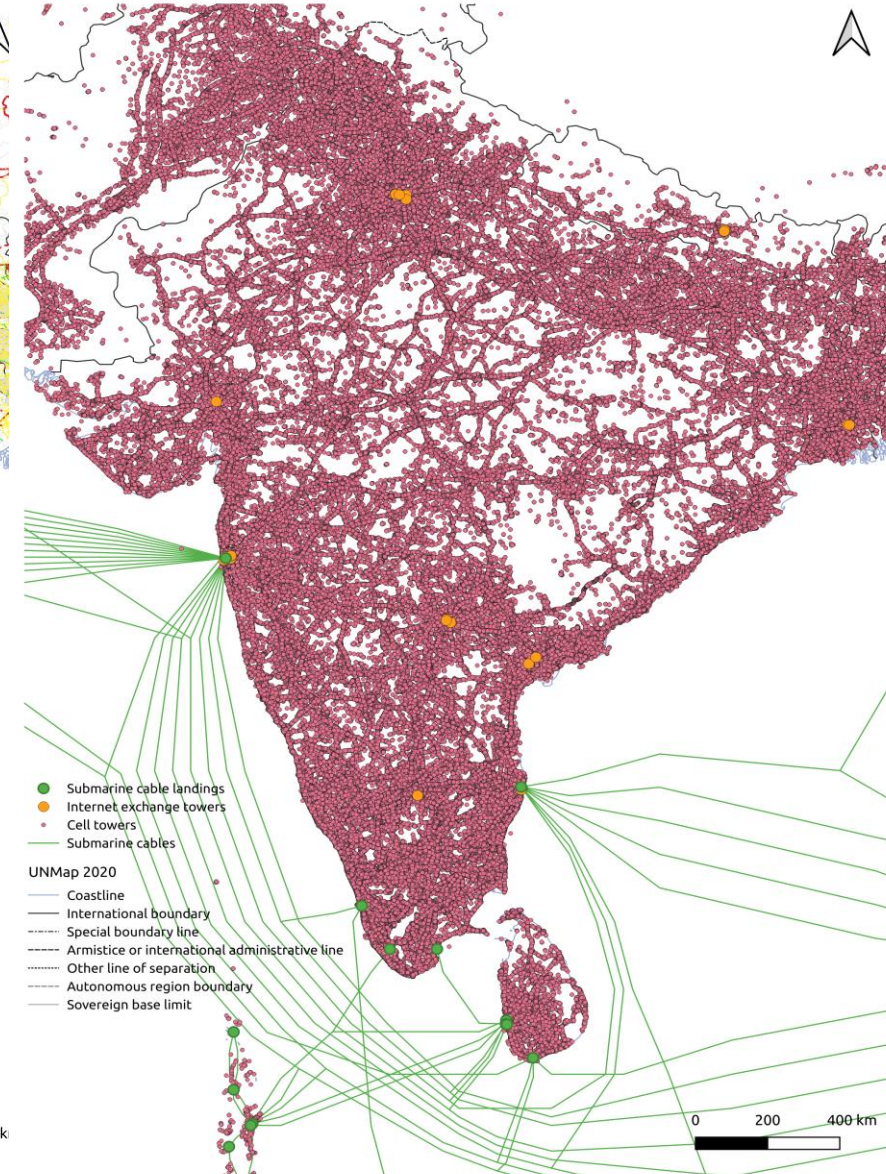
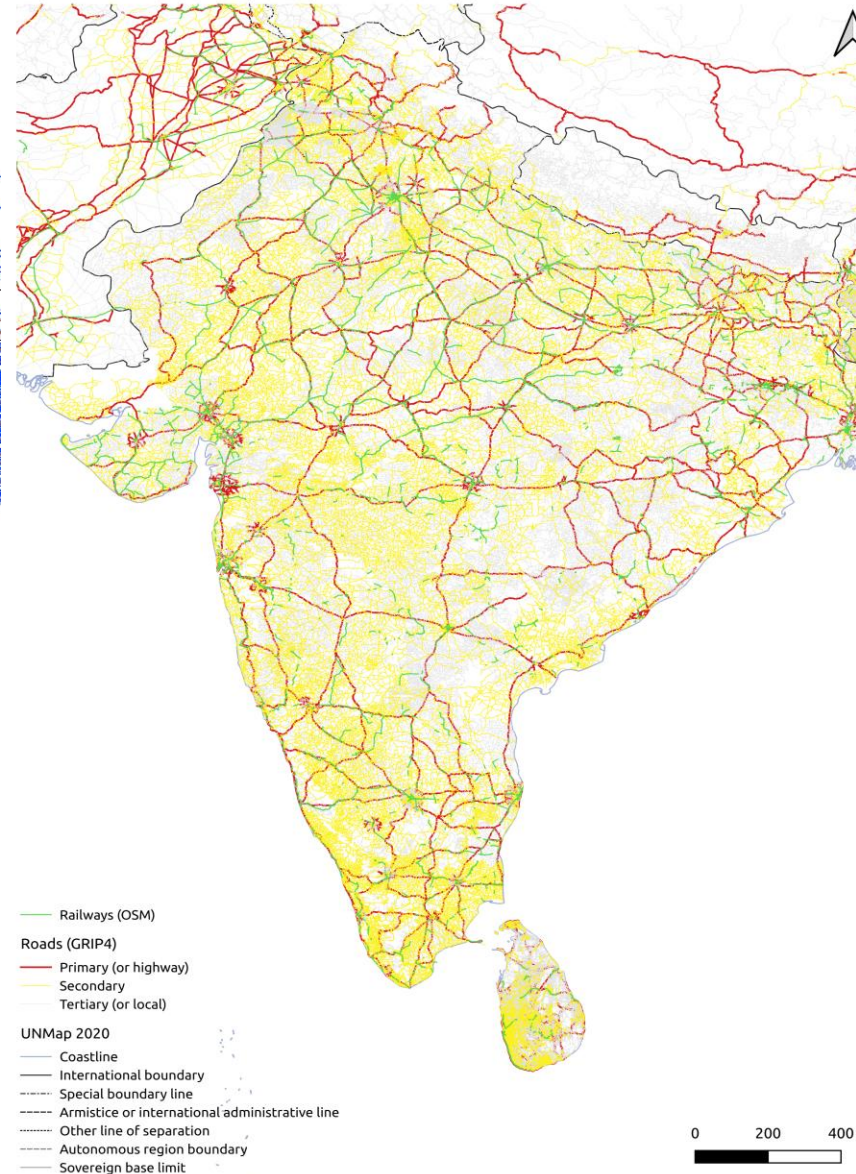
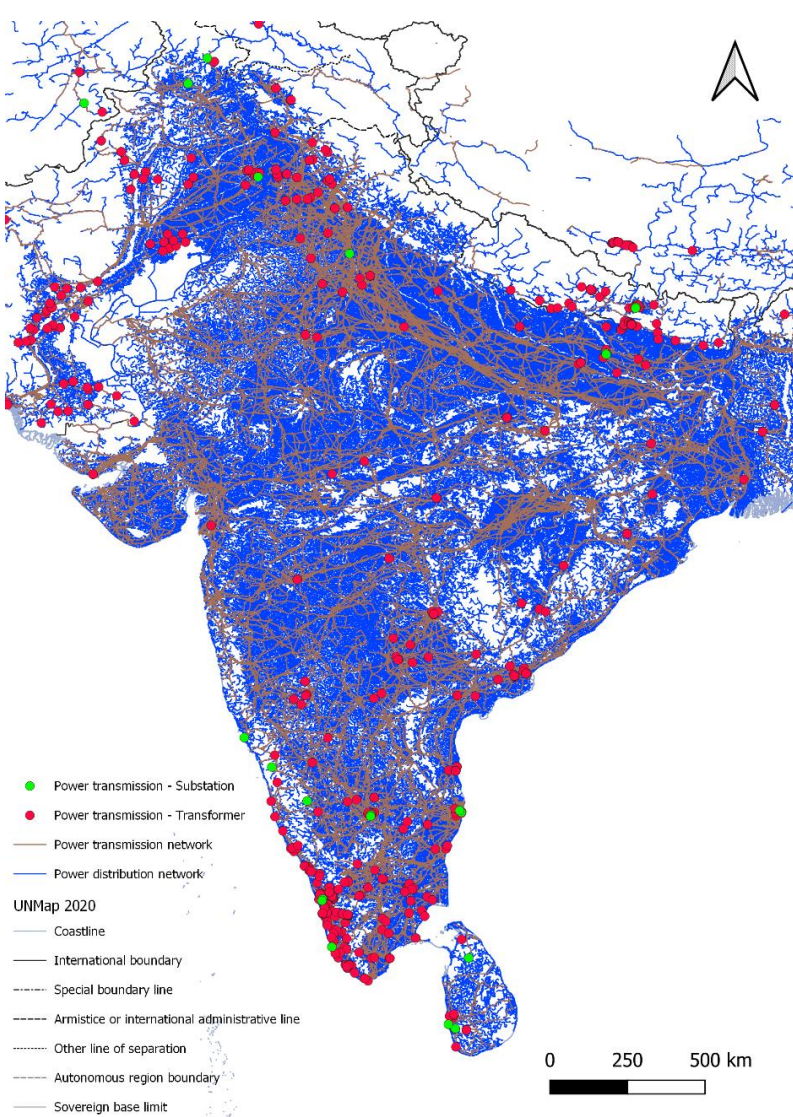
Modelo de exposición

Enfoque de “arriba hacia abajo”



Modelo de exposición

Enfoque de “abajo hacia arriba”



Modelo de vulnerabilidad

Arquetipos de elementos de infraestructura



Termoeléctrica



Aeropuerto



Refinería



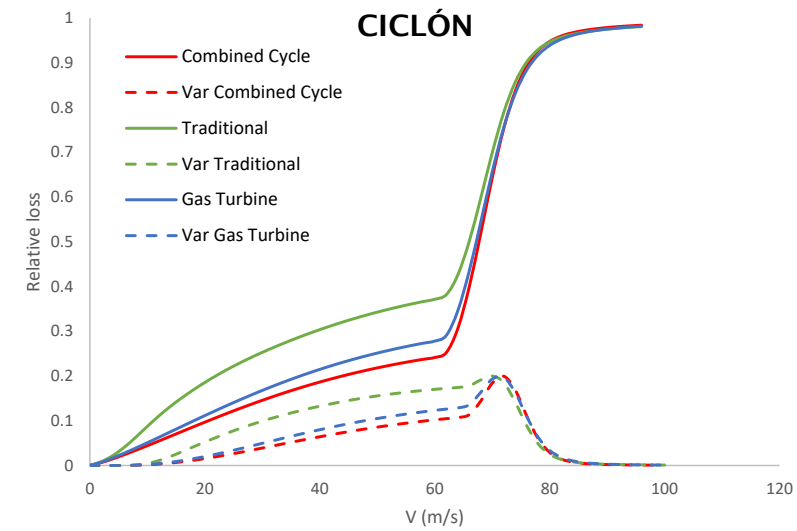
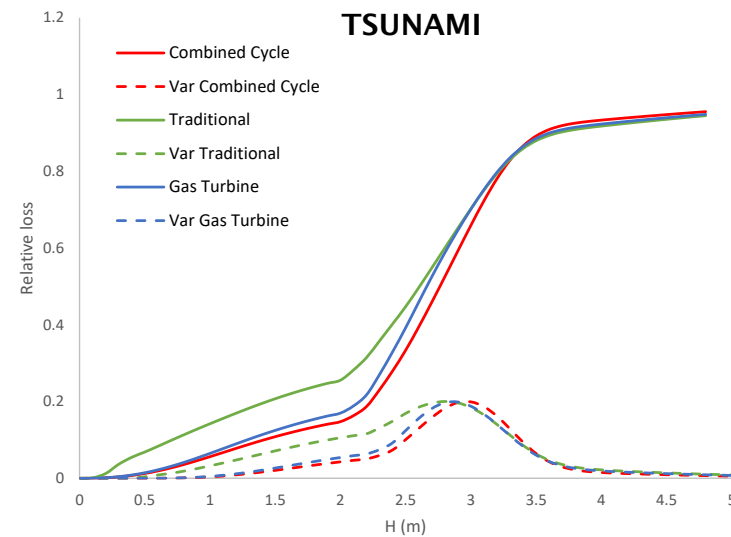
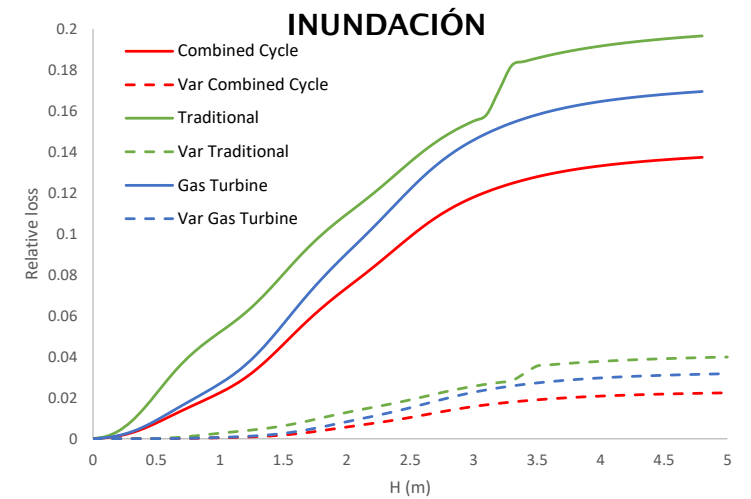
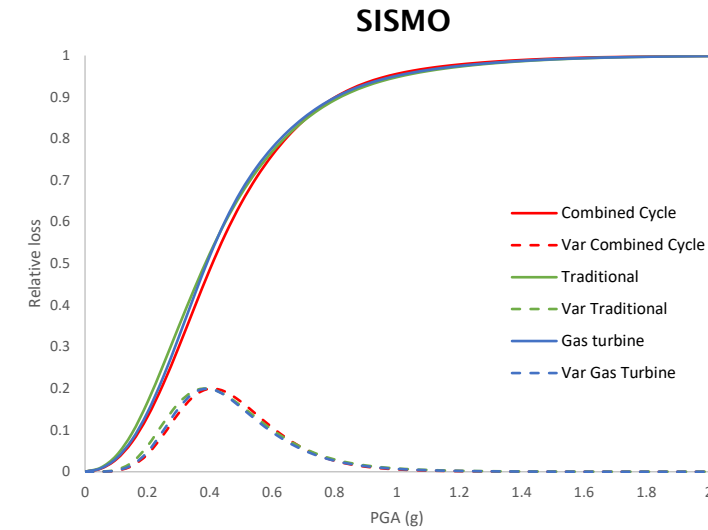
PTAR

Modelo de vulnerabilidad

Arquetipos de elementos de infraestructura



Termoeléctrica



Modelo de vulnerabilidad

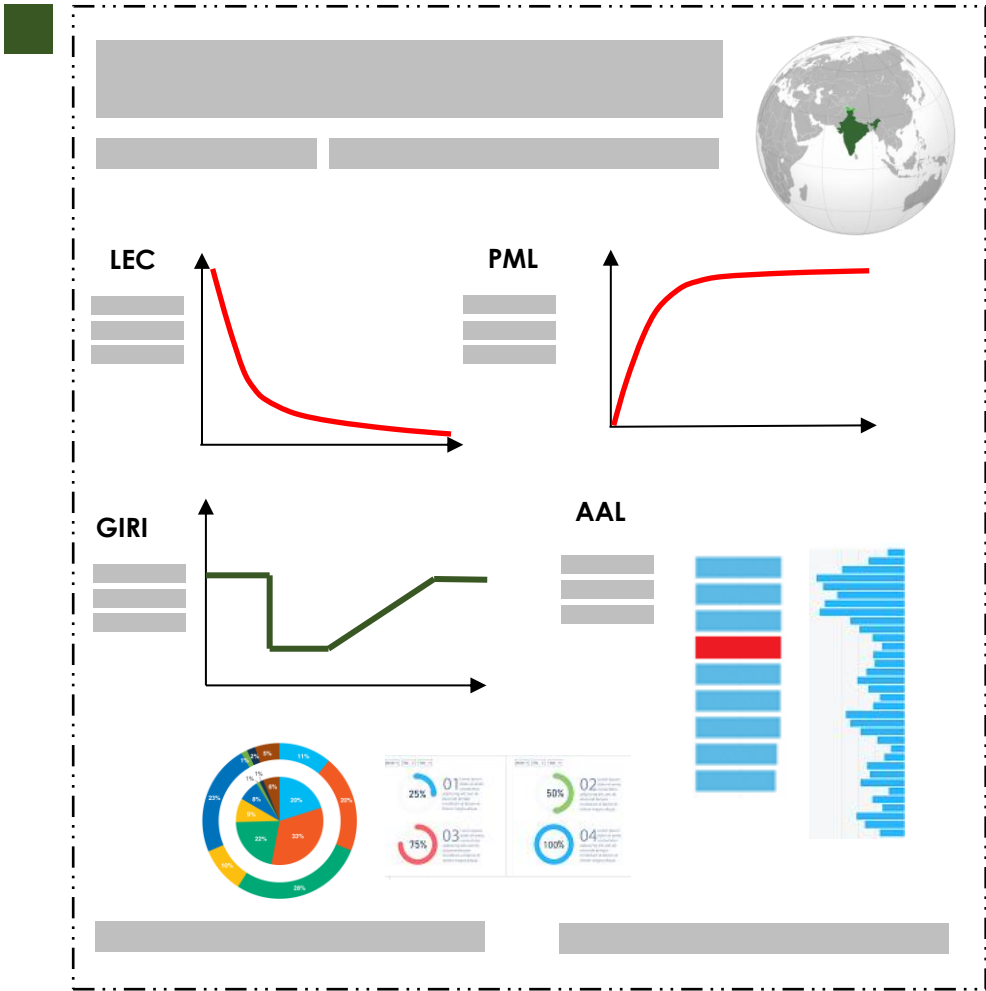
Arquetipos de elementos de infraestructura

50 + Arquetipos

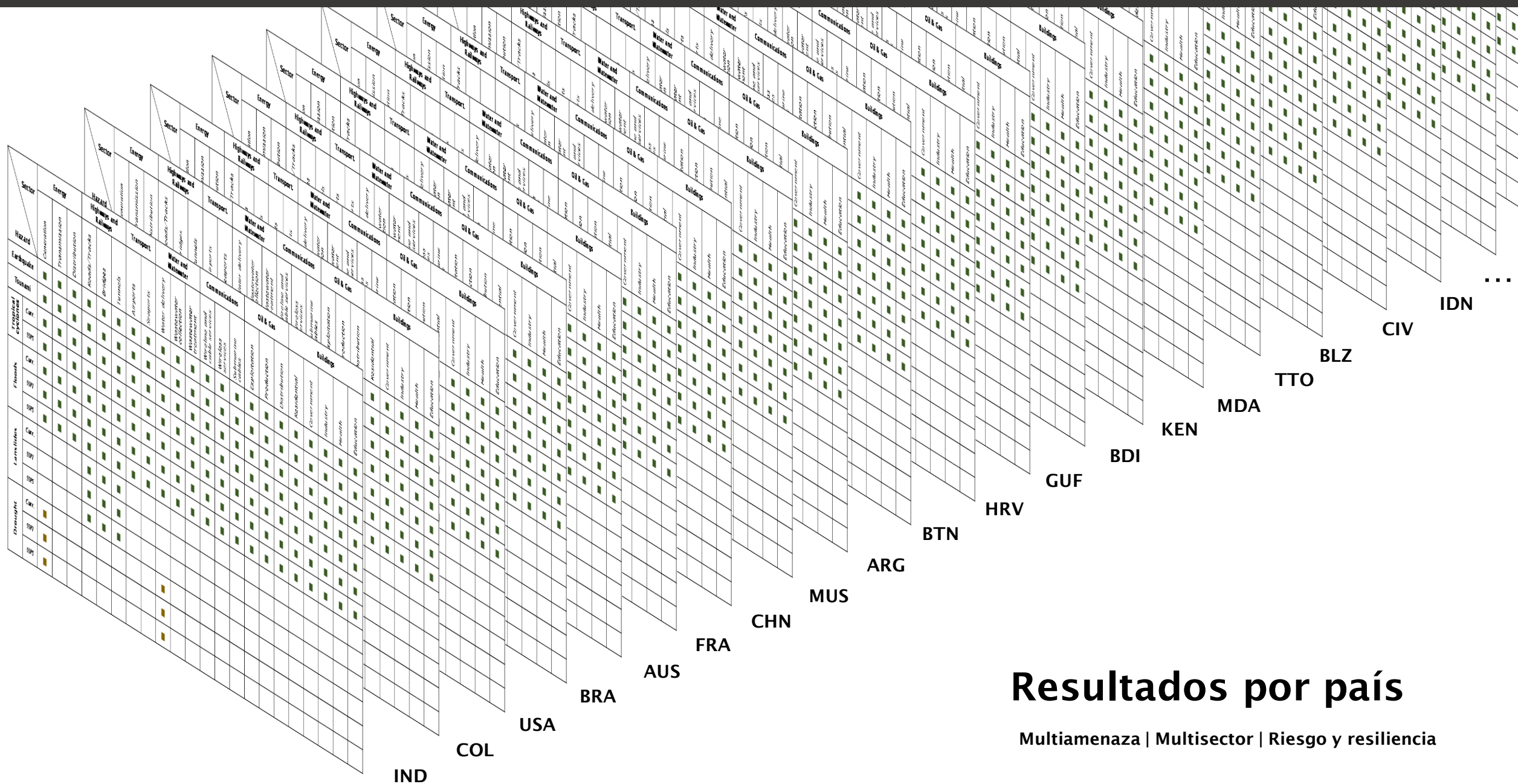
Uso Interno estricto

Evaluación del riesgo y la resiliencia

Sector \ Amen.		Energía			Vías			Ferrovías			Transporte	
		Generación	Transm.	Distribución	Vías	Puentes	Túneles	Vías	Puentes	Túneles	Aeropuert.	Barcos
Sismo		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tsunami		■	■	■	☞	■	■	■	■	■	■	■
Ciclones trop.	Base	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	SSP5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Inundación	Base	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	SSP1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	SSP5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Desliz. Sismo					■			■				
Deslizamientos Lluvia	Base				■			■				
	SSP1				■			■				
	SSP5				■			■				
Sequía	Base	■										
	SSP1	■										
	SSP5	■										

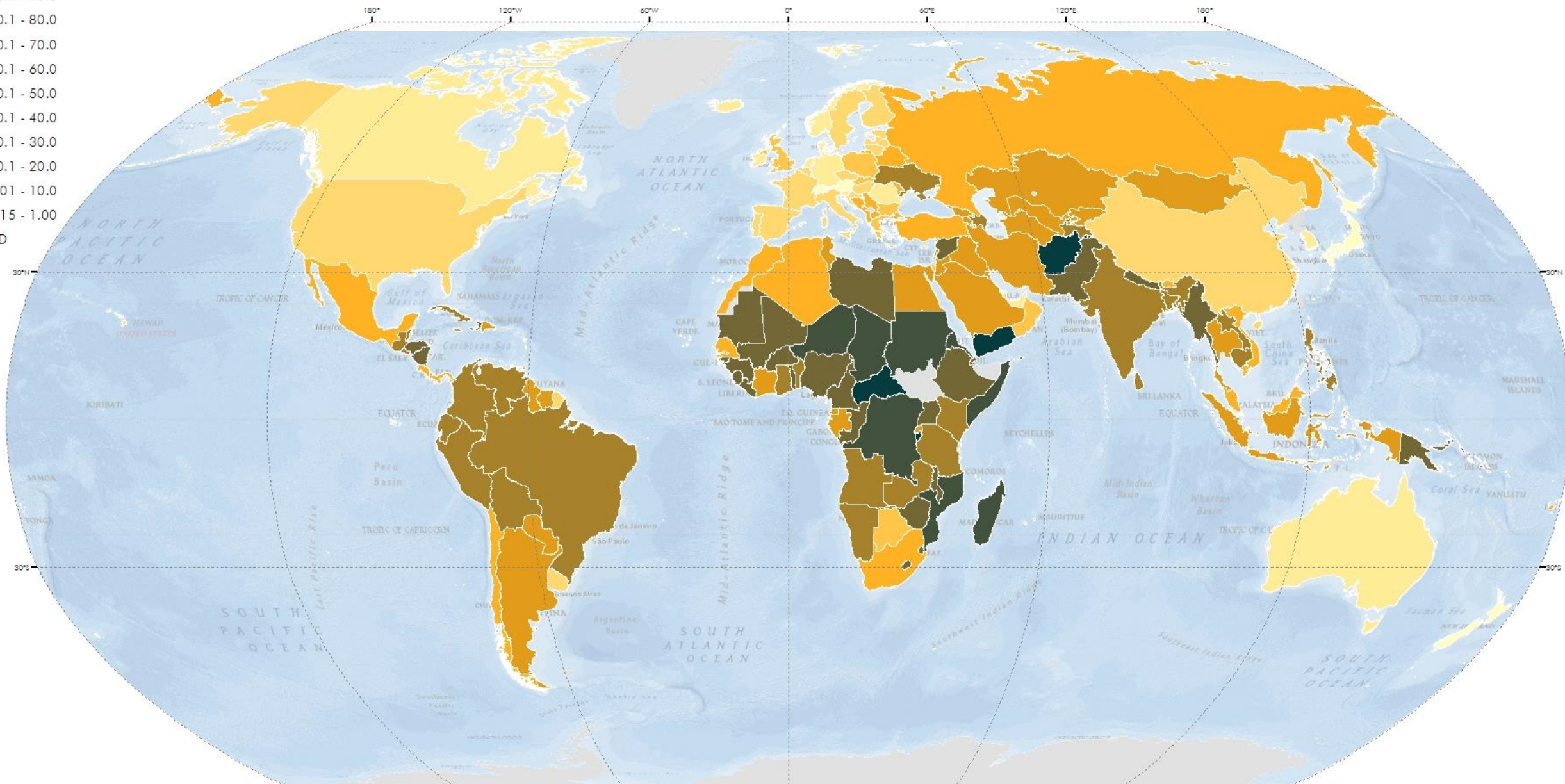
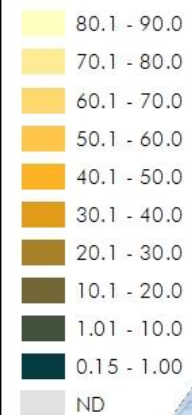


Evaluación del riesgo y la resiliencia

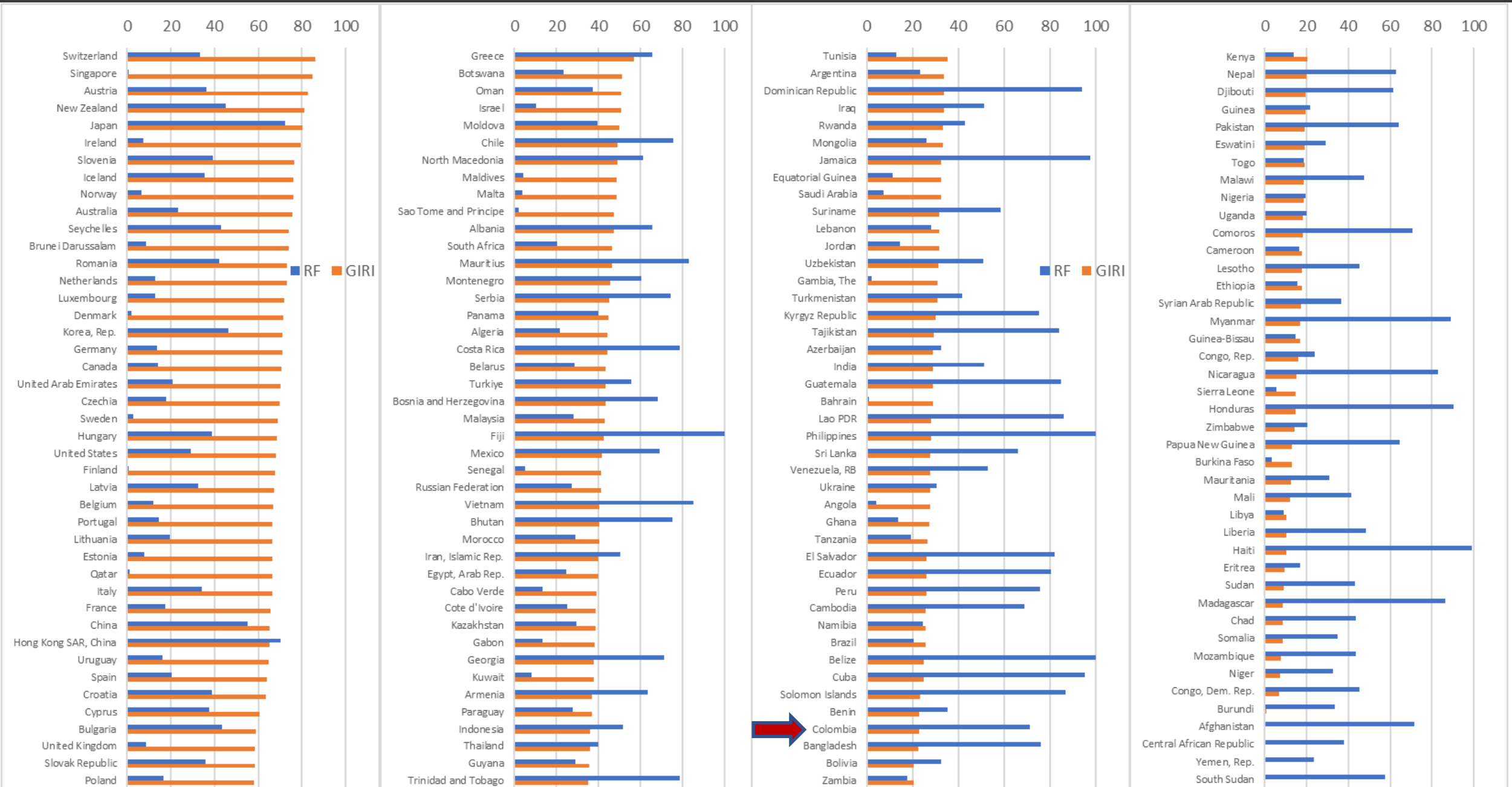


Global Infrastructure Resilience Index – GIRI

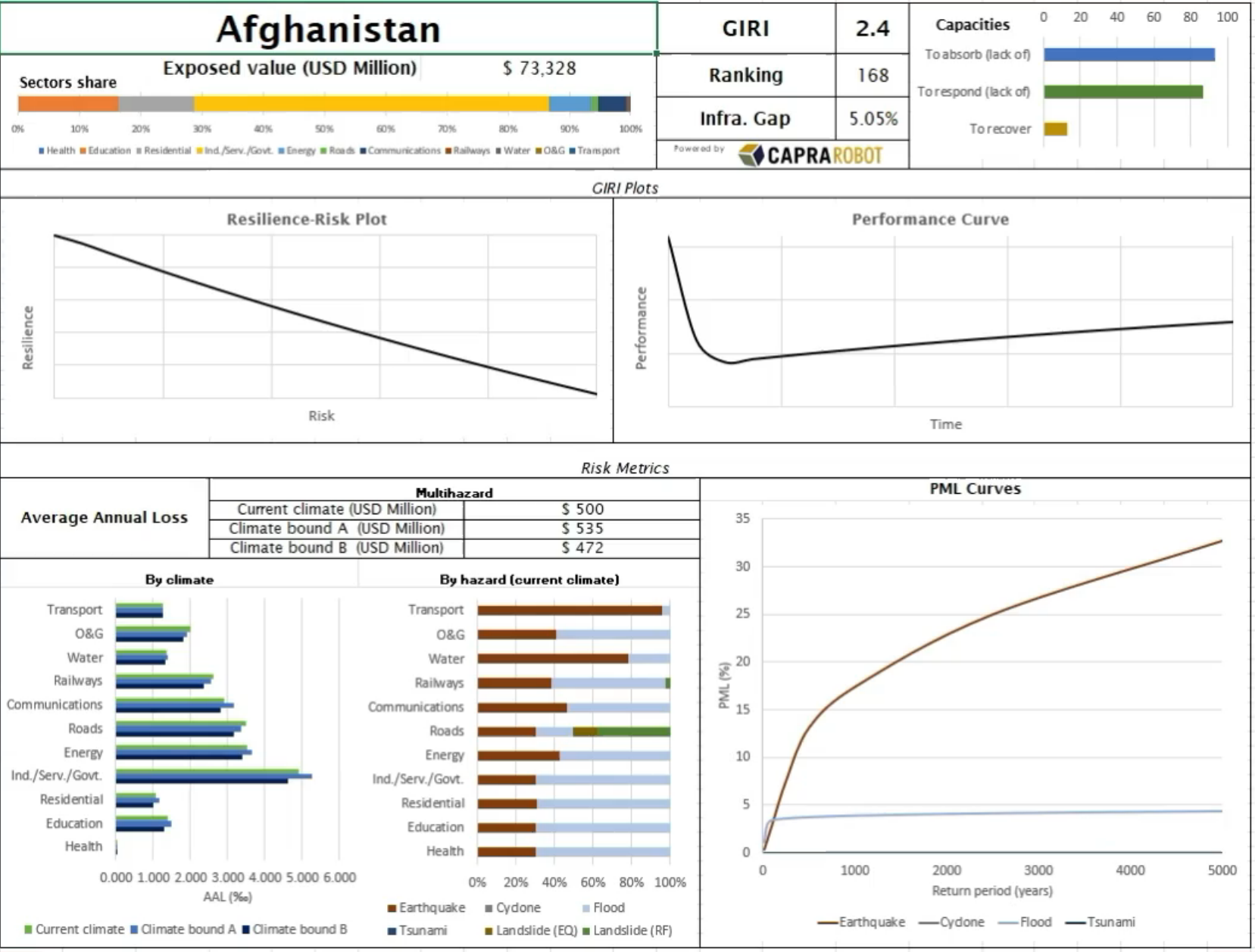
Global Infrastructure Resilience Index
GIRI



Global Infrastructure Resilience Index – GIRI



Evaluación del riesgo y la resiliencia



Perfil por país

Multiamenaza | Multisector | Riesgo y resiliencia

Plataforma de consulta

cdri.world/gir



[Home](#)

[MAP viewer](#)

[RISK Metrics](#)

[Documentation](#)

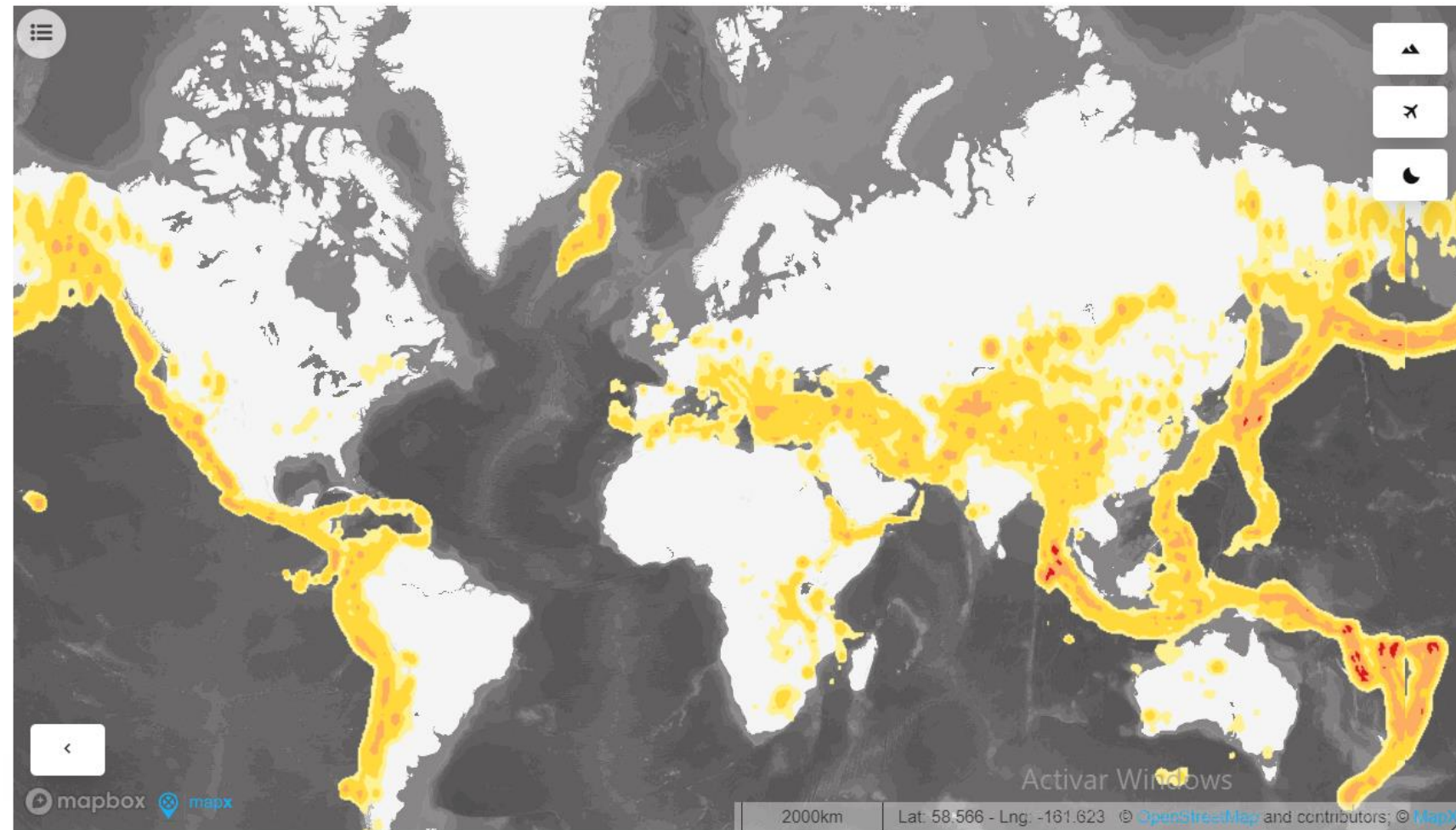
[Contact Us](#)

[Featured \(16\)](#)

[Explore \(113\)](#)

[Pinned \(0\)](#)

Building Exposure Model (BEM) - Total	Pin	Info	Share
Flood Hazard 10 Years - Existing climate	Pin	Info	Share
Flood Hazard 10 Years - SSP1 Lower bound	Pin	Info	Share
Flood Hazard 10 Years - SSP5 Upper bound	Pin	Info	Share
Peak Ground Acceleration PGA - 475 Years	Pin	Info	Share
Susceptibility Class of Landslides Triggered By Earthquakes	Pin	Info	Share
Susceptibility Class of Landslides Triggered By Precipitation - Existing climate	Pin	Info	Share
Total Average Annual Loss (AAL) per Building & Infrastructure - Existing climate	Pin	Info	Share
Total Average Annual Loss (AAL) per Building & Infrastructure - Lower bound	Pin	Info	Share



Plataforma de consulta

cdri.world/gir

Average Annual Loss by hazard

Average Annual Loss by climate

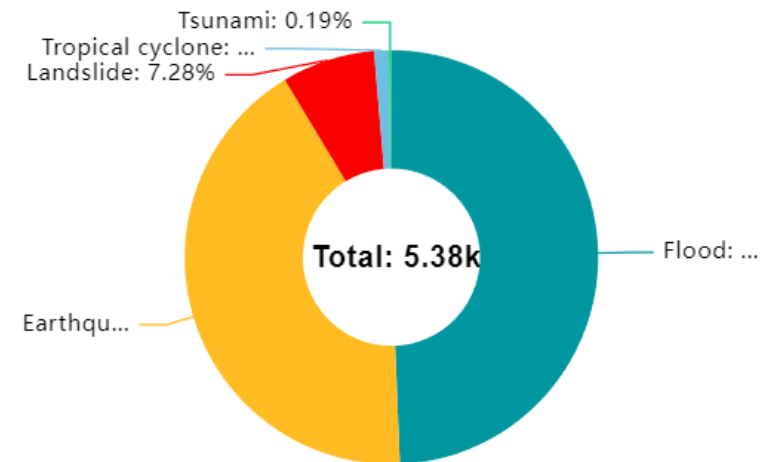
Total AAL - Current
Climate (Million...

5.38k

Current Climate (Million USD)

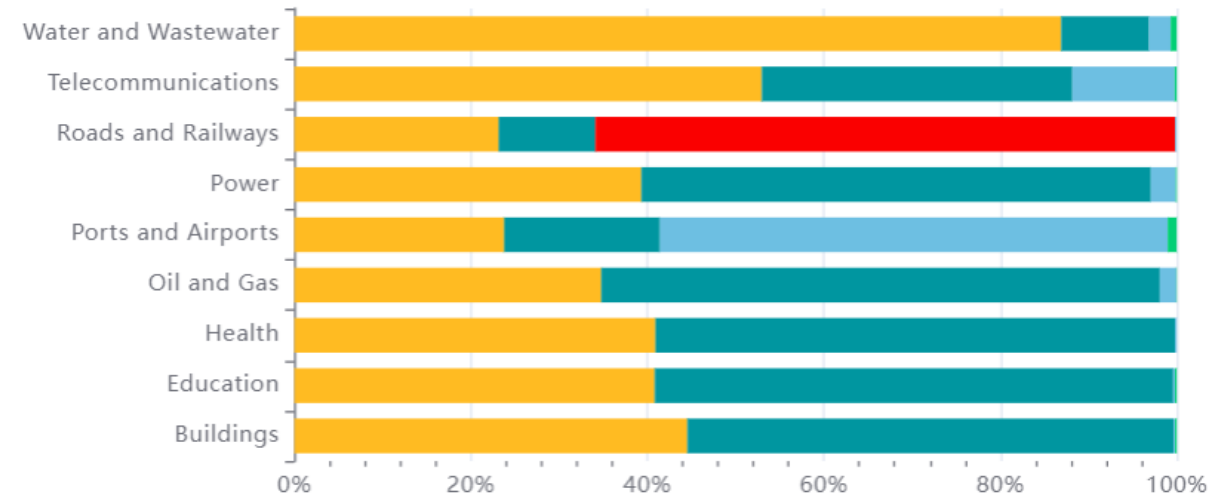
AAL multihazard (Million USD)

Flood Earthquake Landslide Tropic ◀ 1/2 ▶

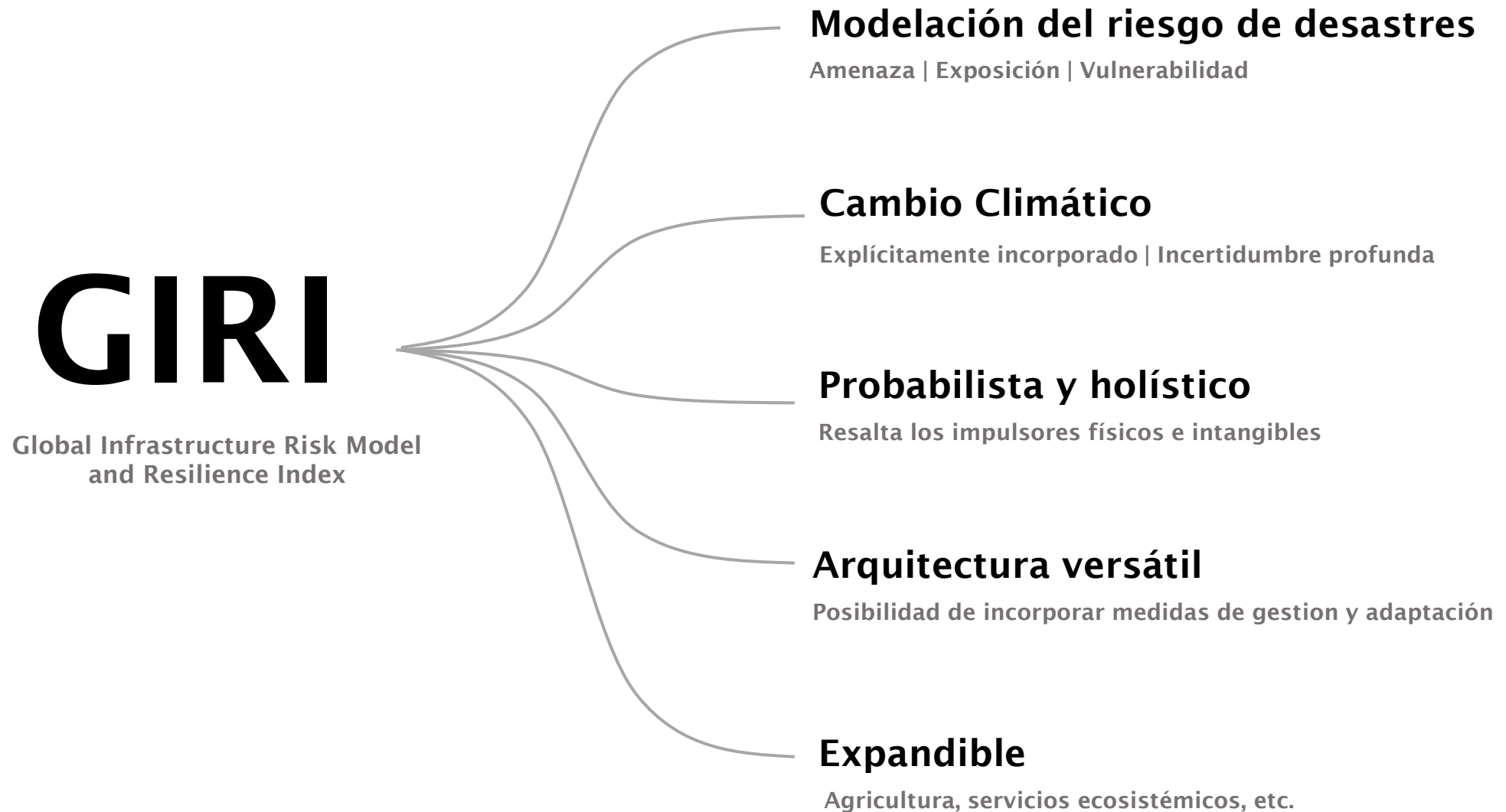


Average Annual Loss by hazard - current climate (% of total AAL per sector)

Earthquake Flood Landslide Tropical cyclone Tsunami

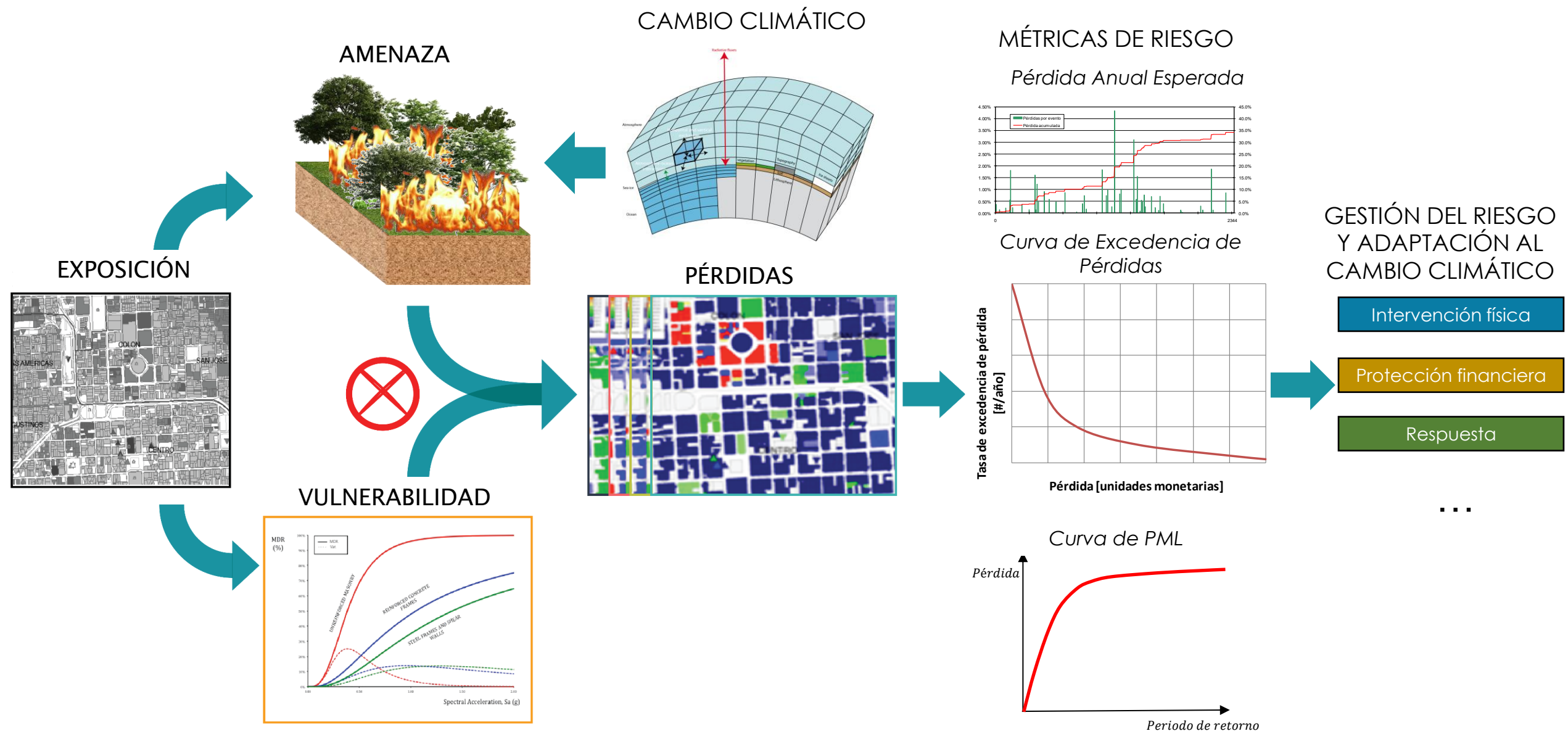


Global Infrastructure Risk Model and Resilience Index – GIRI

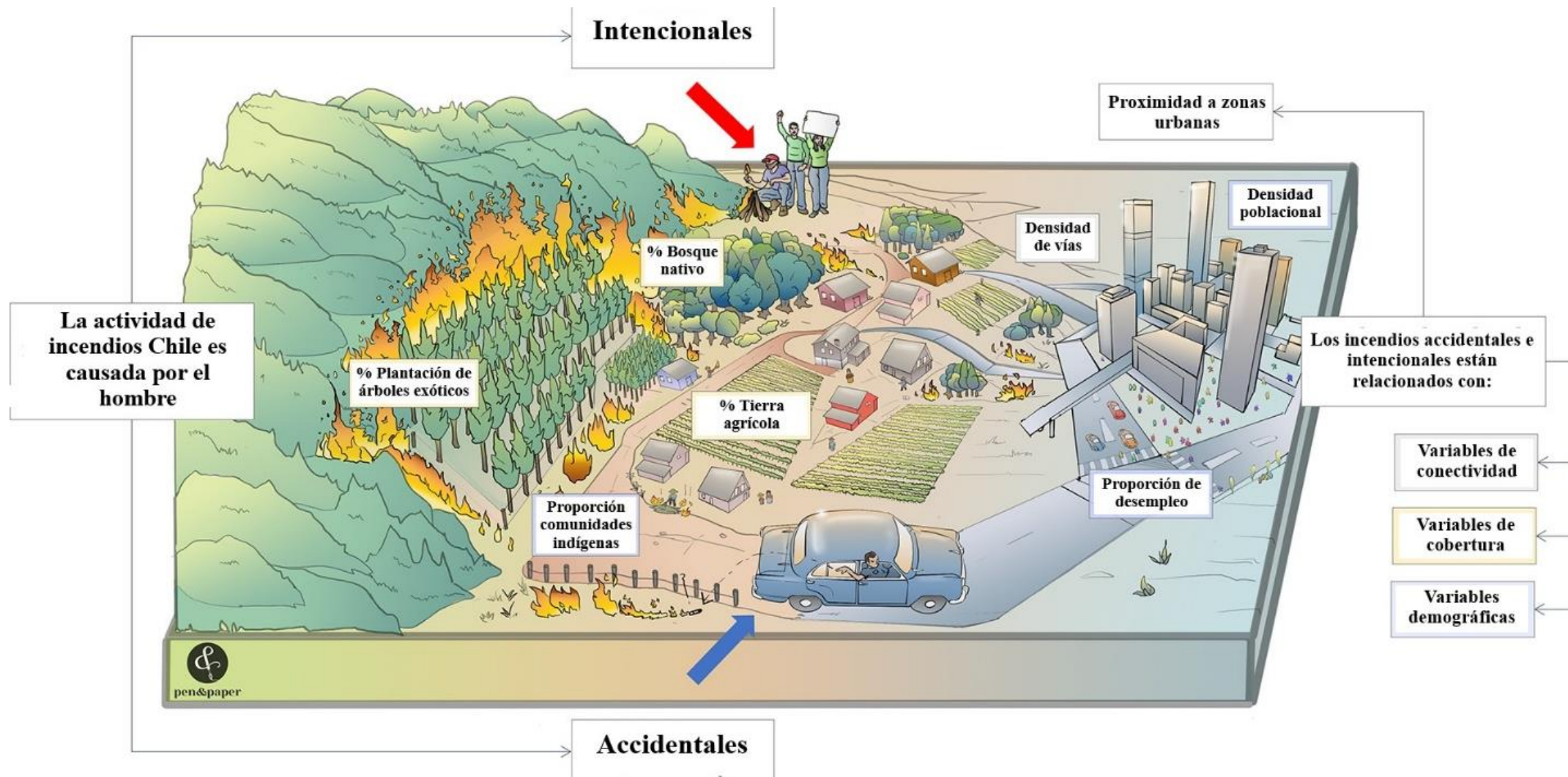


Casos de aplicación

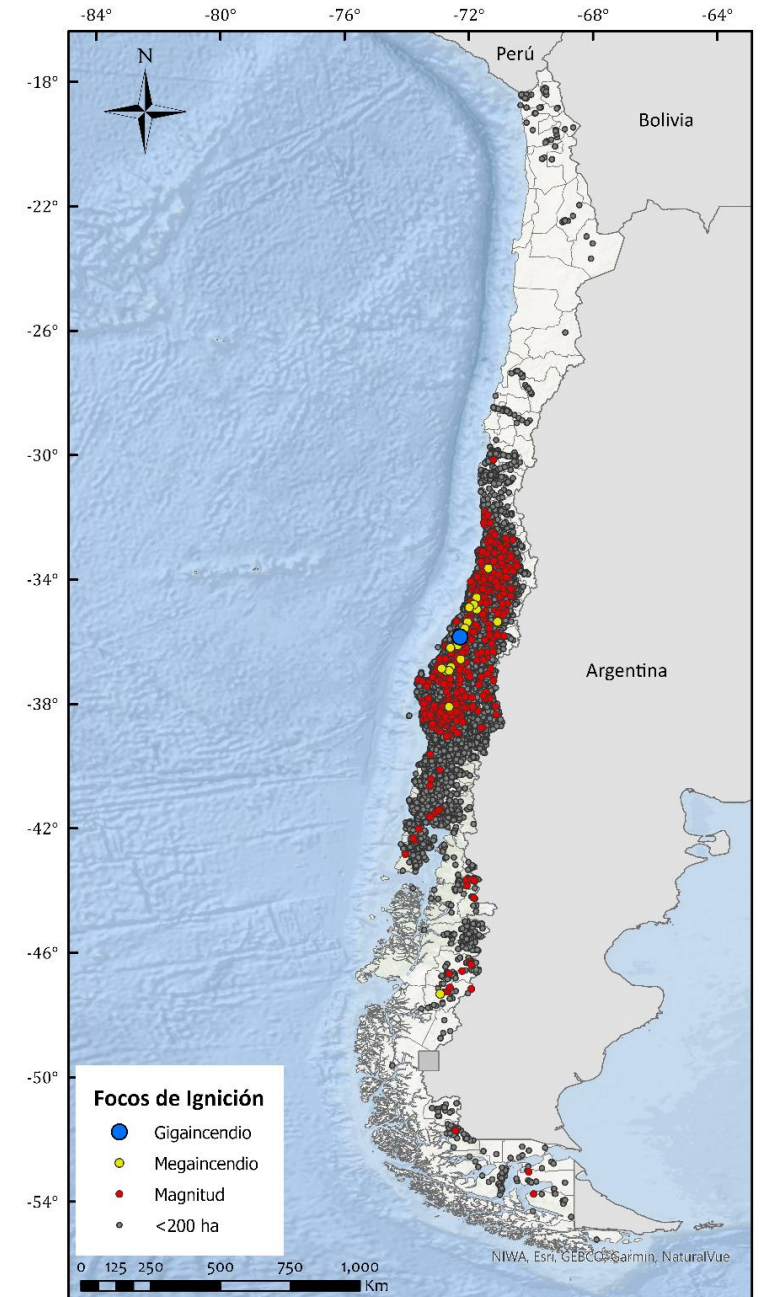
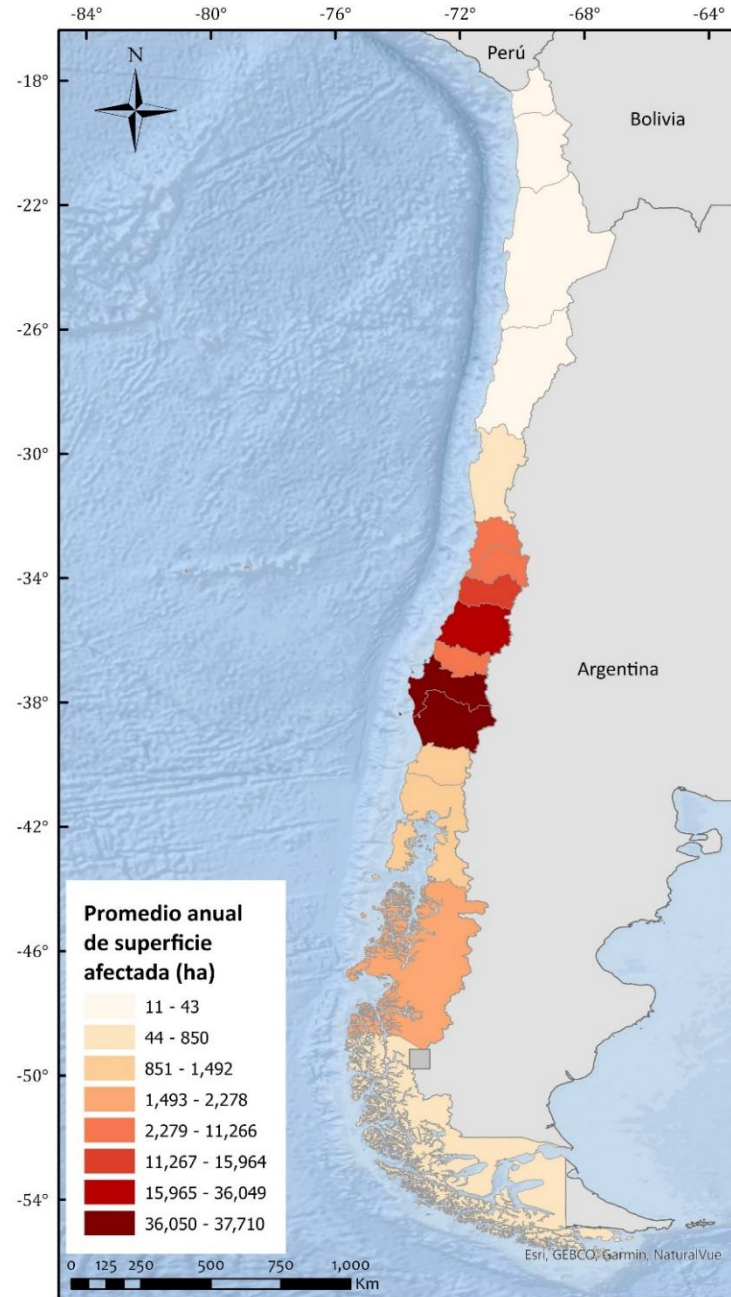
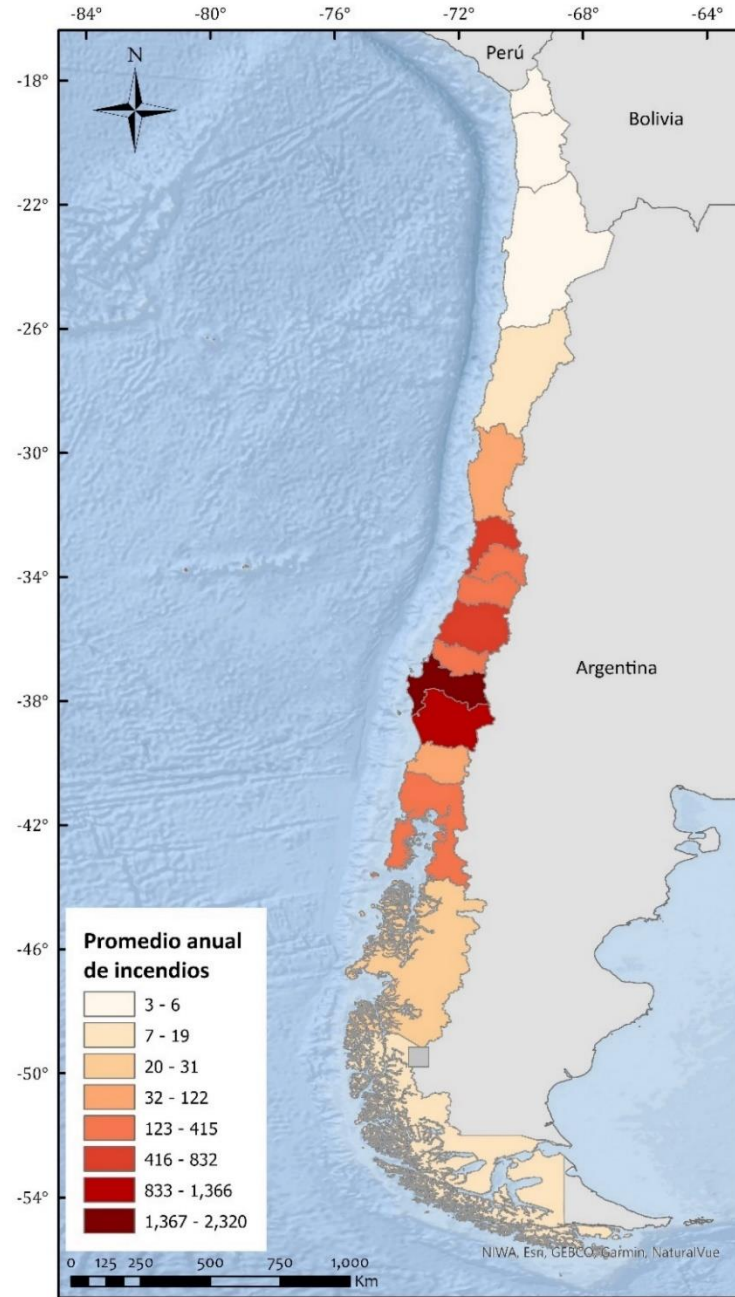
Incendios forestales en Chile



Causas del fuego

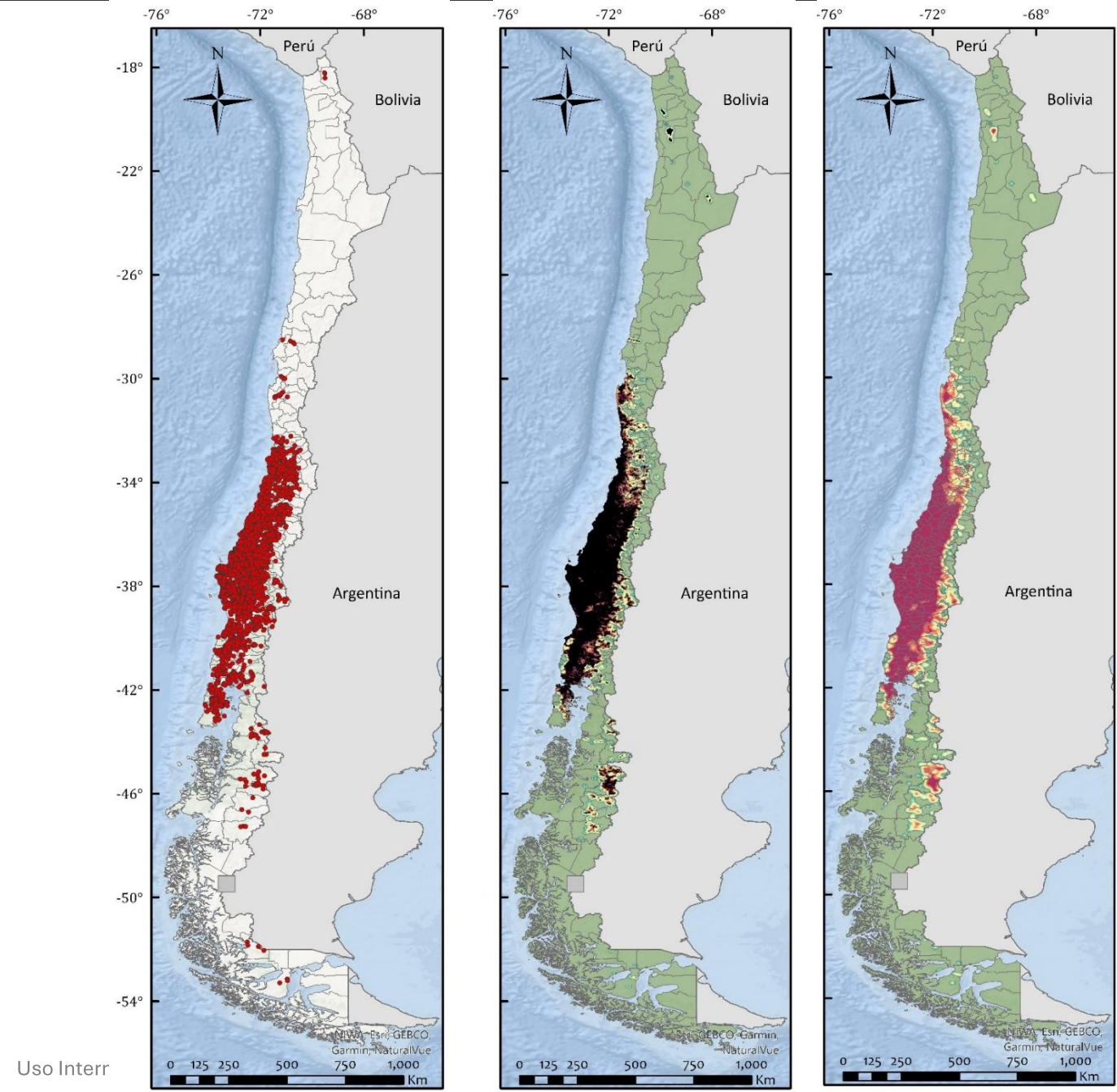


Tasas de ocurrencia



Causas del fuego

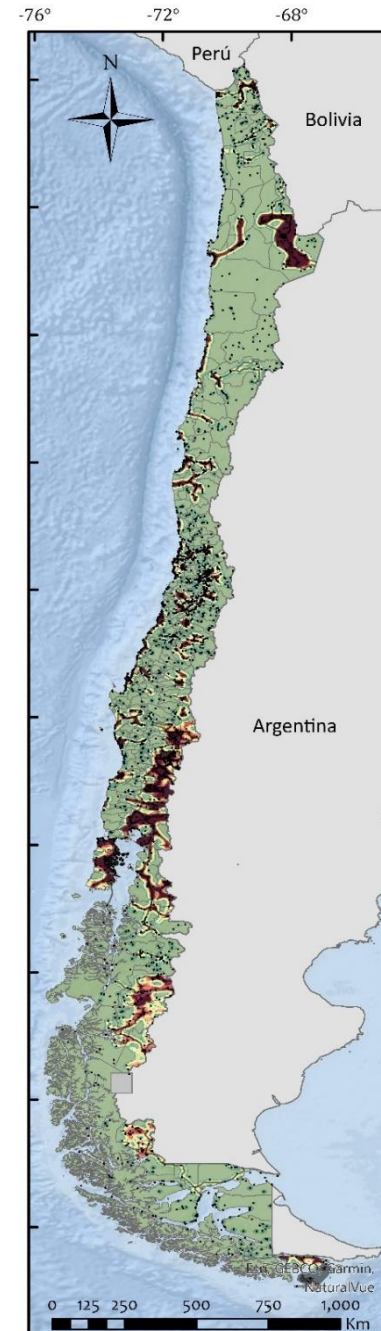
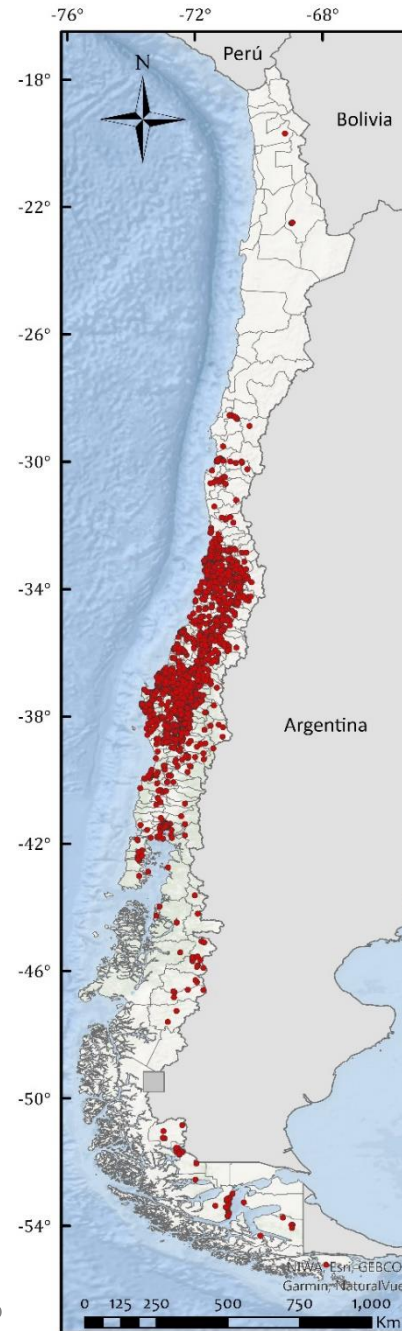
Faenas forestales



Causas del fuego

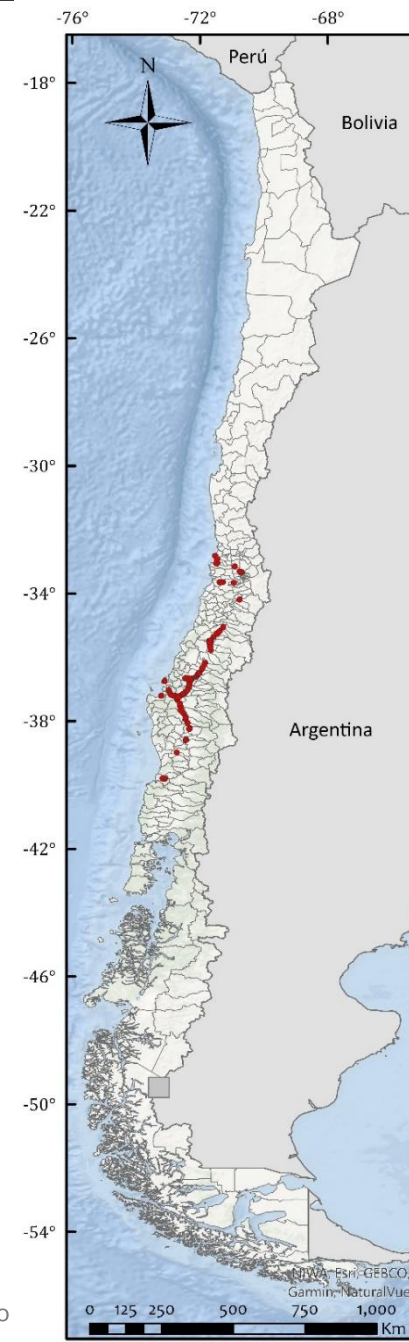
Actividades
recreativas

Uso Interno



Causas del fuego

Vías férreas

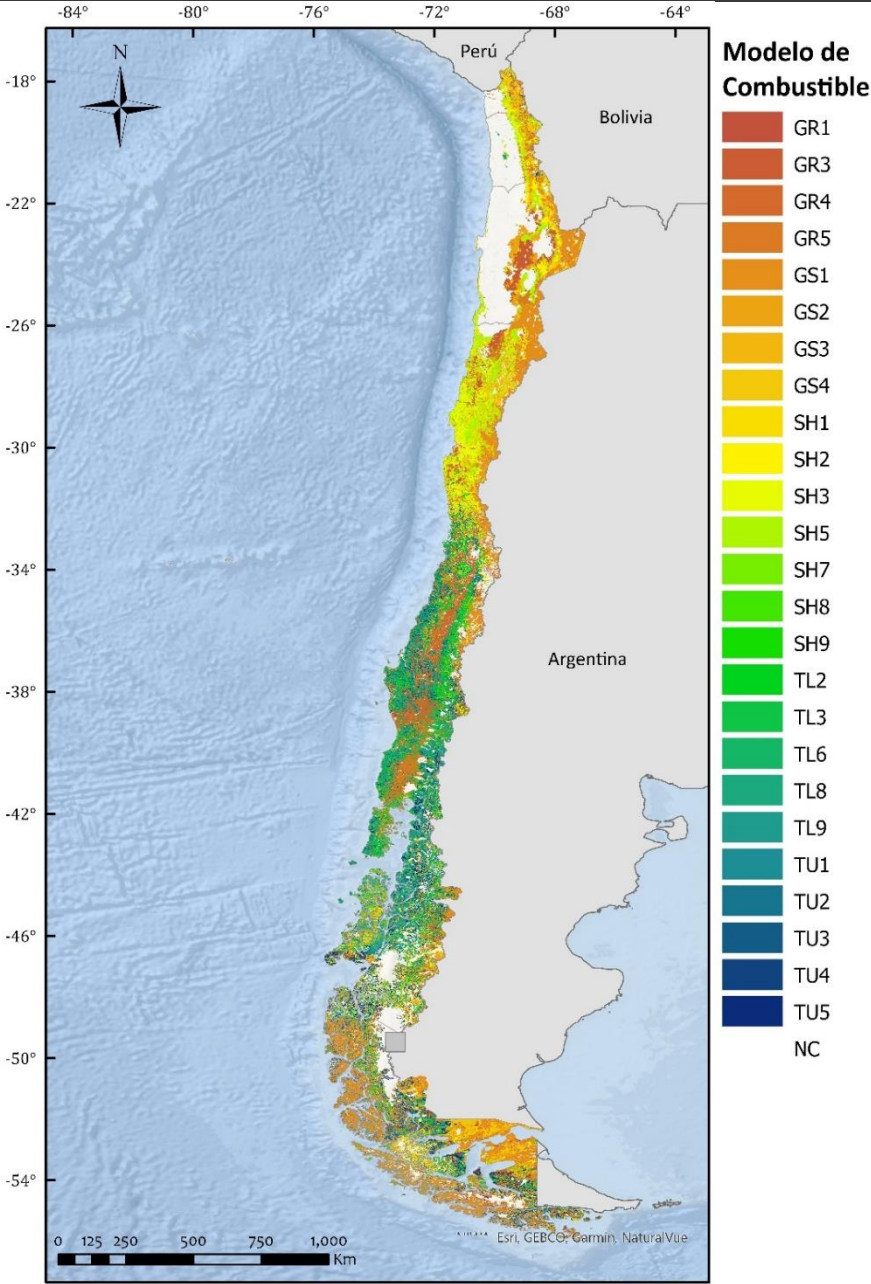


Combustible

Modelo de combustible		Carga de combustible (ton/ha)					Relación entre el área de superficie y el volumen (m ² /m ³)					Prof. lecho (cm)	Humedad de extinción (%)	Contenido de calor (KJ/Kg)
Código	Tipo	1hr	10hr	100hr	HB	MD	1hr	10hr	100hr	HB	MD			
GR1	D	0.22	0	0	0.67	0	7218	358	98	6562	0	12	15	18622
GR2	D	0.22	0	0	2.25	0	6562	358	98	5906	0	30	15	18622
GR3	D	0.22	0.9	0	3.37	0	4921	358	98	4265	0	61	30	18622
GR4	D	0.56	0	0	4.27	0	6562	358	98	5906	0	61	15	18622
GR5	D	0.9	0	0	5.62	0	5906	358	98	5249	0	46	40	18622
GR7	D	2.25	0	0	12.13	0	6562	358	98	5906	0	91	15	18622
GR8	D	1.12	2.25	0	16.4	0	4921	358	98	4265	0	122	30	18622
GS2	D	1.12	1.12	0	1.35	2.25	6562	358	98	5906	5906	46	15	18622
GS3	D	0.67	0.56	0	3.26	2.81	5906	358	98	5249	5249	55	40	18622
GS4	D	4.27	0.67	0.22	7.64	15.96	5906	358	98	5249	5249	64	40	18622
SH4	S	1.91	2.58	0.45	0	5.73	6562	358	98	5906	5249	91	30	18622
SH5	S	8.09	4.72	0	0	6.52	2461	358	98	0	5249	183	15	18622
SH7	S	7.87	11.91	4.94	0	7.64	2461	358	98	0	5249	183	15	18622
SH8	S	4.61	7.64	1.91	0	9.78	2461	358	98	0	5249	91	40	18622
SH9	D	10.11	5.51	0	3.48	15.73	2461	358	98	5906	4921	134	40	18622
TL6	S	5.39	2.7	2.7	0	0	6562	358	98	0	0	9	25	18622
TL9	S	14.94	7.42	9.33	0	0	5906	358	98	0	5249	18	35	18622
TU1	D	0.45	2.02	3.37	0.45	2.02	6562	358	98	5906	5249	18	20	18622
TU2	S	2.13	4.04	2.81	0	0.45	6562	358	98	0	5249	30	30	18622
TU3	D	2.47	0.34	0.56	1.46	2.47	5906	358	98	5249	4593	40	30	18622
TU5	S	8.99	8.99	6.74	0	6.74	4921	358	98	0	2461	30	25	18622

Scott & Burgan (2005)

Uso Interno estricto

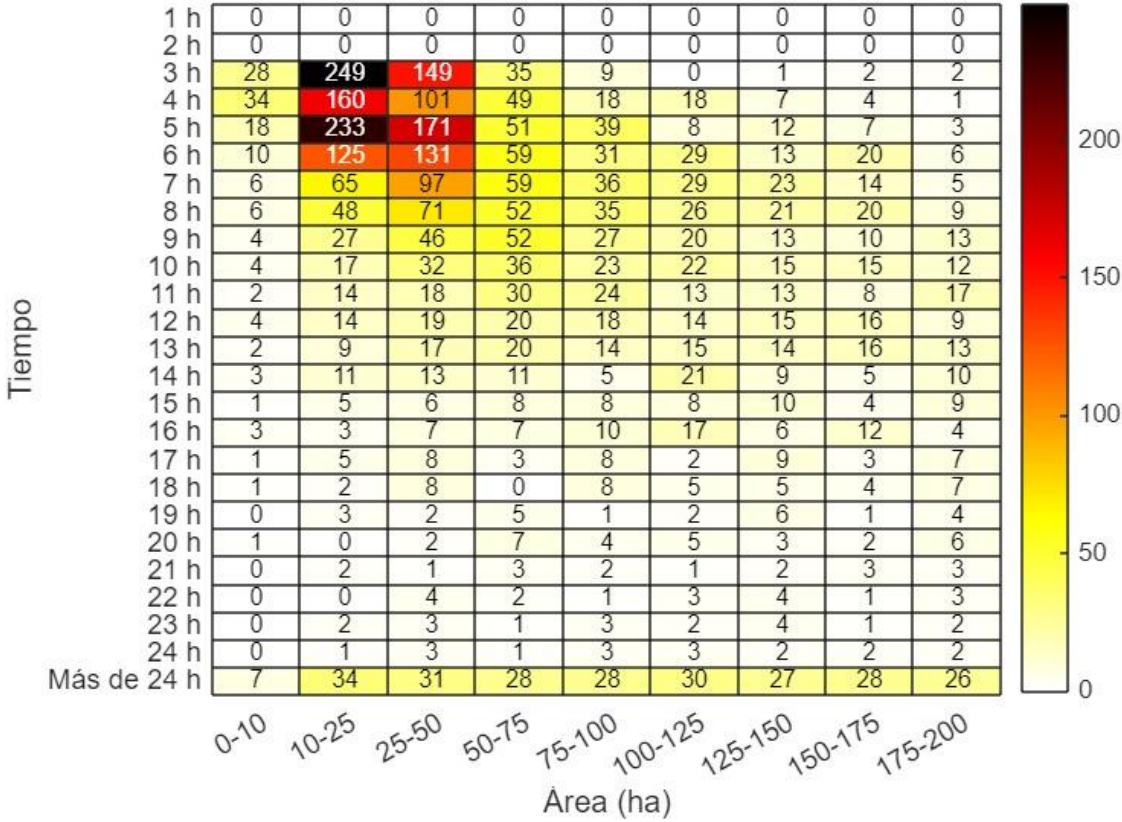


Resultados preliminares

100 años simulados

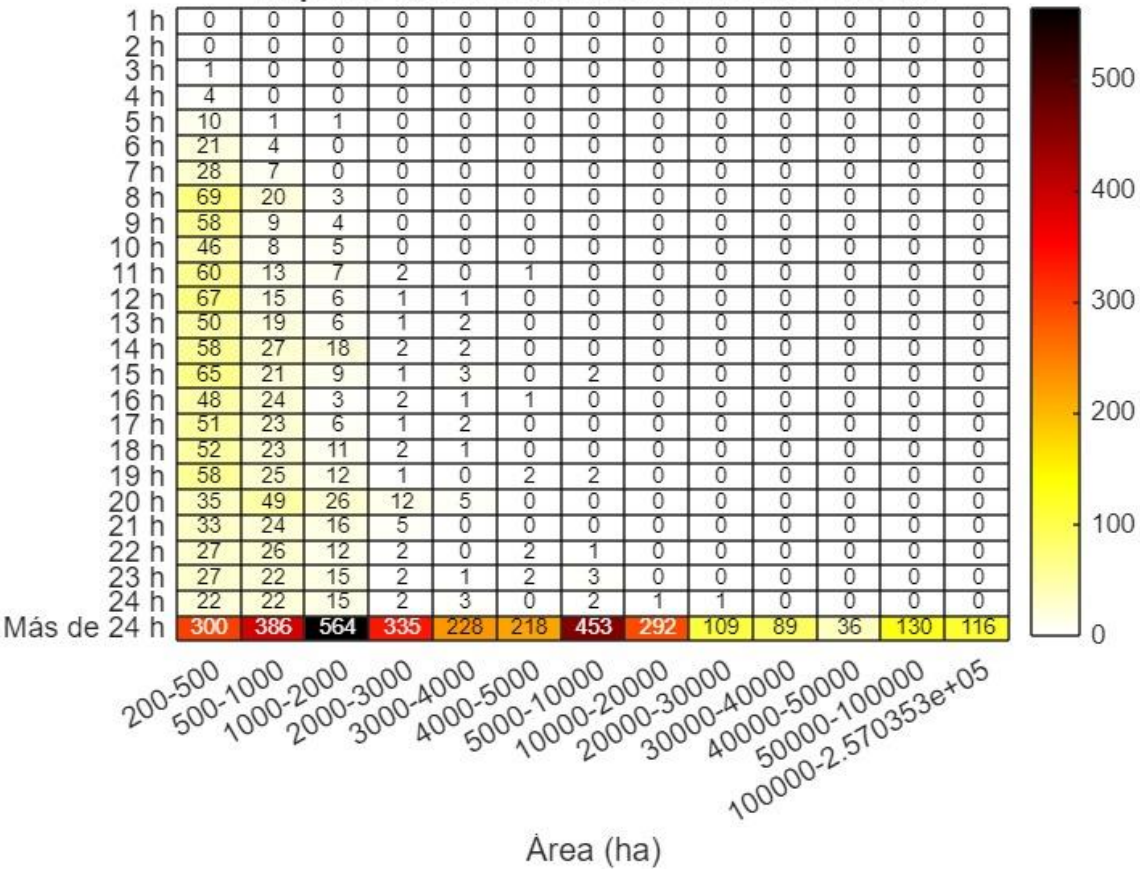
Menos de 200 ha

Mapa de Calor: Incendios con Área ≤ 200 ha



Más de 200 ha

Mapa de Calor: Incendios con Área > 200 ha

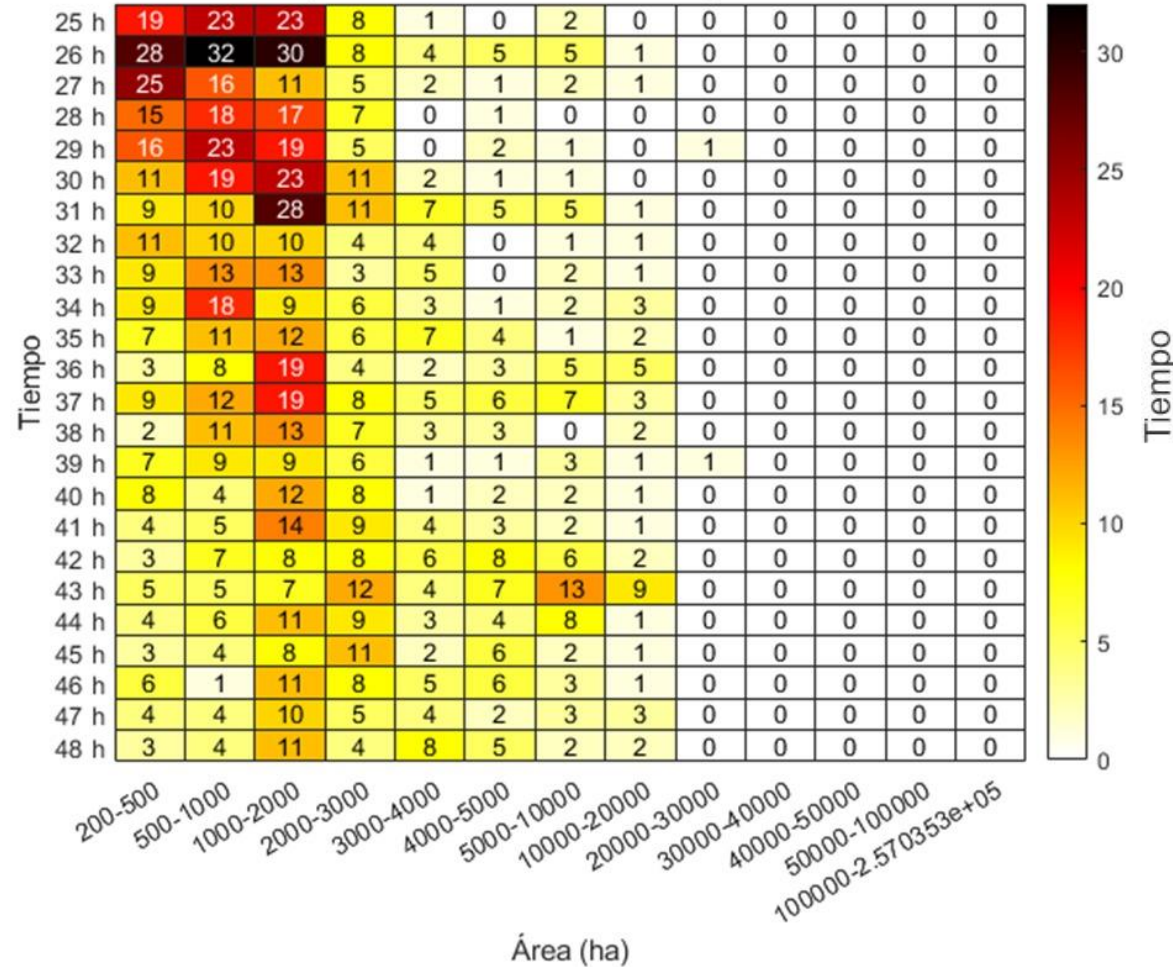


Resultados preliminares

100 años simulados

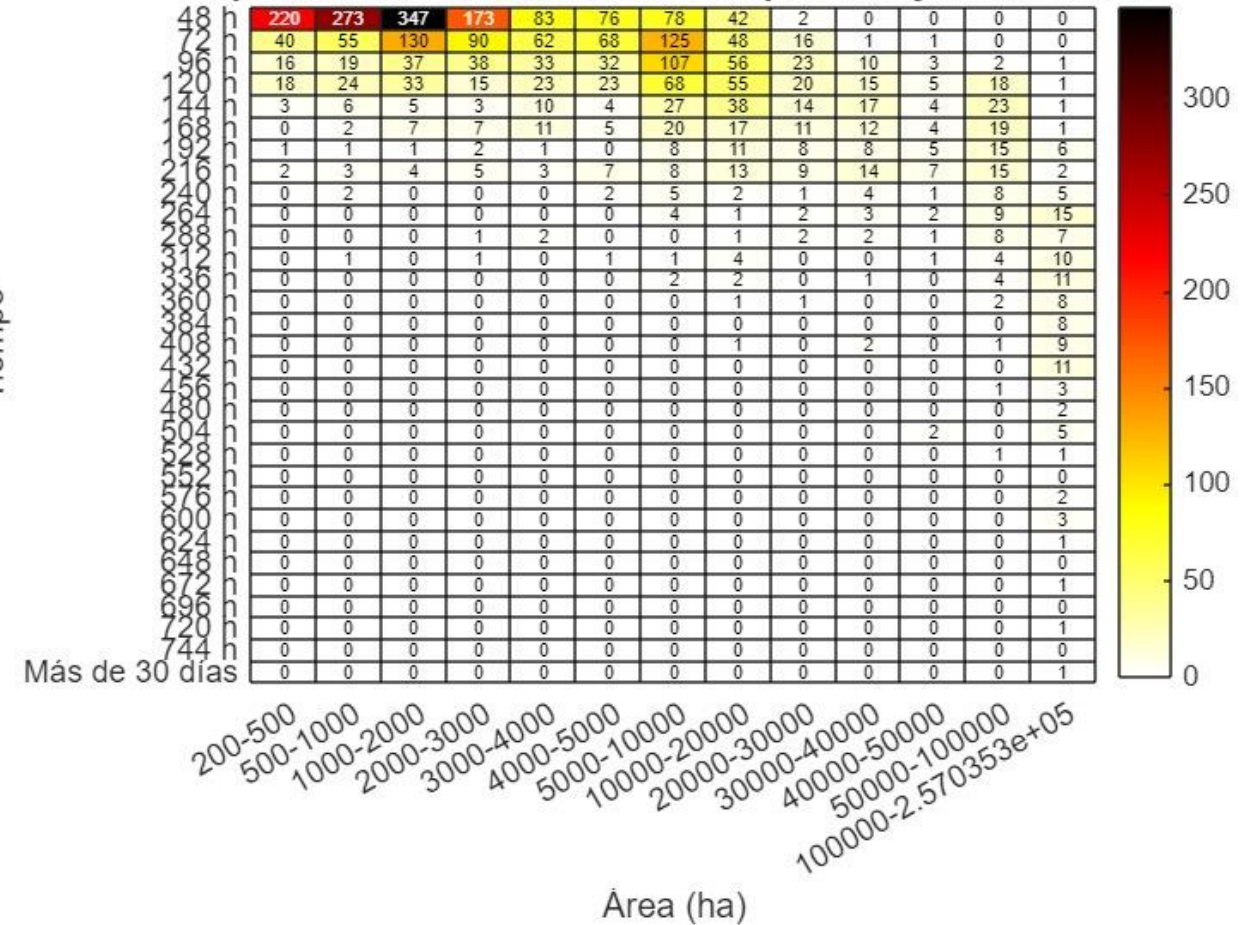
Más de 200 ha

Mapa de Calor: Incendios ≥ 24 h y < 48 horas

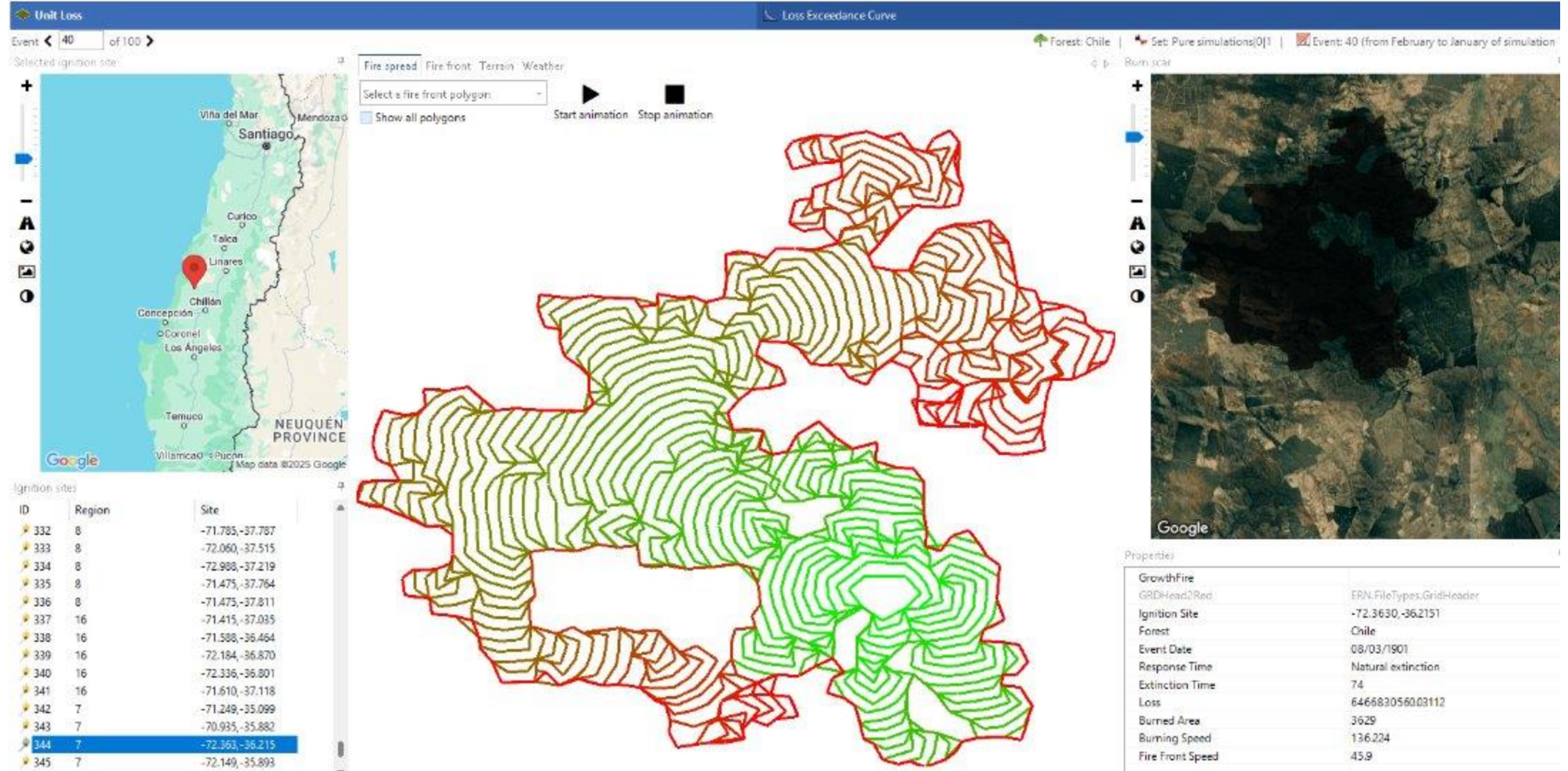


Más de 200 ha

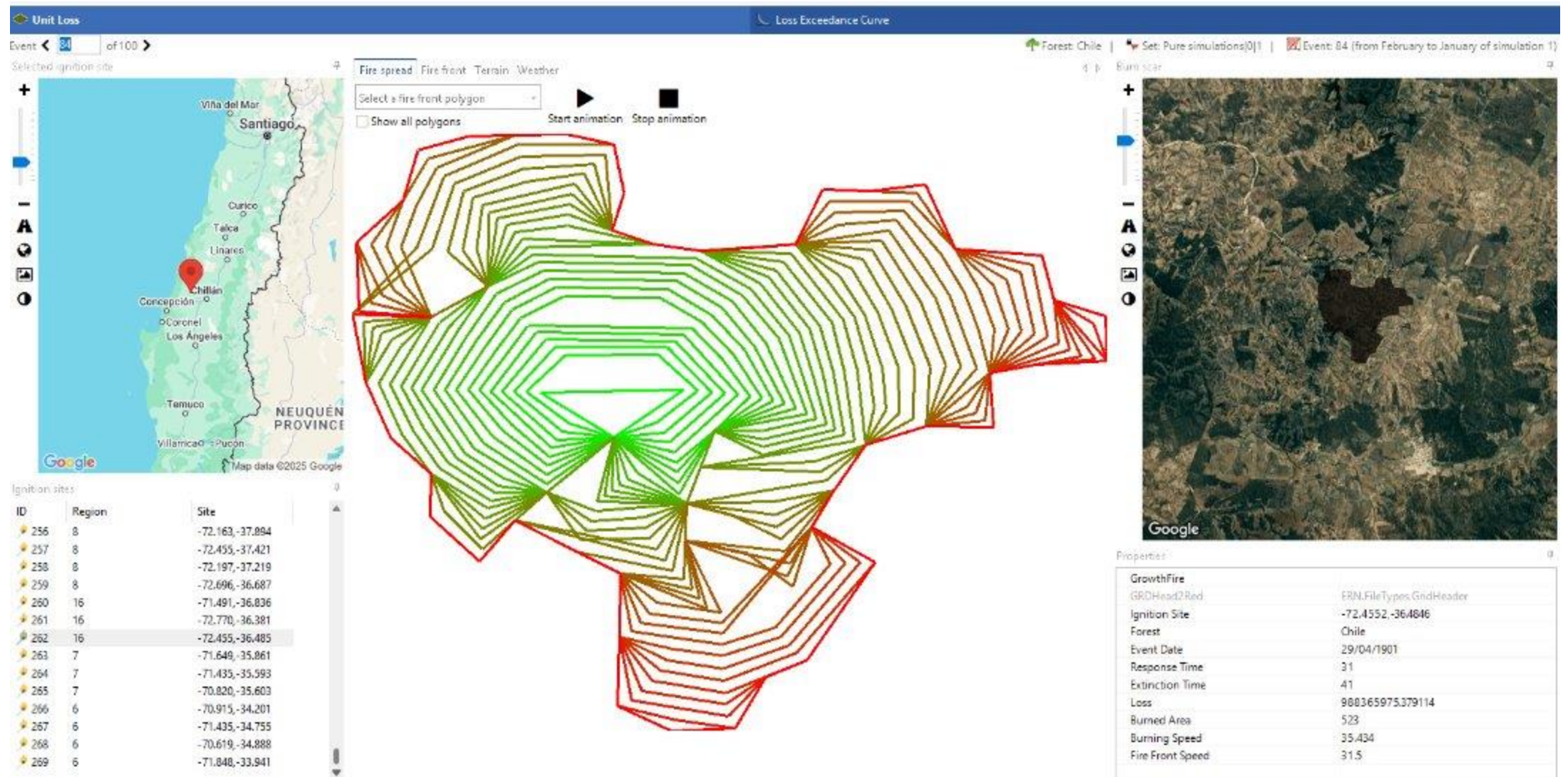
Mapa de Calor: Incendios con Tiempo ≥ 24 h y Área > 200 ha



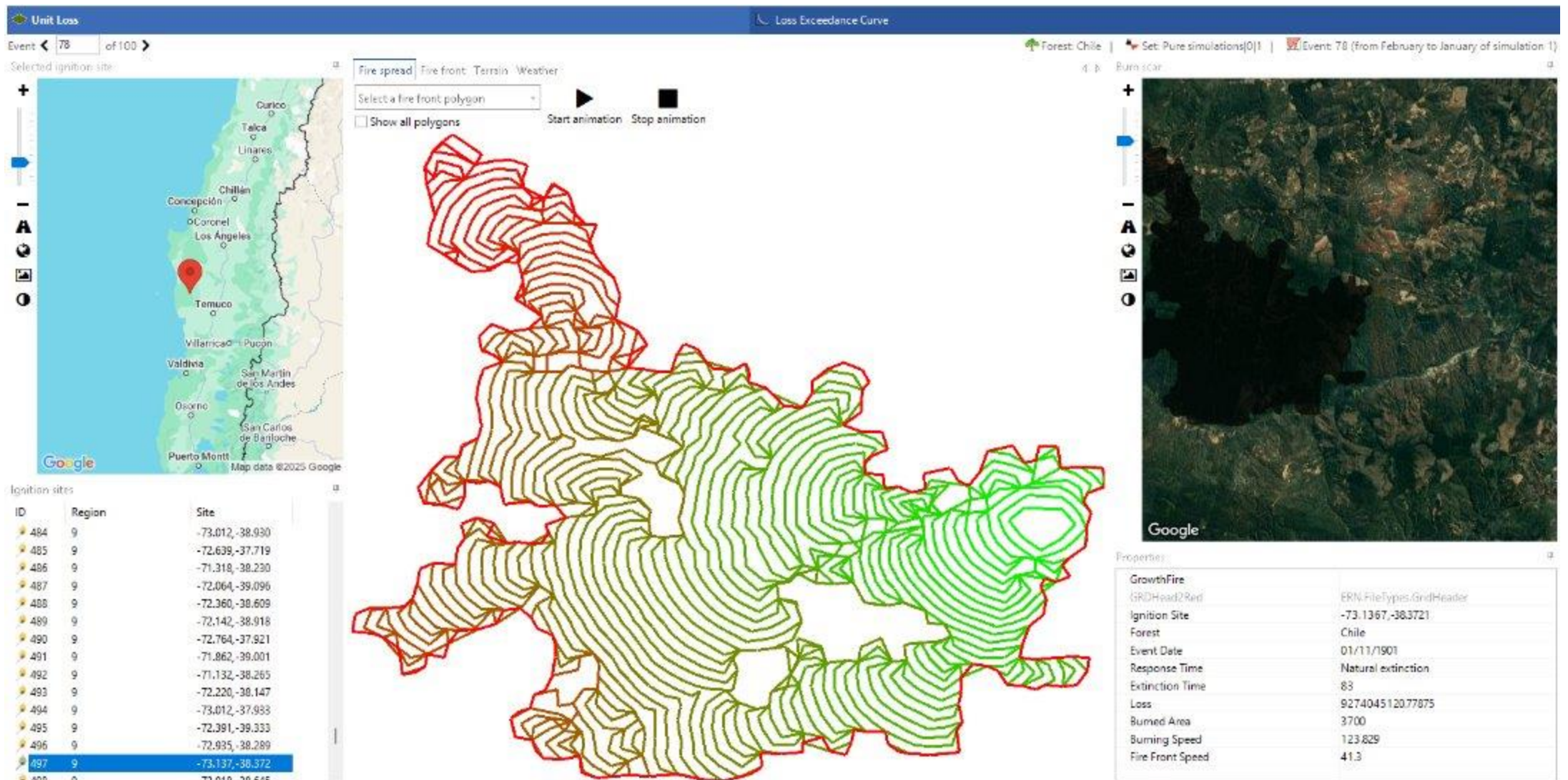
Resultados preliminares



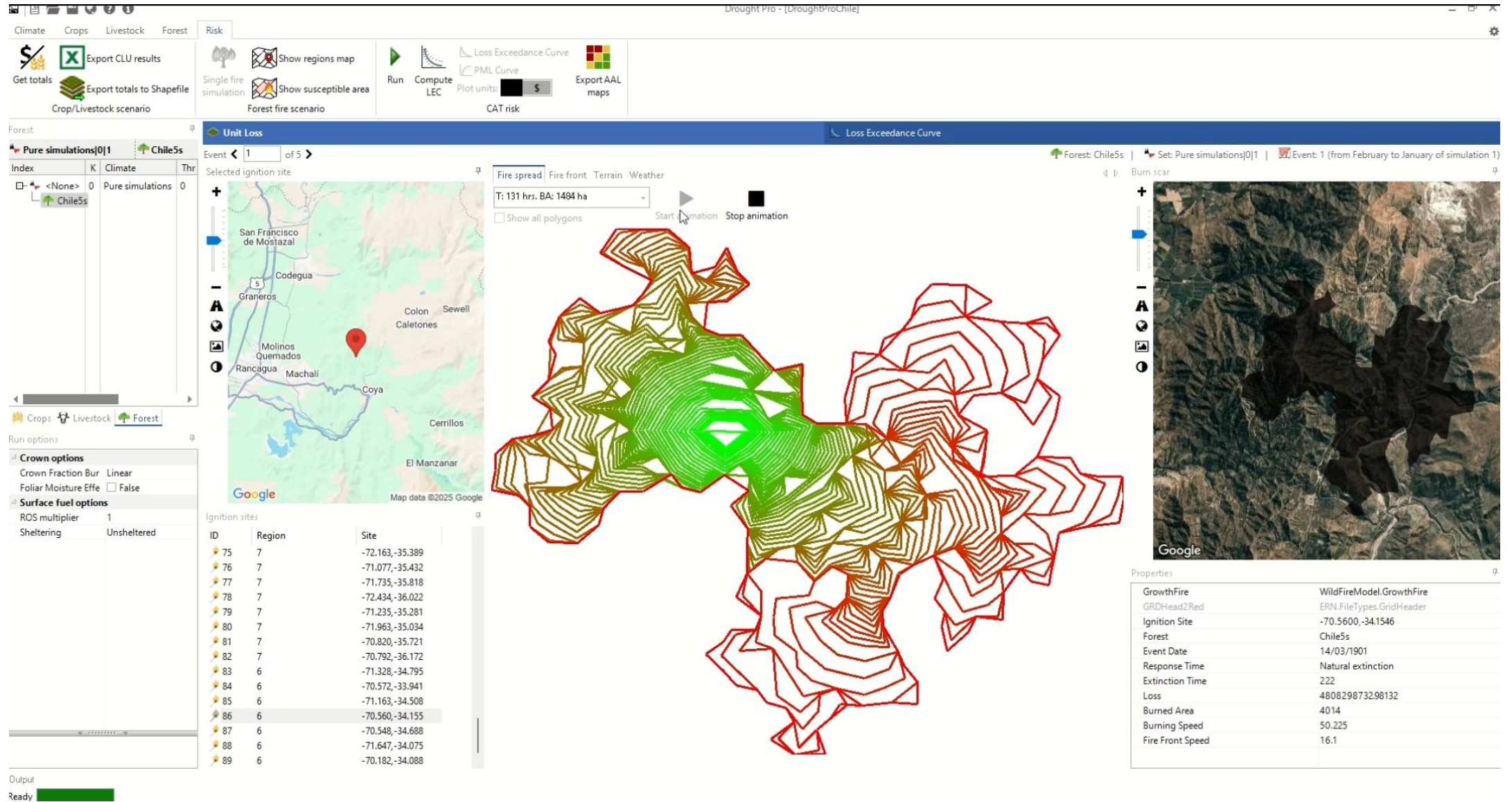
Resultados preliminares



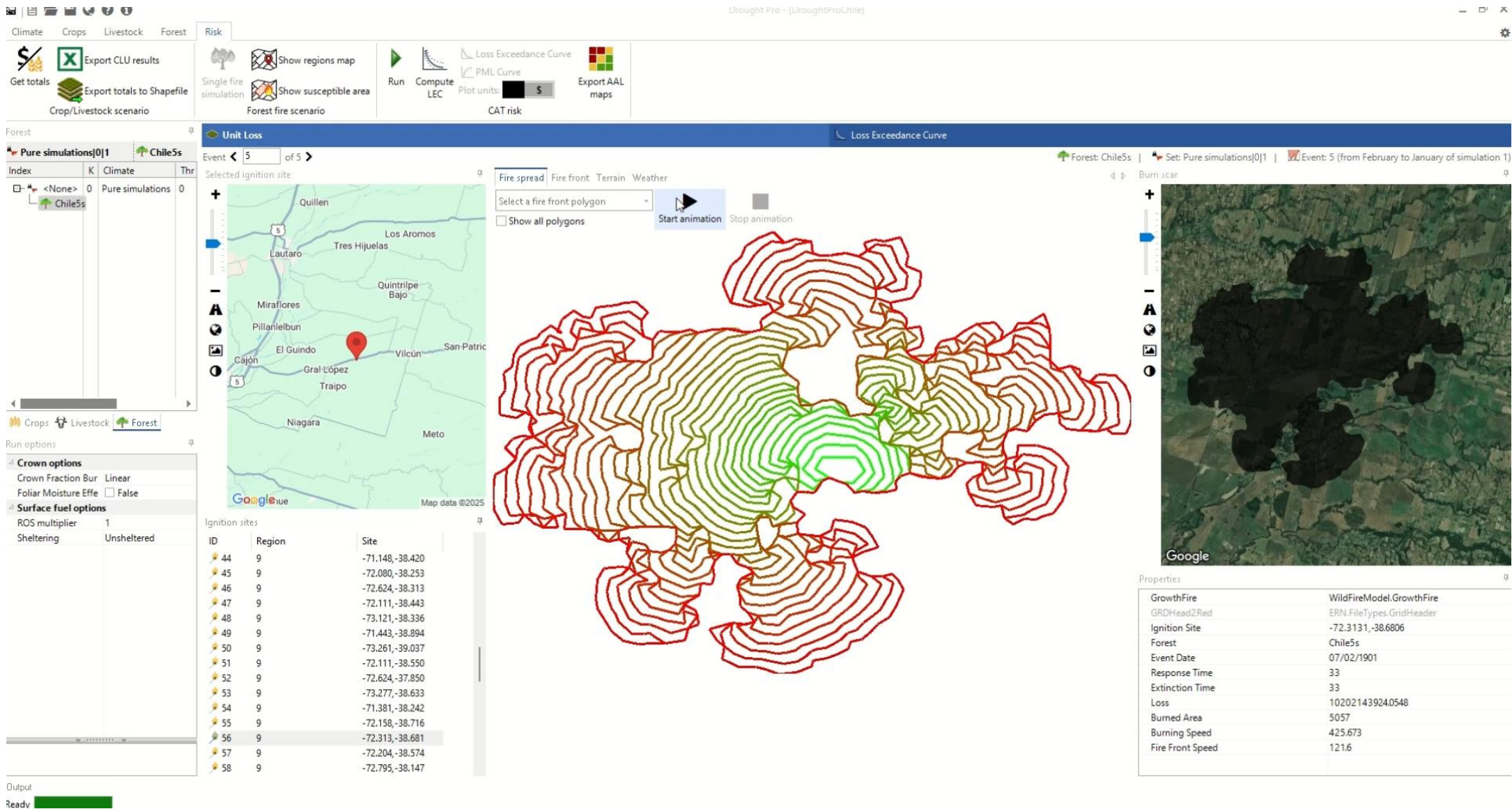
Resultados preliminares



Resultados preliminares

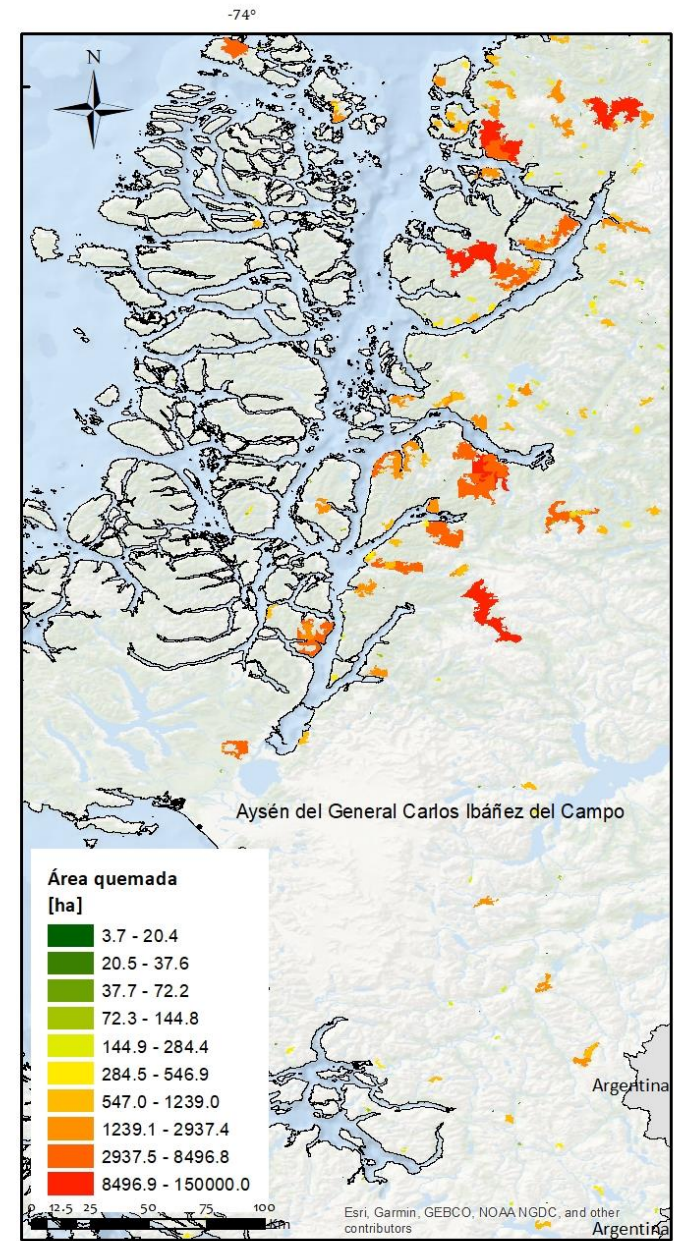
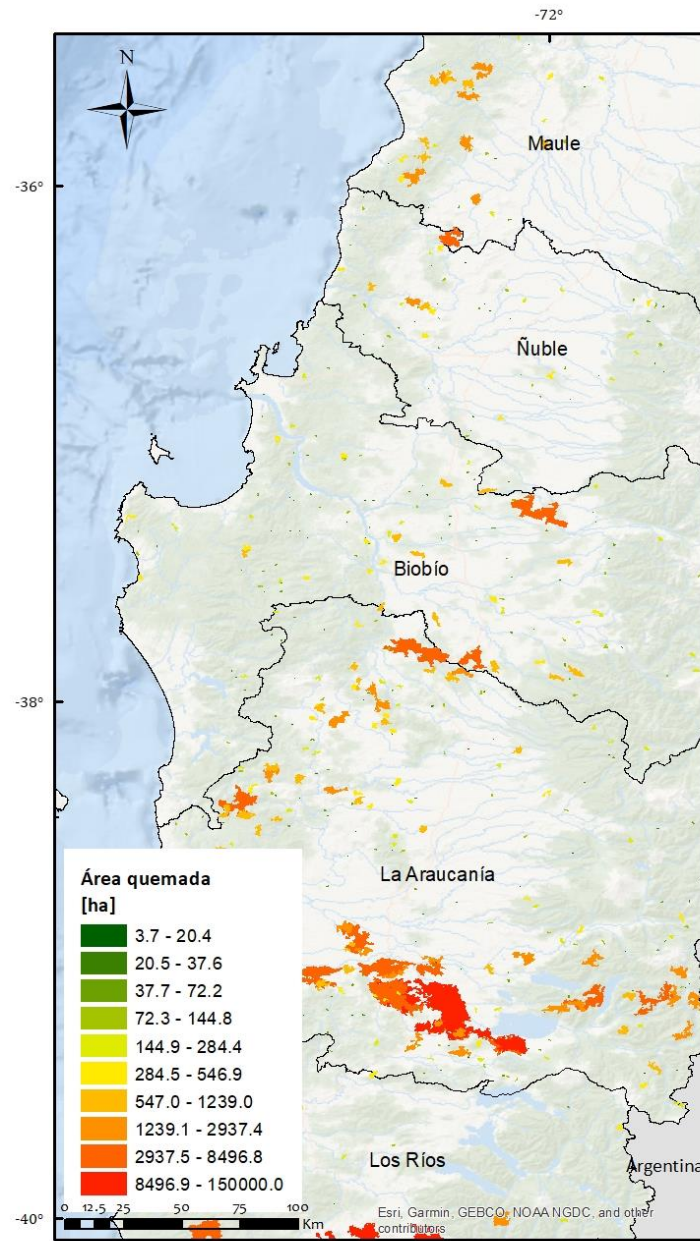
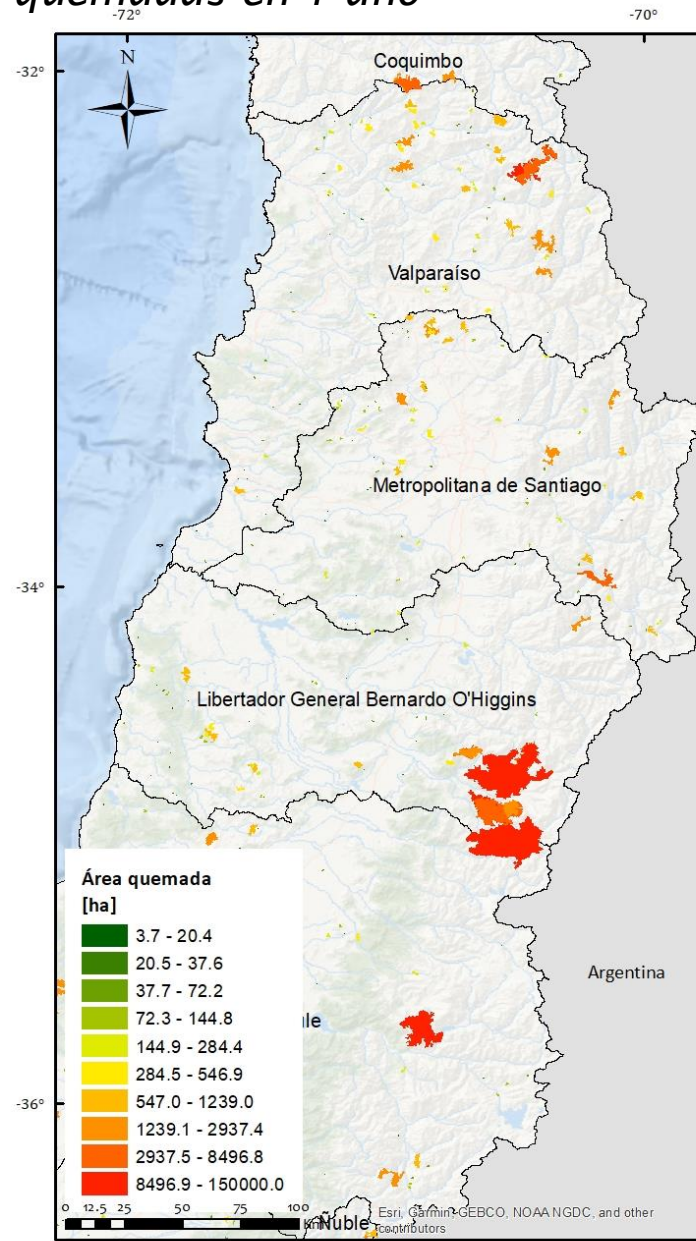


Resultados preliminares



Resultados preliminares

Áreas quemadas en 1 año





www.ingeniar-risk.com



www.cimne.com



GRMA – Costa Rica

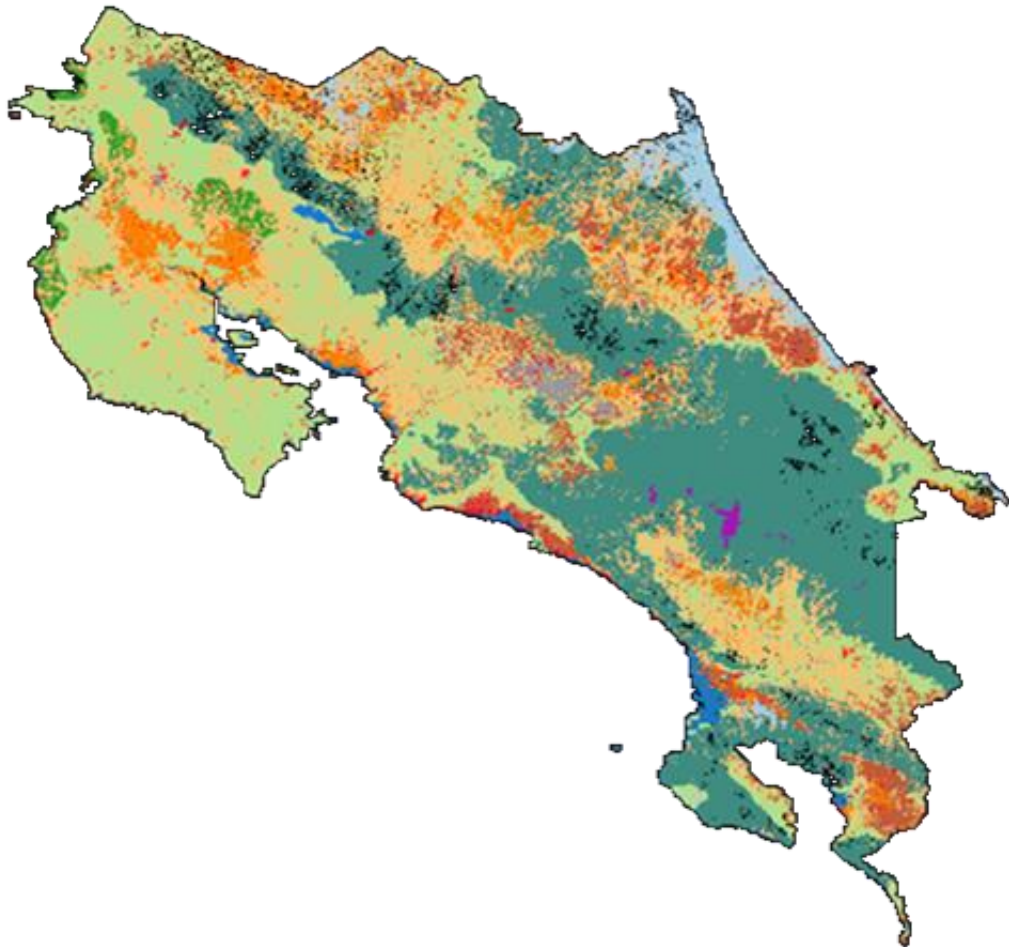
Proyecto Operacional 2: Agropecuario

Alcance de la modelación

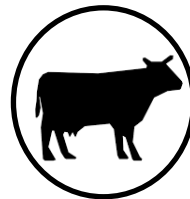
Caña de azúcar

Café

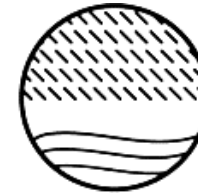
Ganadería extensiva (bovinos)



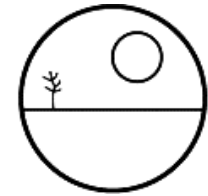
Cultivos



Ganadería
extensiva

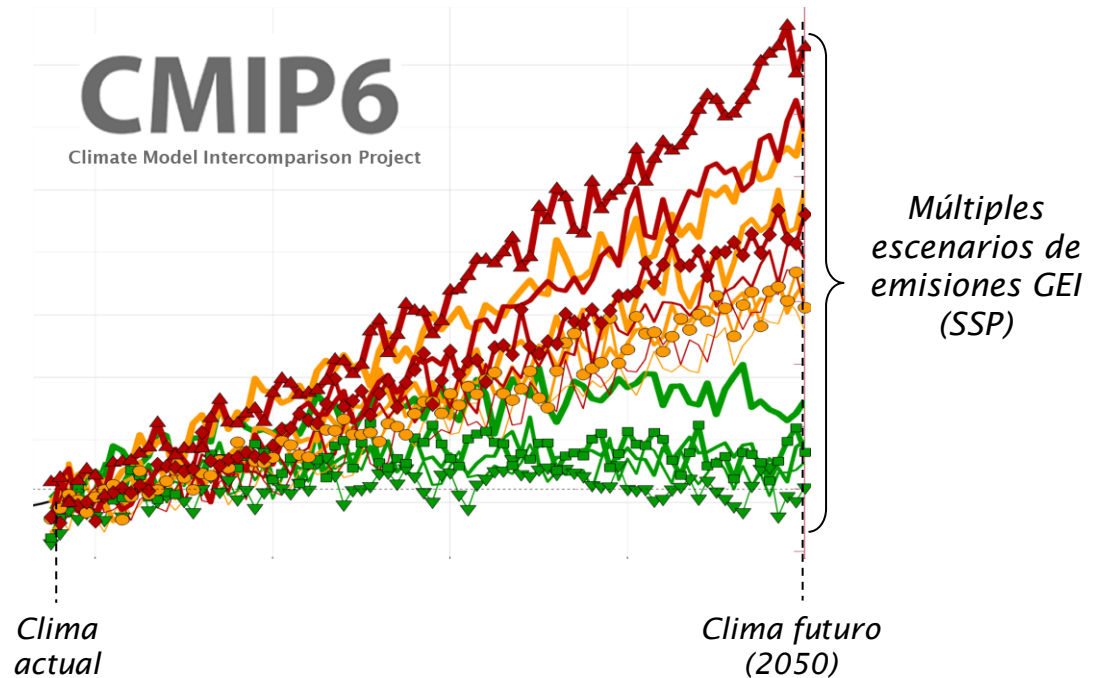


Inundaciones



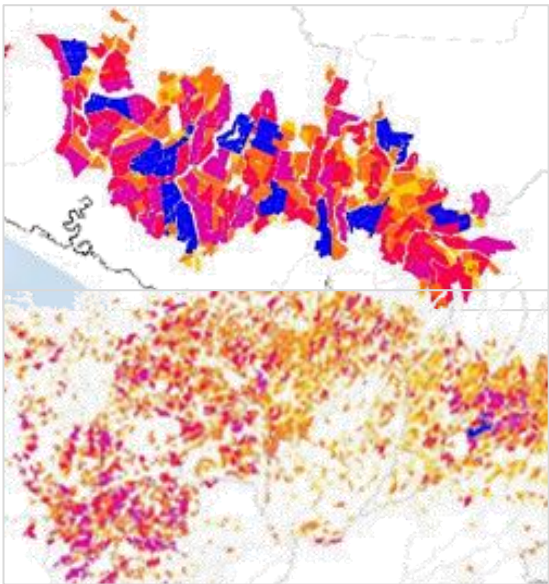
Sequías

Cambio climático



Proyecto Operacional 2 - Agropecuario

Proyecto Operacional 2
Agropecuario

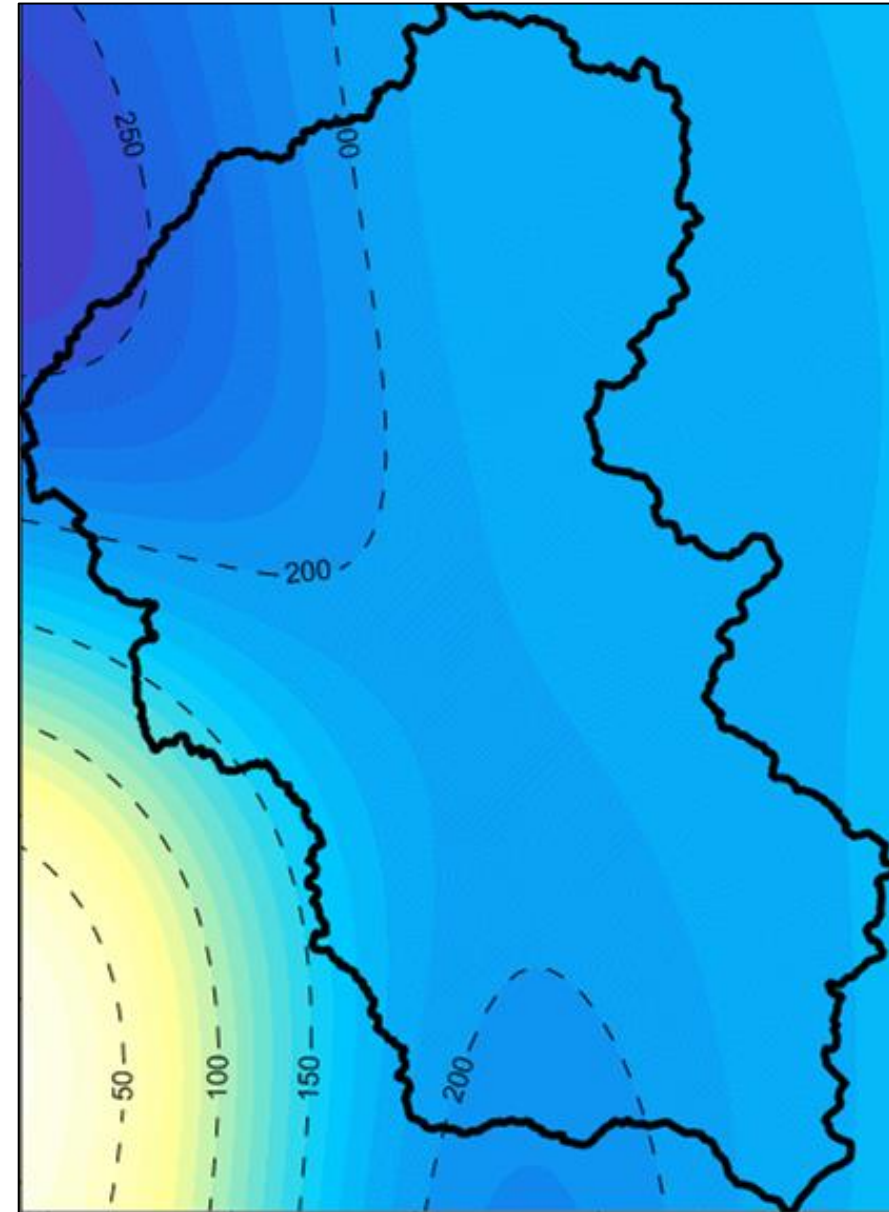


Evaluación del riesgo climático para pequeños productores ganaderos y de café y caña

Tarea	15 Ene 25		Mes												15 Abr 26	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Proyecto Operacional 2: Riesgo de inundación y sequía para pequeños y medianos productores agropecuarios																
Modelo de clima																
Modelo nacional inundación																
Eventos de sequía																
Exposición cultivos																
Exposición ganadería																
Vulnerabilidad cultivos																
Vulnerabilidad ganadería																
Vulnerabilidad inundación (cultivos y ganaderia)																
Evaluación del riesgo																
Evaluación determinista (stress-test)																
Calibración de rendimientos																
Curva de inversión																
Dimensionamiento de un seguro agrícola																



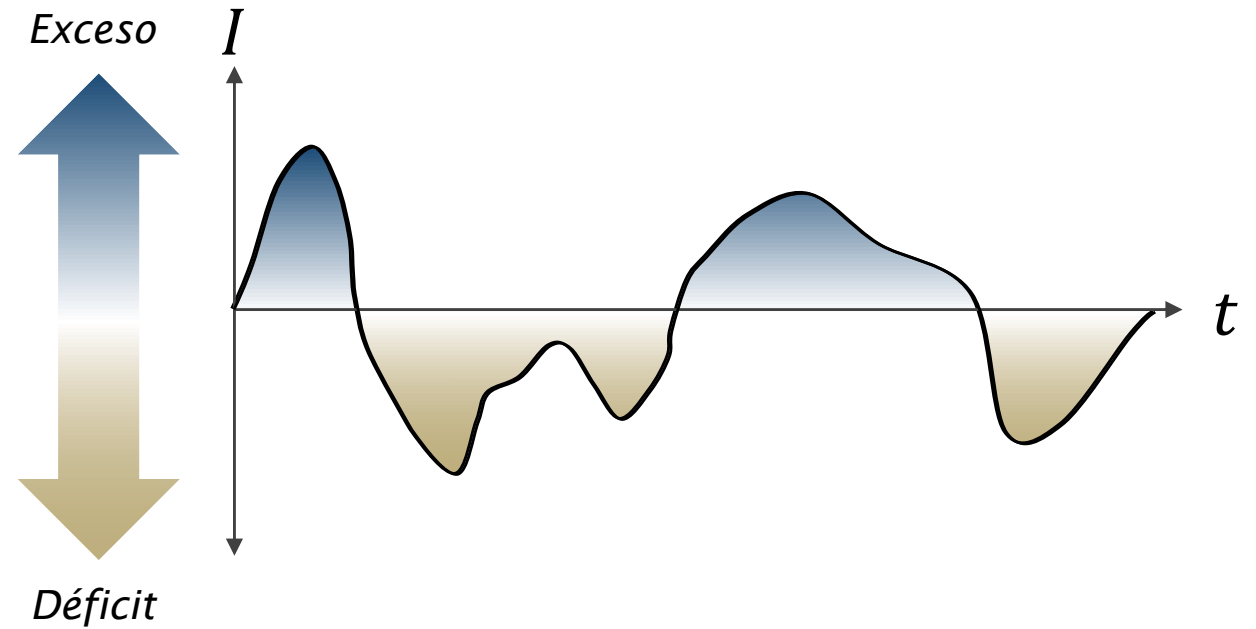
1. Modelo climático



Actividades

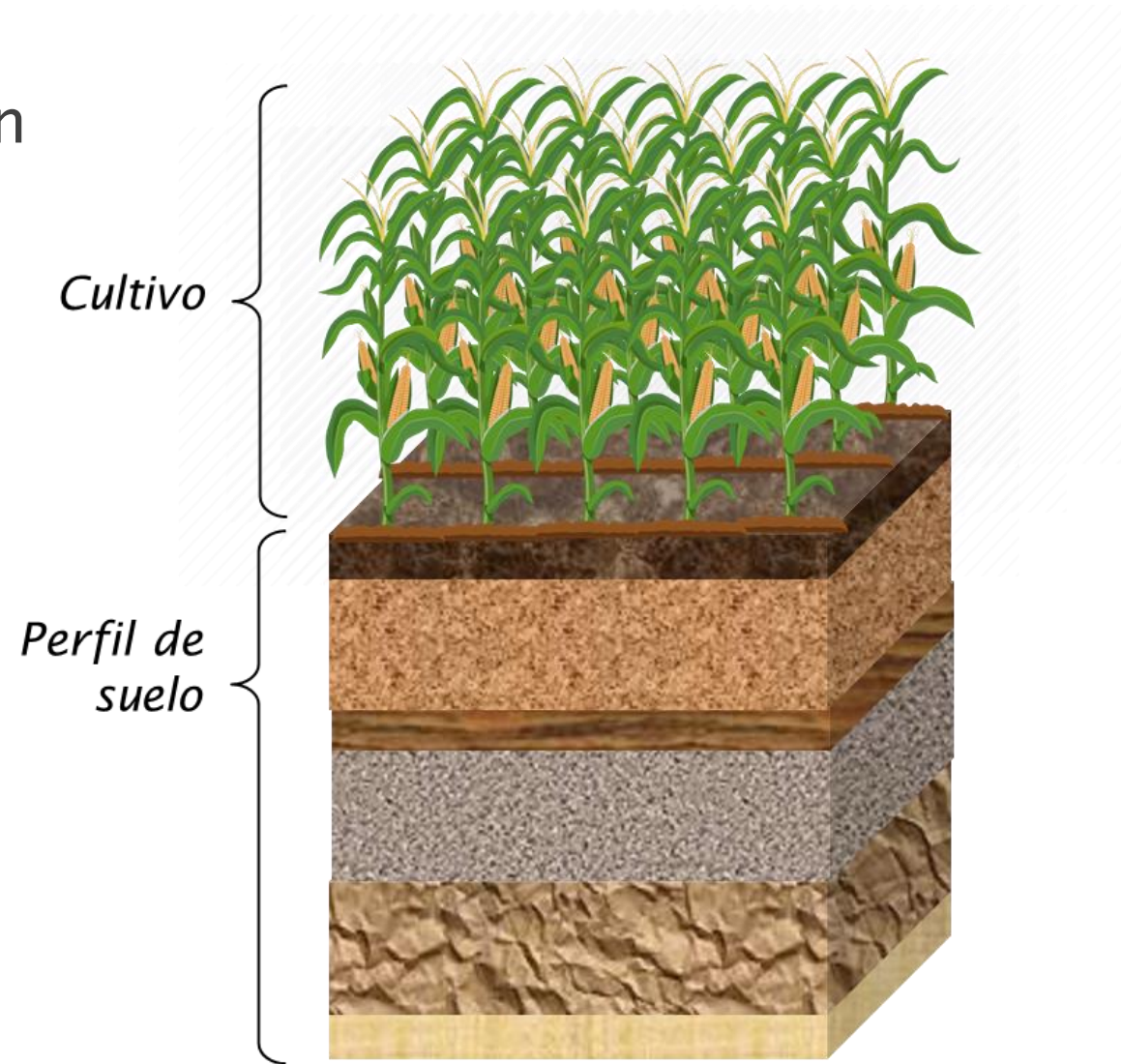
1. Modelo climático

2. Amenazas de sequía e inundación



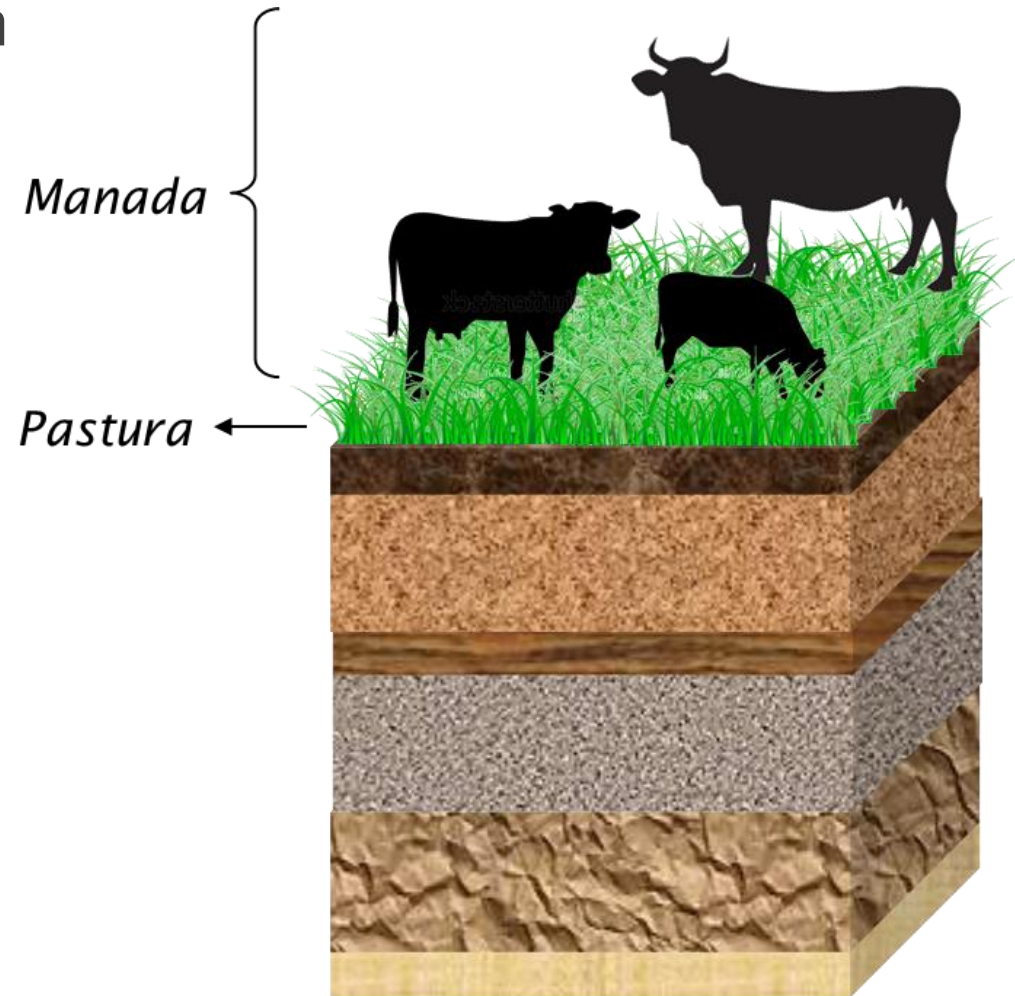
Actividades

1. Modelo climático
2. Amenazas de sequía e inundación
- 3. Exposición de cultivos**



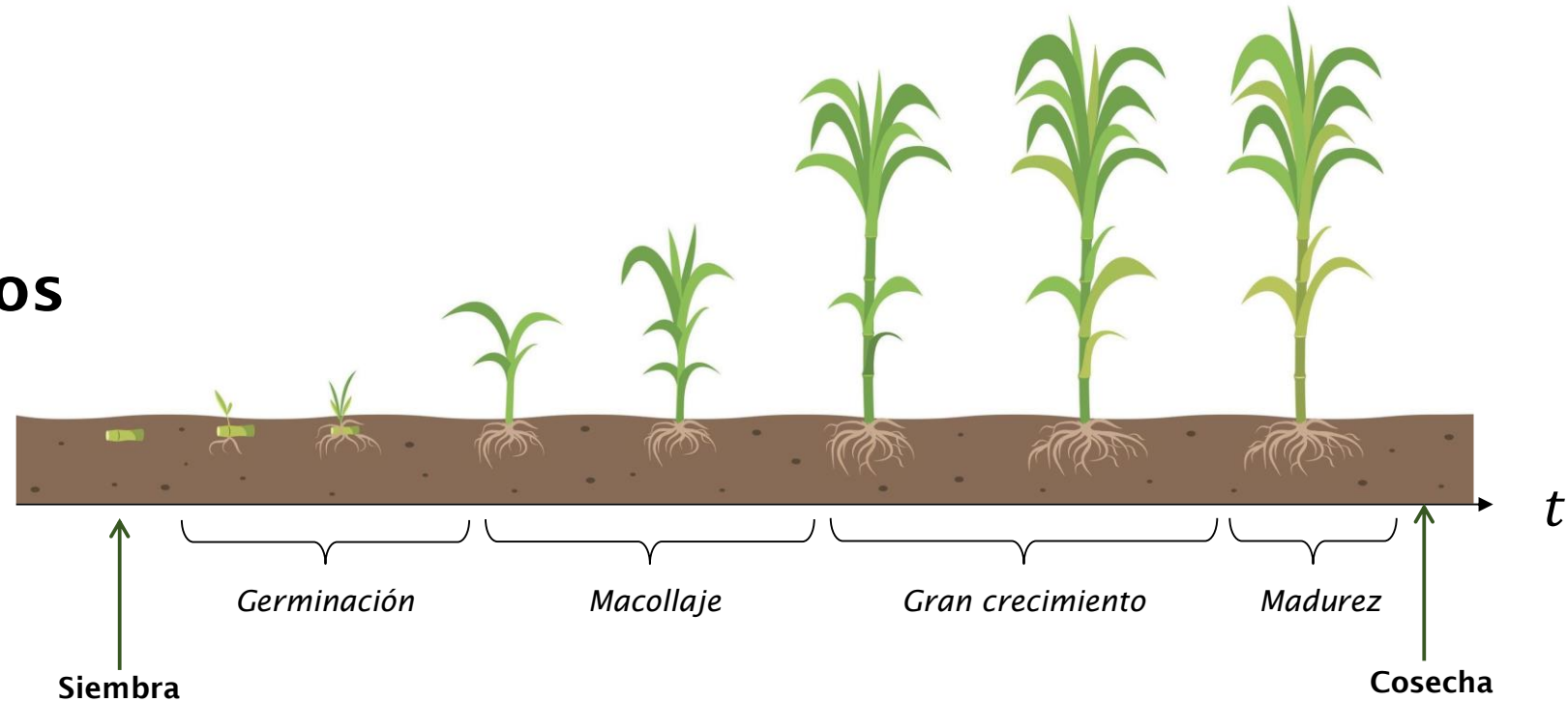
Actividades

1. Modelo climático
2. Amenazas de sequía e inundación
3. Exposición de cultivos
4. **Exposición de ganadería**



Actividades

1. Modelo climático
2. Amenazas de sequía e inundación
3. Exposición de cultivos
4. Exposición de ganadería
5. **Vulnerabilidad de cultivos**



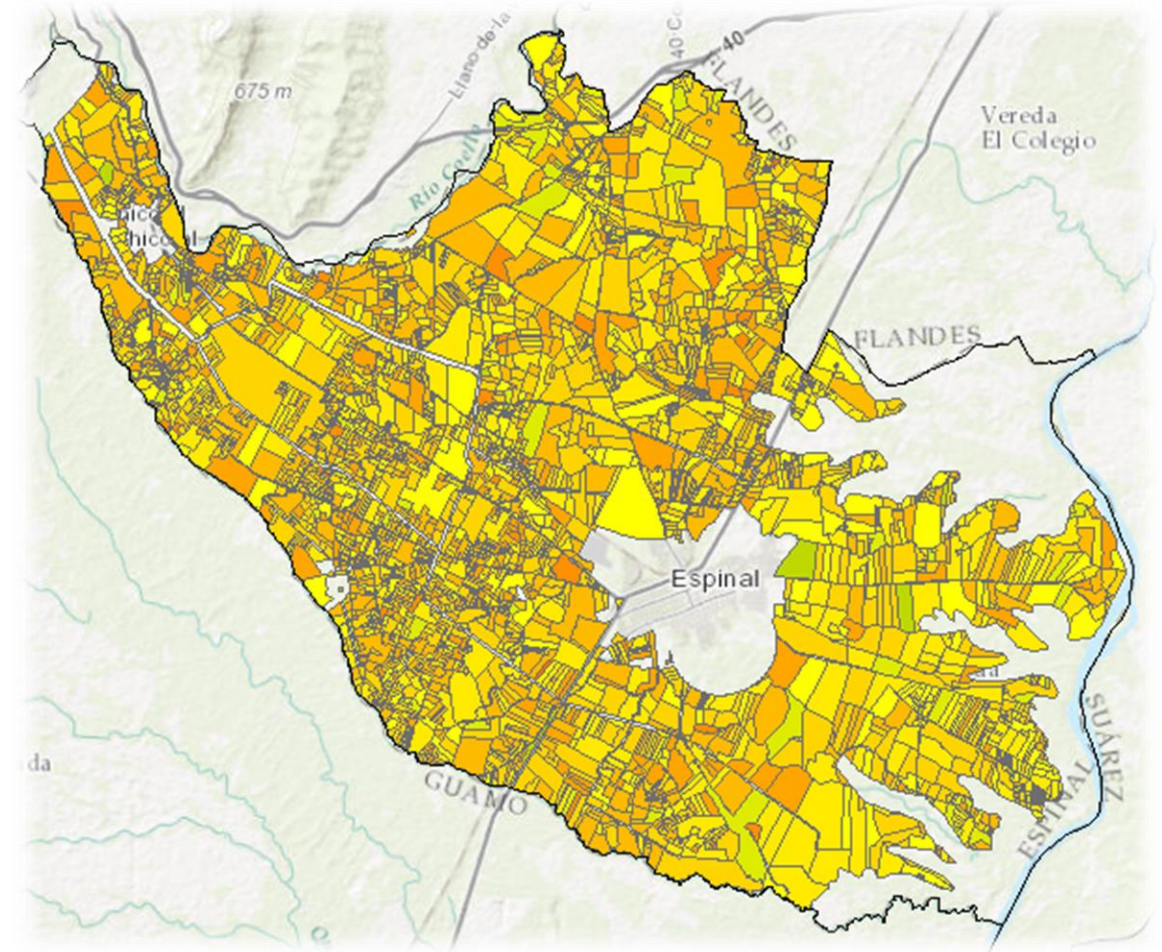
Actividades

1. Modelo climático
2. Amenazas de sequía e inundación
3. Exposición de cultivos
4. Exposición de ganadería
5. Vulnerabilidad de cultivos
6. **Vulnerabilidad de ganadería**



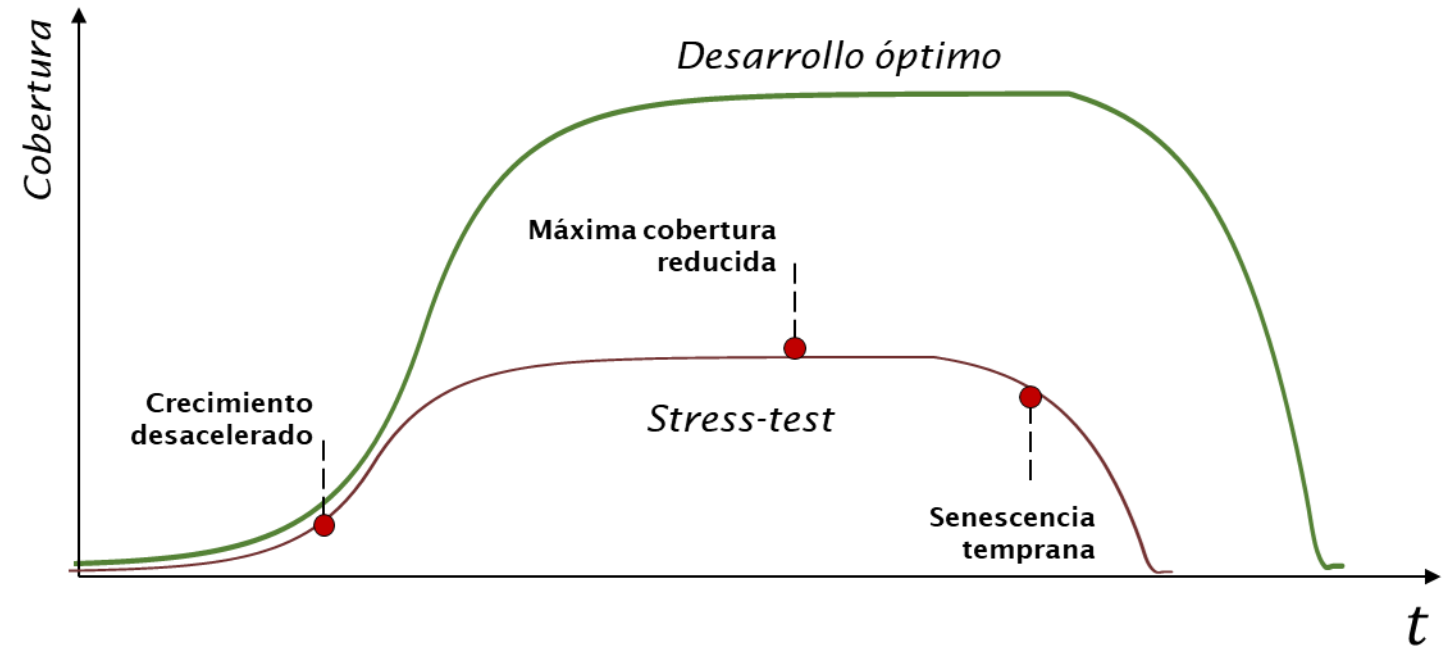
Actividades

1. Modelo climático
2. Amenazas de sequía e inundación
3. Exposición de cultivos
4. Exposición de ganadería
5. Vulnerabilidad de cultivos
6. Vulnerabilidad de ganadería
- 7. Evaluación del riesgo**



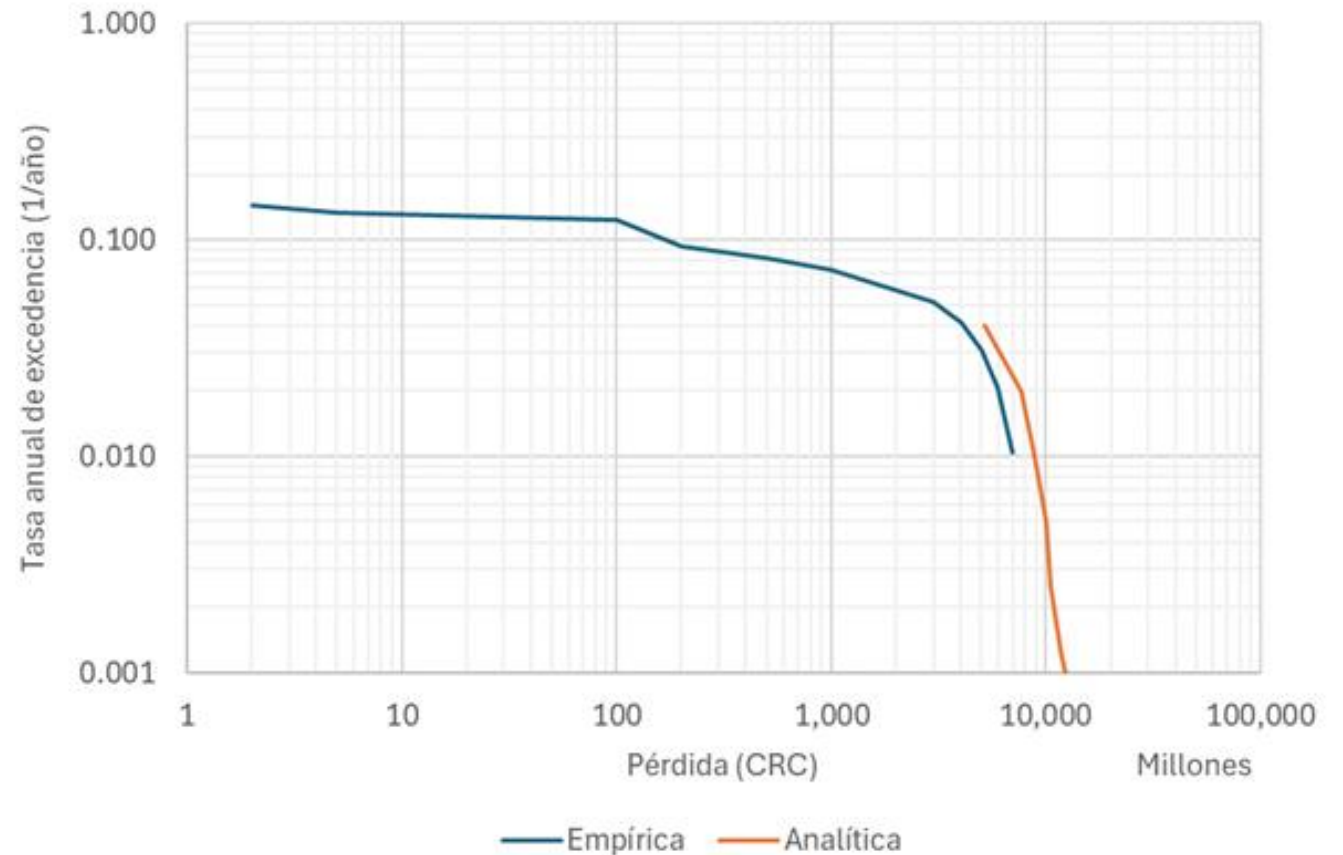
Actividades

1. Modelo climático
2. Amenazas de sequía e inundación
3. Exposición de cultivos
4. Exposición de ganadería
5. Vulnerabilidad de cultivos
6. Vulnerabilidad de ganadería
7. Evaluación del riesgo
8. **Evaluación determinista**



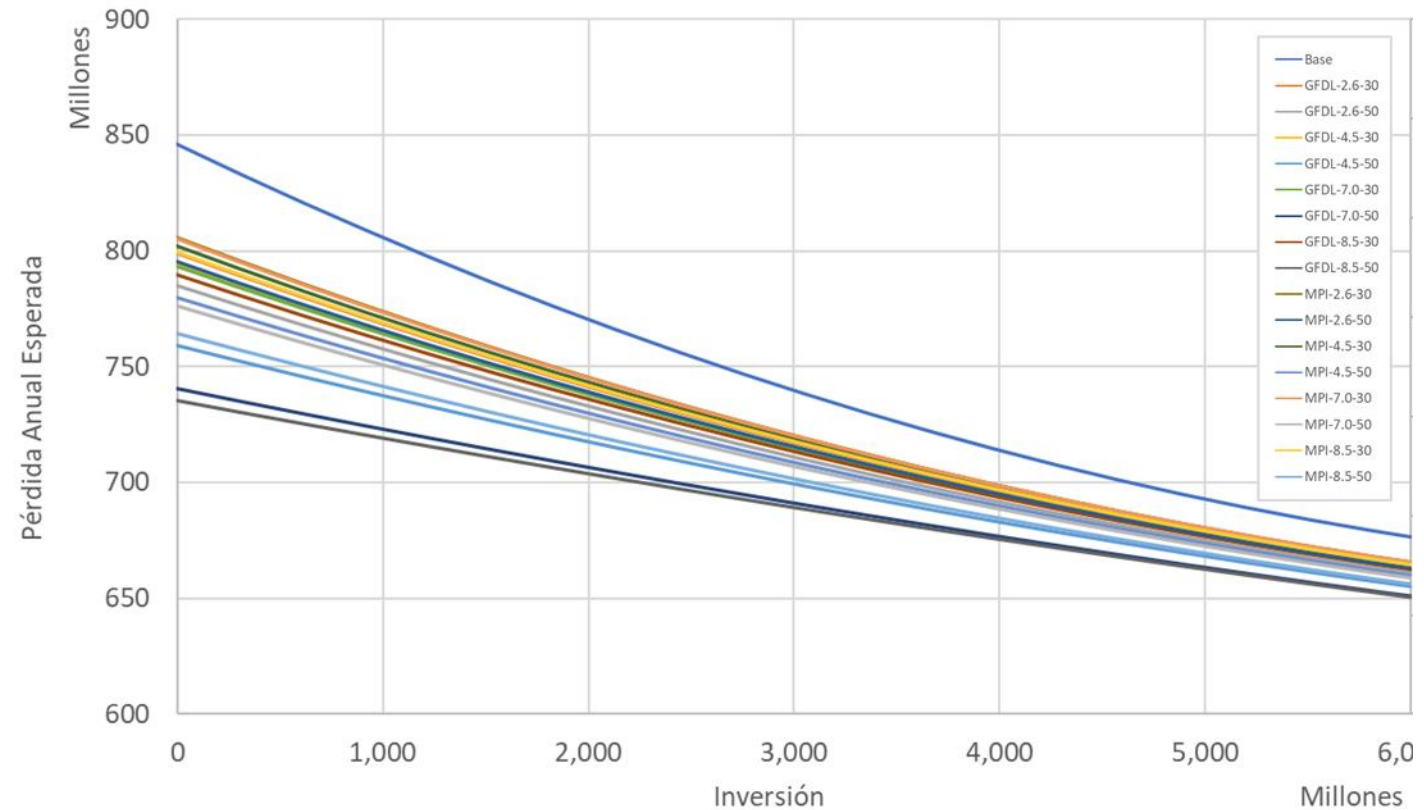
Actividades

1. Modelo climático
2. Amenazas de sequía e inundación
3. Exposición de cultivos
4. Exposición de ganadería
5. Vulnerabilidad de cultivos
6. Vulnerabilidad de ganadería
7. Evaluación del riesgo
8. Evaluación determinista
- 9. Verificación del resultado**



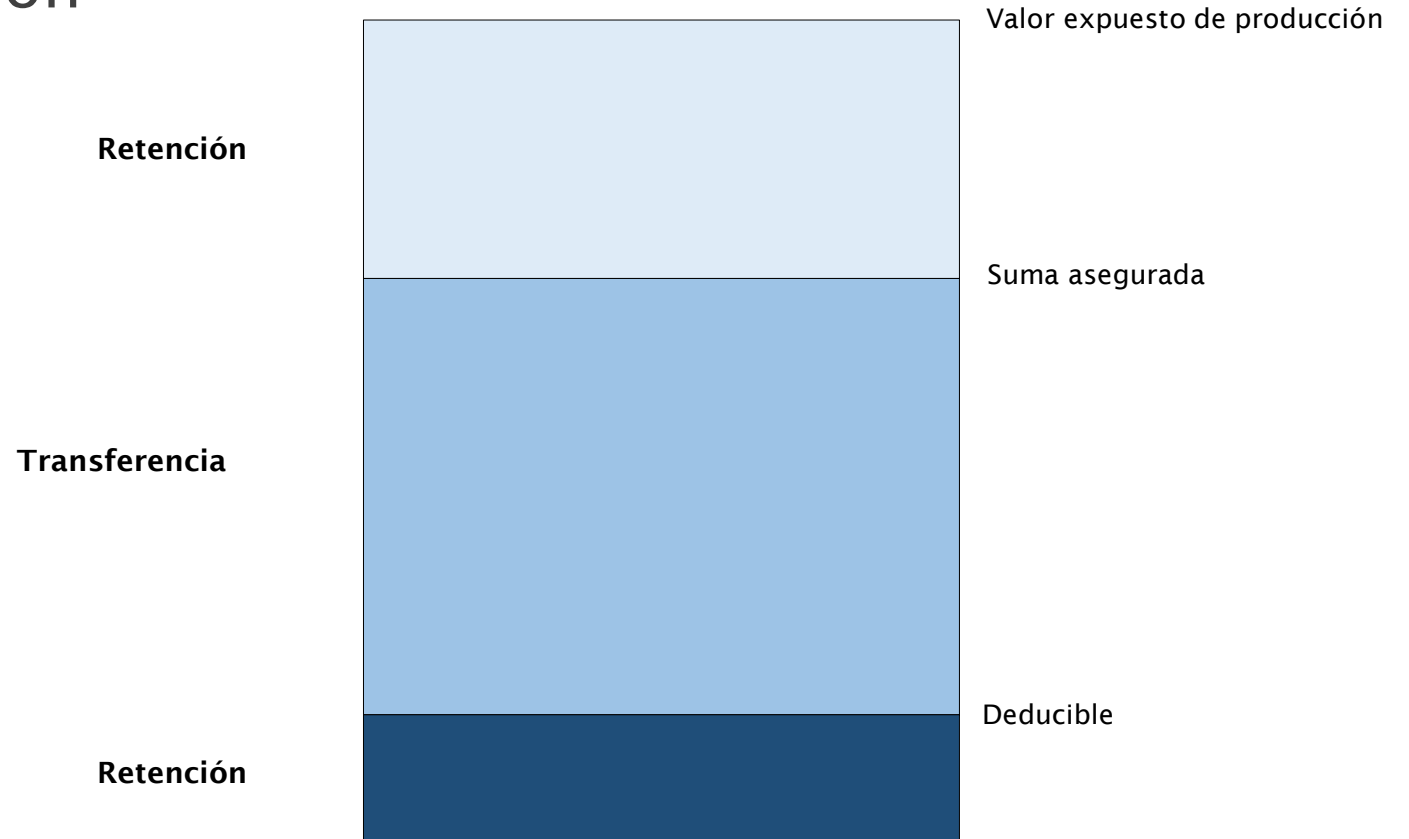
Actividades

1. Modelo climático
2. Amenazas de sequía e inundación
3. Exposición de cultivos
4. Exposición de ganadería
5. Vulnerabilidad de cultivos
6. Vulnerabilidad de ganadería
7. Evaluación del riesgo
8. Evaluación determinista
9. Calibración de rendimientos
- 10. Curva de inversión**

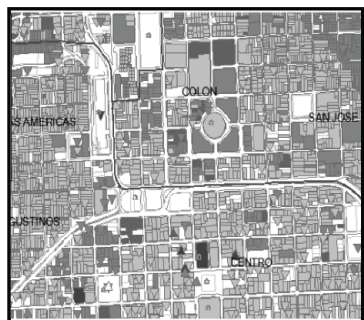


Actividades

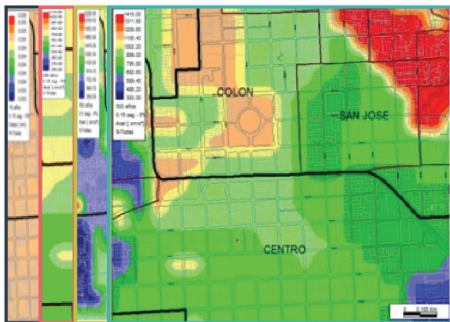
1. Modelo climático
2. Amenazas de sequía e inundación
3. Exposición de cultivos
4. Exposición de ganadería
5. Vulnerabilidad de cultivos
6. Vulnerabilidad de ganadería
7. Evaluación del riesgo
8. Evaluación determinista
9. Calibración de rendimientos
10. Curva de inversión
- 11. Seguro agrícola**



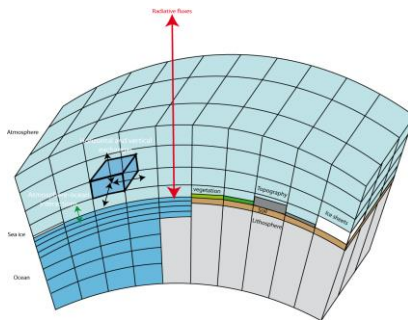
EXPOSICIÓN



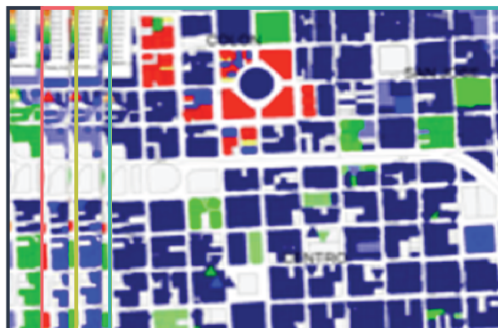
AMENAZA



CAMBIO CLIMÁTICO

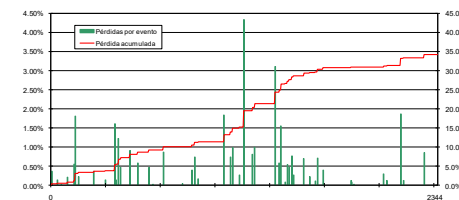


RIESGO

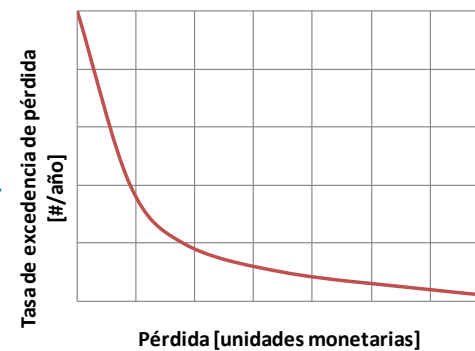


MÉTRICAS DE RIESGO

Pérdida Anual Esperada



Curva de Excedencia de Pérdidas



GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

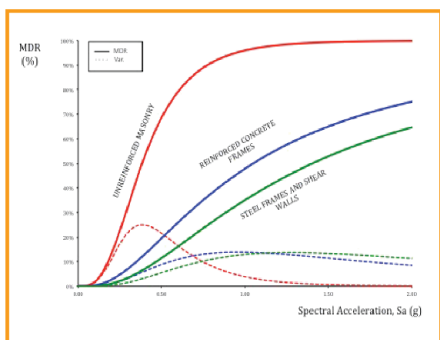
Intervención física

Protección financiera

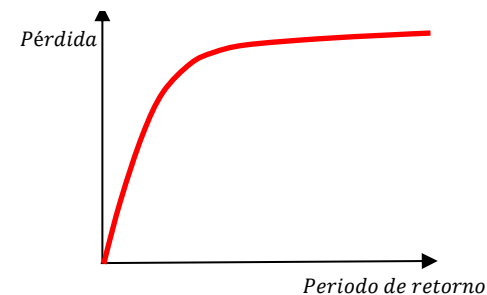
Respuesta

...

VULNERABILIDAD



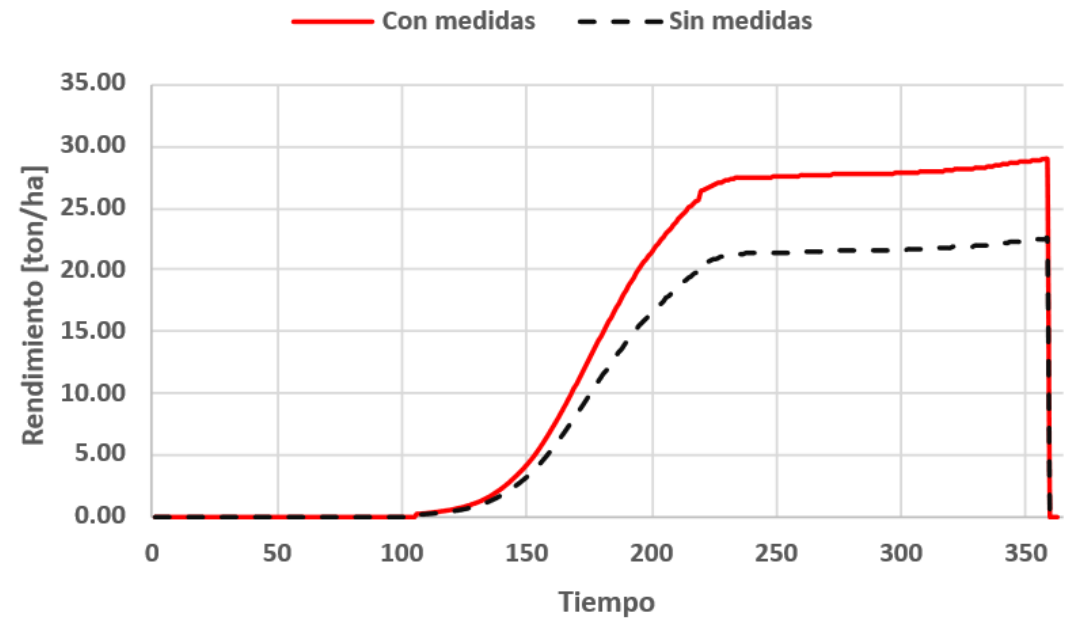
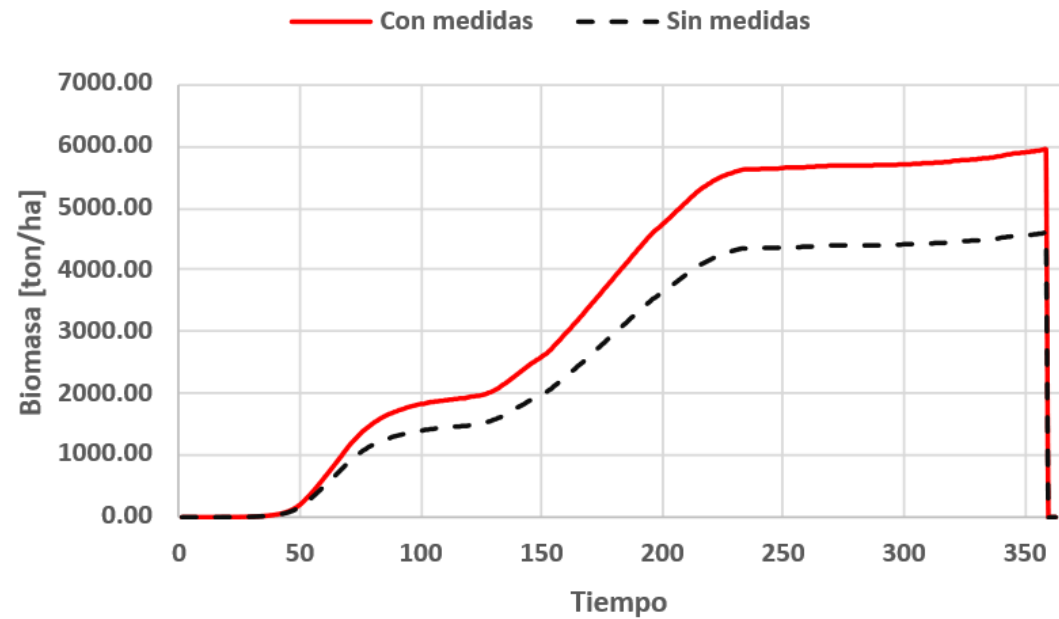
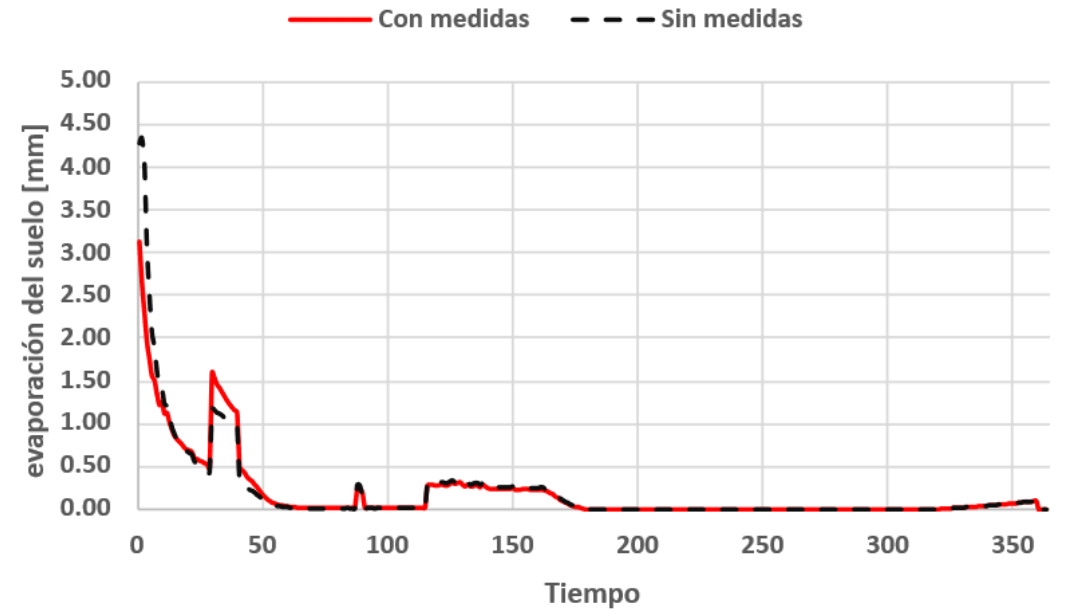
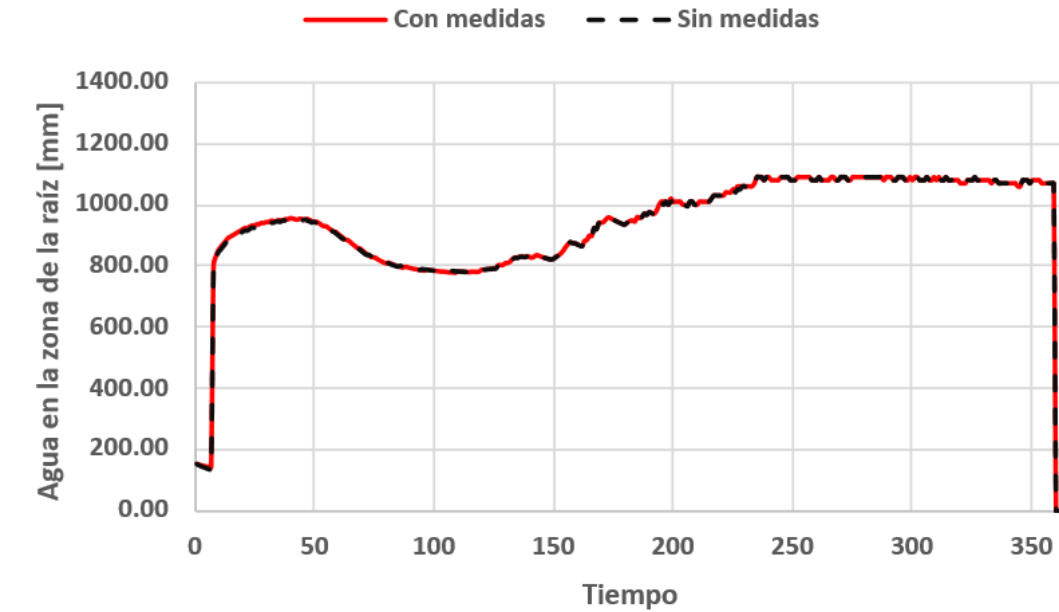
Curva de PML

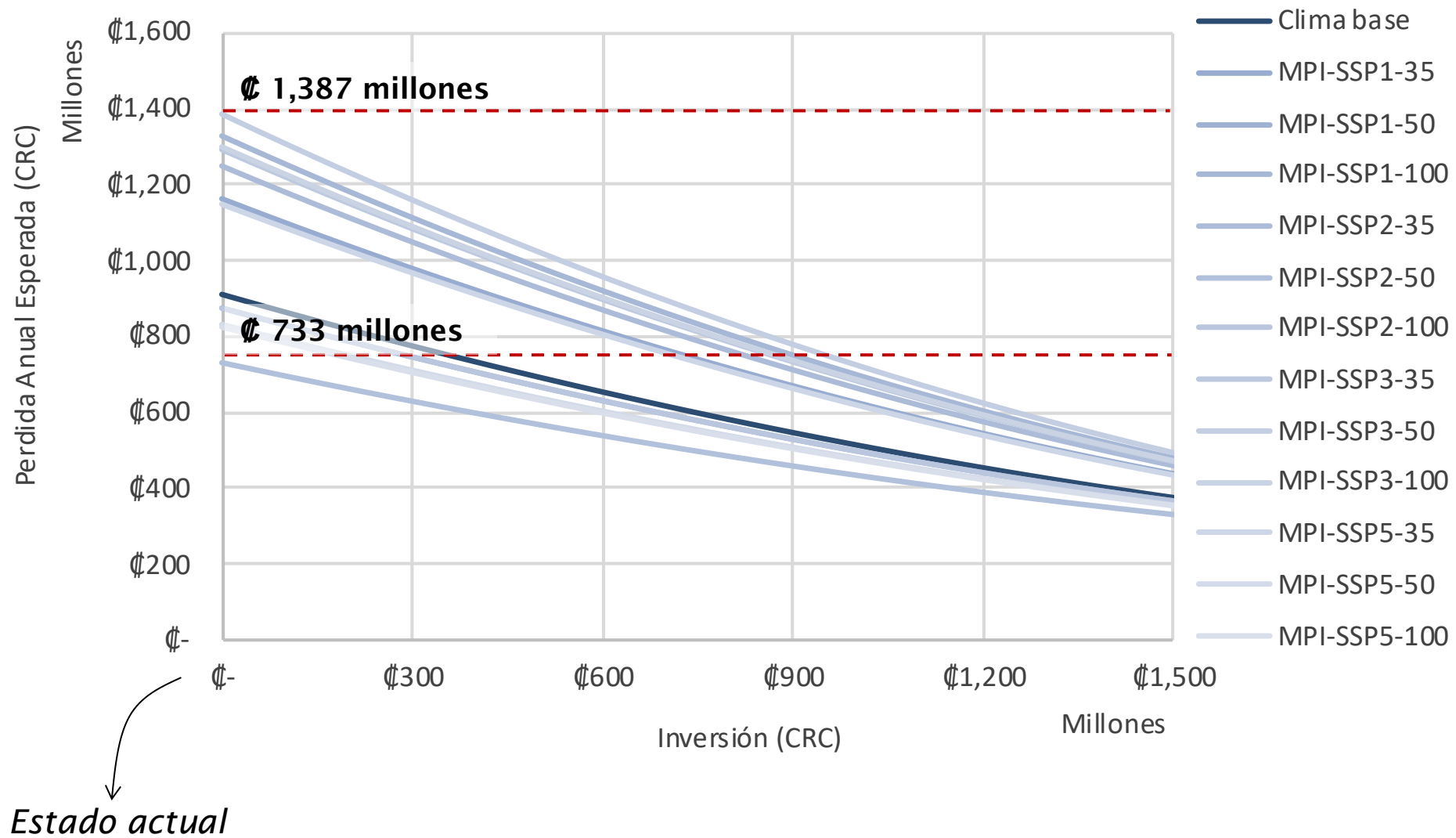


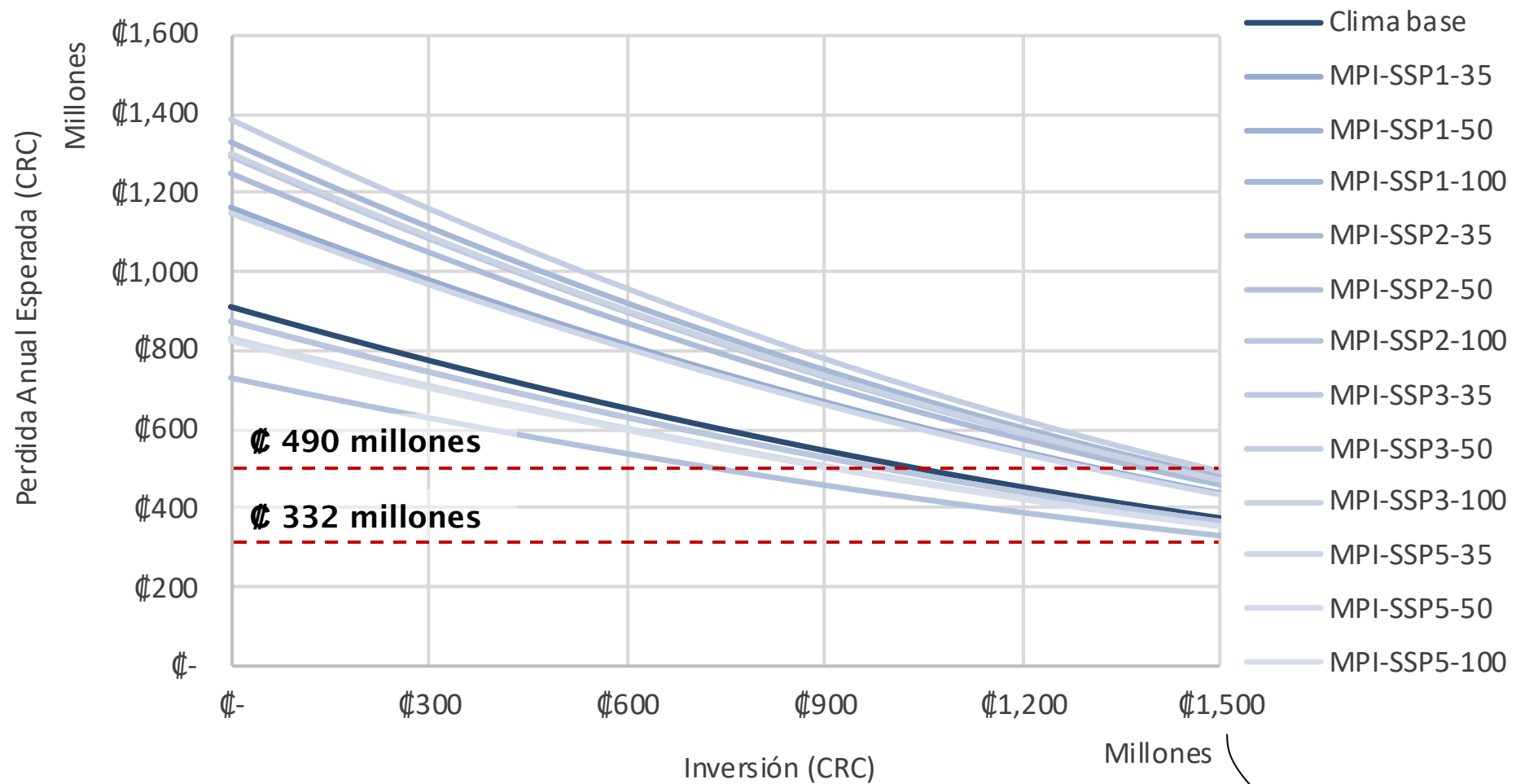
Medidas de adaptación física - Caña de azúcar

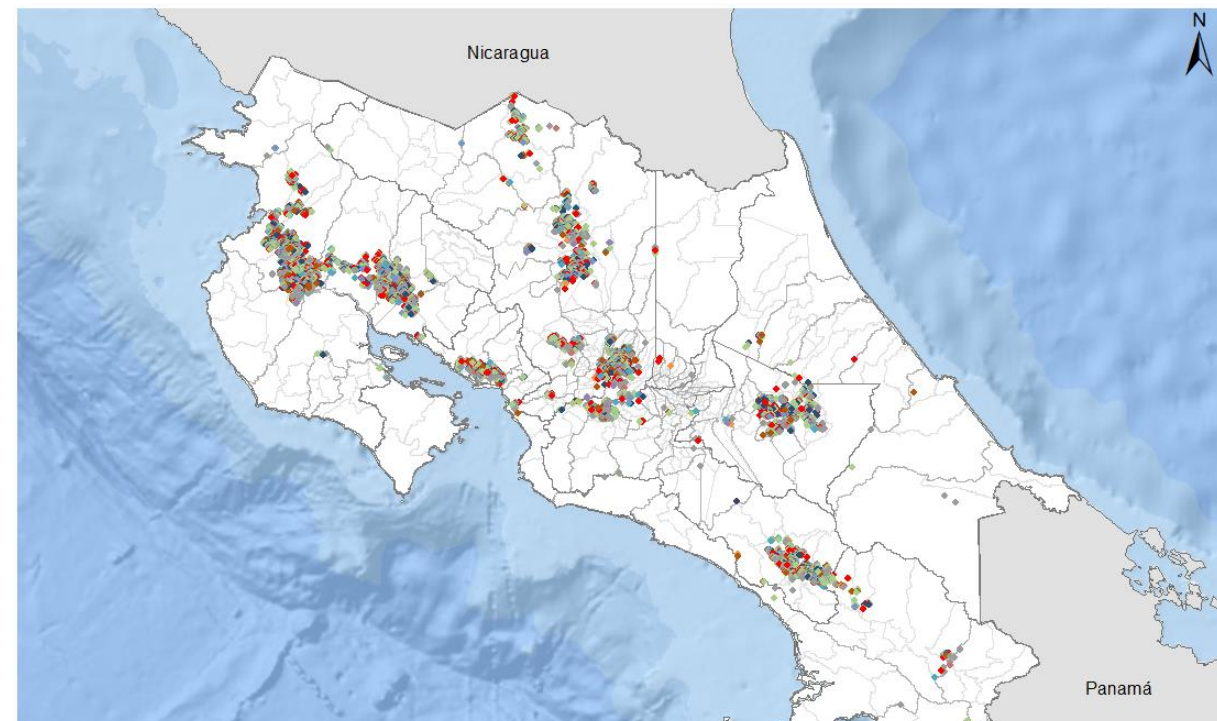
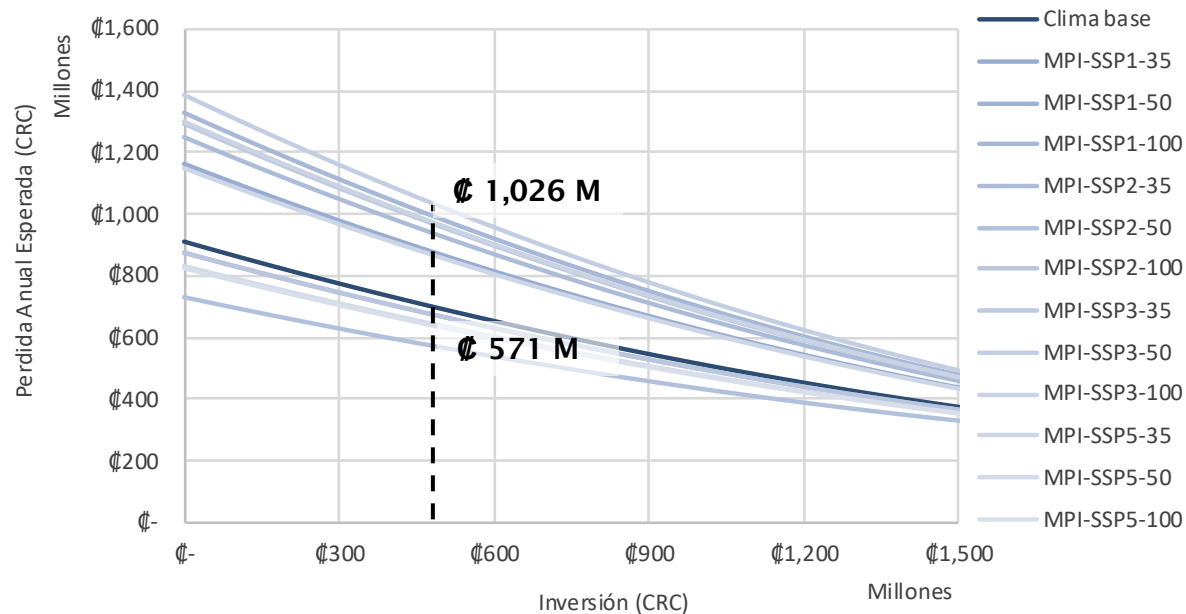
Medida NAMA	Costo estimado (₡/ha/año)
Optimizar el uso y manejo de los fertilizantes nitrogenados	185,000
Incrementar el empleo de abonos orgánicos	130,000
Promover el uso y producción de abonos verdes	105,000
Promocionar y optimizar la incorporación de enmiendas al suelo	200,000
Enfoque, promoción y atención en prácticas de conservación de suelos que permitan su recarbonización y minimicen las pérdidas naturales	275,000
Promocionar el uso y la incorporación de biocarbón (biochar) al suelo	400,000
Optimizar la preparación de los terrenos de cultivo	175,000
Fomento de la mínima labranza y/o cero labranzas en condiciones de cultivo apropiadas	85,000
Utilizar variedades de caña resilientes apropiadas a los entornos agroproductivos nacionales	140,000
Uso de semilla mejorada de alta calidad y pureza genética	210,000
Prolongación de la longevidad en el uso comercial de las plantaciones de caña	100,000
Auspiciar un manejo óptimo del recurso hídrico	750,000
Uso de coberturas vegetales a nivel de finca	135,000
Aumento de la cobertura vegetal con especies arbóreas, frutícolas y arbustivas	275,000
Manejo óptimo de biomasa y residuos agroindustriales en el campo	100,000

Fincas NAMA – Caña de azúcar

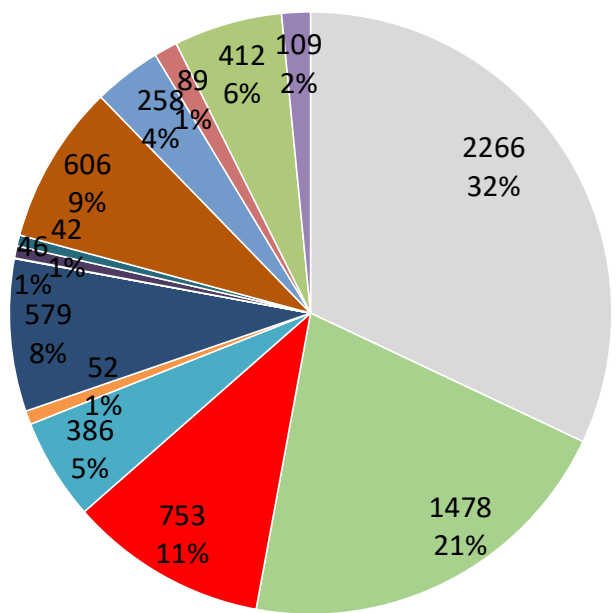




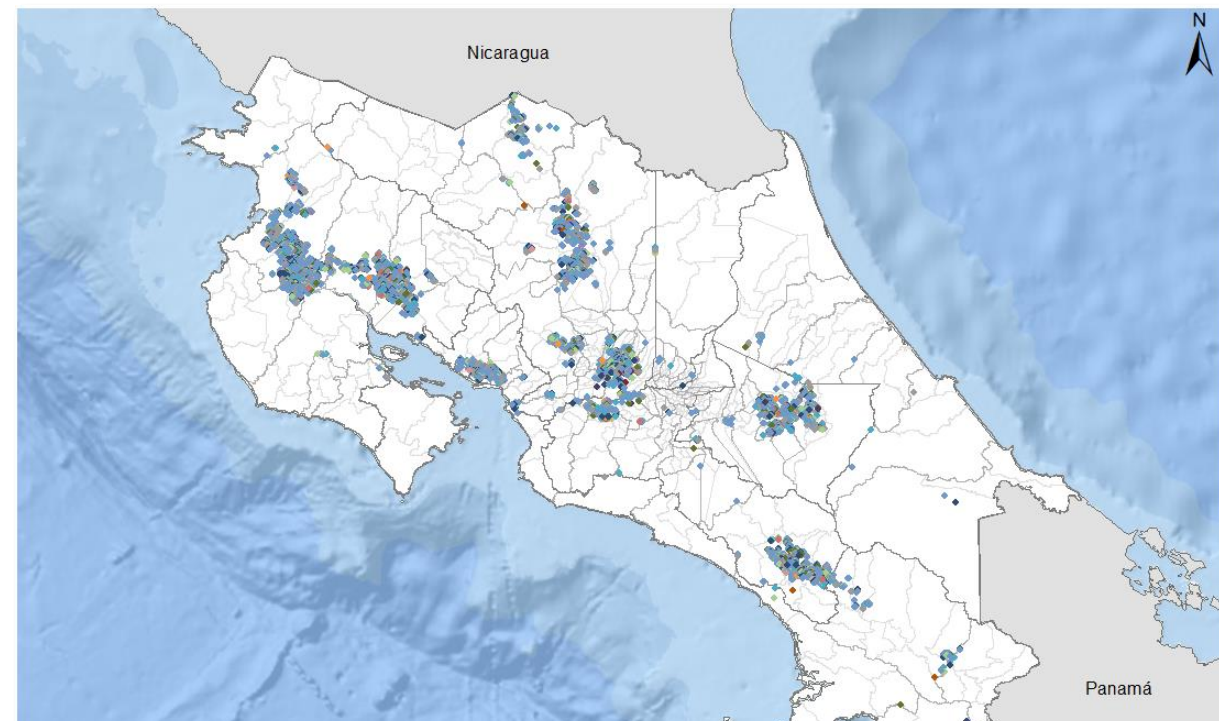
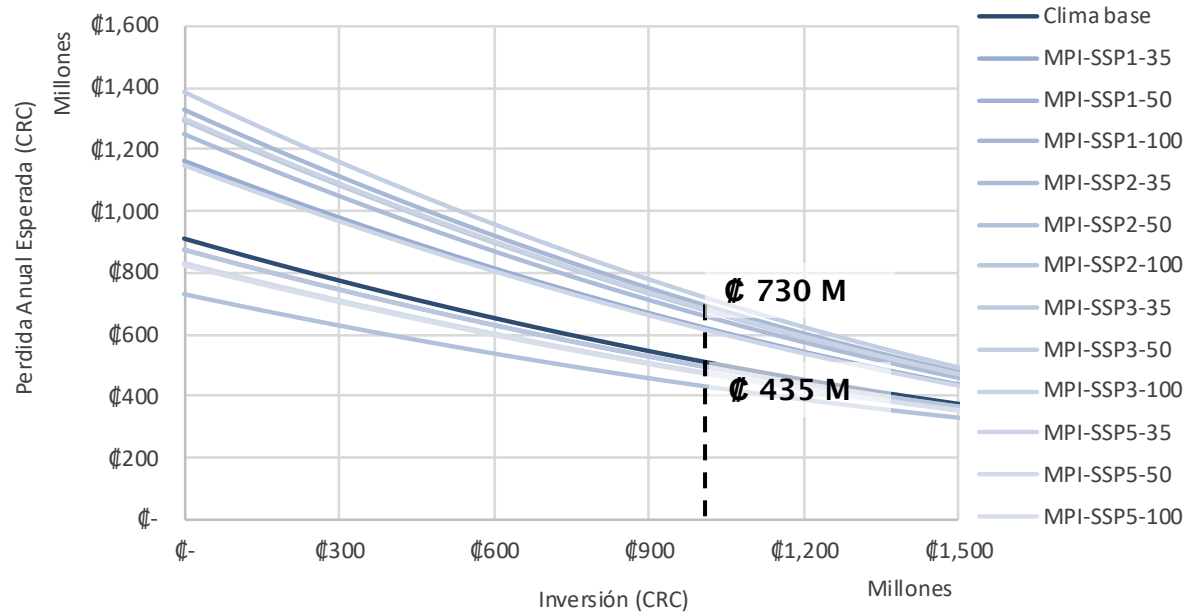




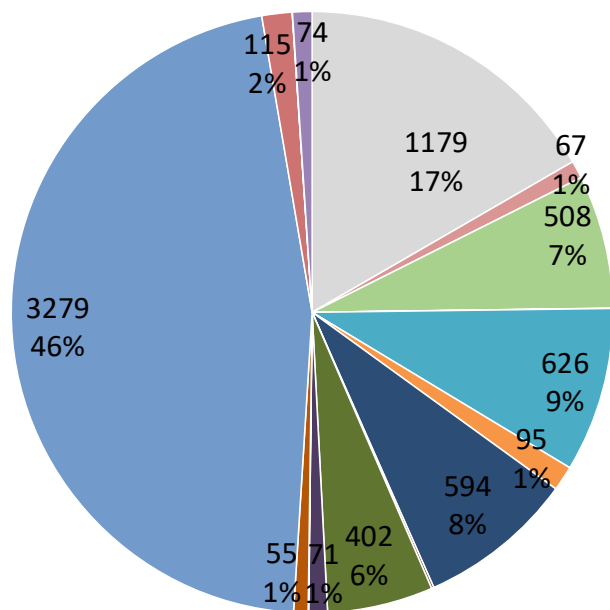
¢ 500 millones



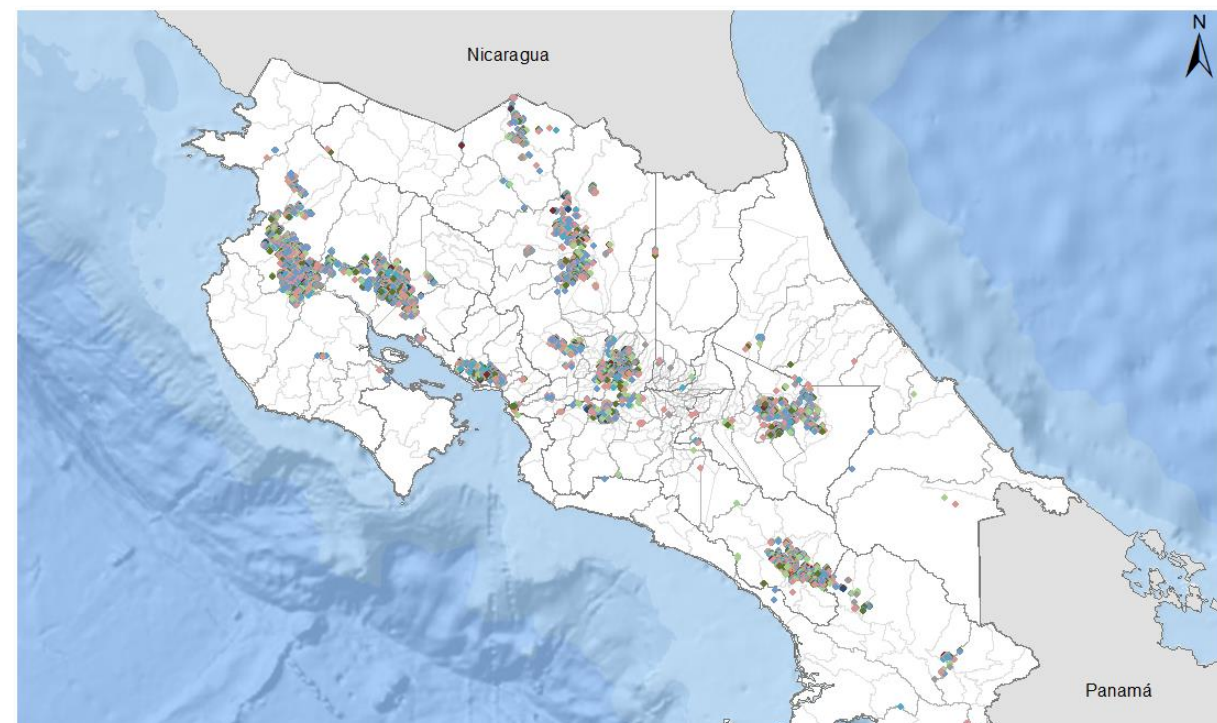
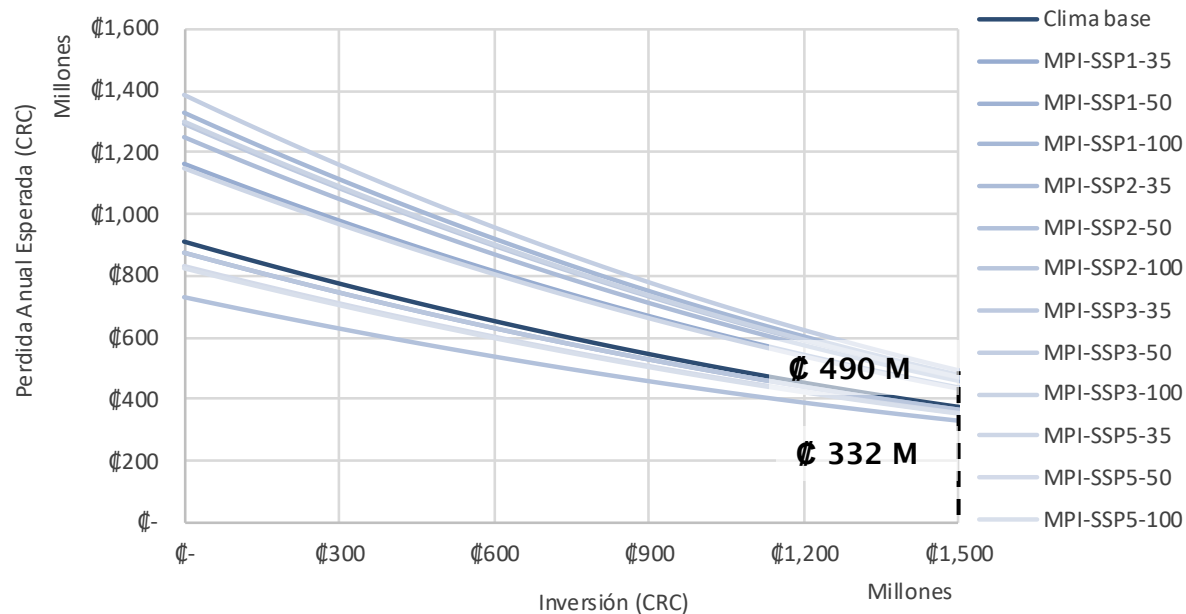
- Aumento de la cobertura vegetal con especies arbóreas, frutícolas y arbustivas
- Auspiciar un manejo óptimo del recurso hídrico
- Enfoque, promoción y atención en prácticas de conservación de suelos que permitan su recarbonización y minimicen las pérdidas naturales
- Fomento de la mínima labranza y/o cero labranzas en condiciones de cultivo apropiadas
- Incrementar el empleo de abonos orgánicos
- Manejo óptimo de biomasa y residuos agroindustriales en el campo
- Optimizar el uso y manejo de los fertilizantes nitrogenados
- Optimizar la preparación de los terrenos de cultivo
- Prolongación de la longevidad en el uso comercial de las plantaciones de caña
- Promocionar el uso y la incorporación de biocarbón (biochar) al suelo
- Promocionar y optimizar la incorporación de enmiendas al suelo
- Promover el uso y producción de abonos verdes
- Sin medida
- Uso de coberturas vegetales a nivel de finca
- Uso de semilla mejorada de alta calidad y pureza genética
- Utilizar variedades de caña resilientes apropiadas a los entornos agroproductivos nacionales



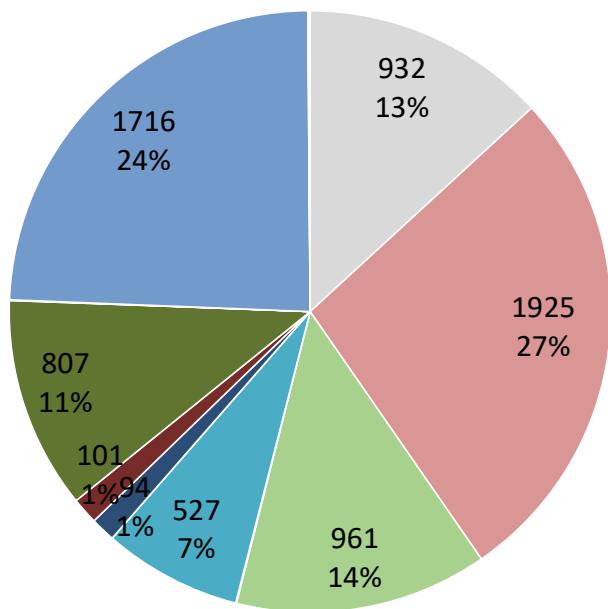
¢ 1,000 millones



- Aumento de la cobertura vegetal con especies arbóreas, frutícolas y arbustivas
- Auspiciar un manejo óptimo del recurso hídrico
- Enfoque, promoción y atención en prácticas de conservación de suelos que permitan su recarbonización y minimicen las pérdidas naturales
- Fomento de la mínima labranza y/o cero labranzas en condiciones de cultivo apropiadas
- Incrementar el empleo de abonos orgánicos
- Manejo óptimo de biomasa y residuos agroindustriales en el campo
- Optimizar el uso y manejo de los fertilizantes nitrogenados
- Optimizar la preparación de los terrenos de cultivo
- Prolongación de la longevidad en el uso comercial de las plantaciones de caña
- Promocionar el uso y la incorporación de biocarbón (biochar) al suelo
- Promocionar y optimizar la incorporación de enmiendas al suelo
- Promover el uso y producción de abonos verdes
- Sin medida
- Uso de coberturas vegetales a nivel de finca
- Uso de semilla mejorada de alta calidad y pureza genética
- Utilizar variedades de caña resilientes apropiadas a los entornos agroproductivos nacionales



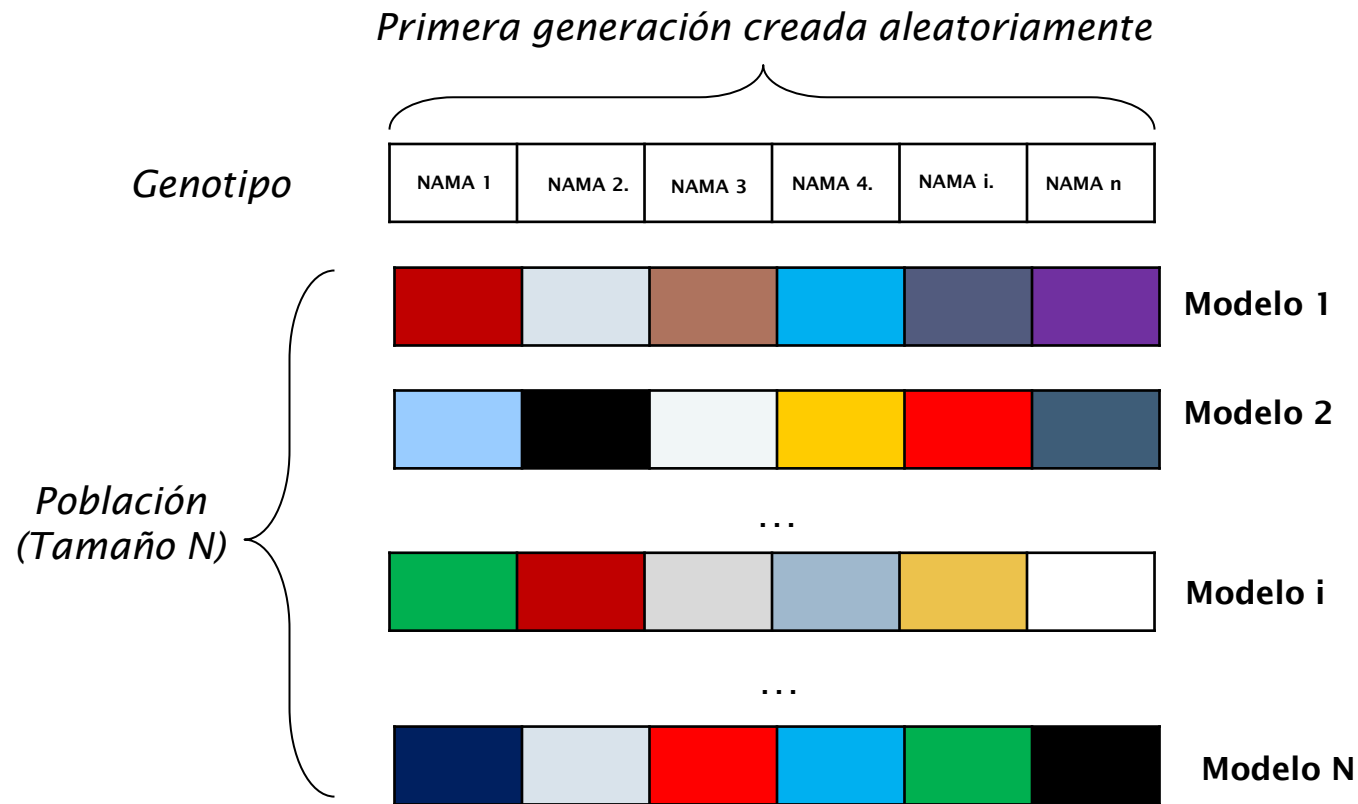
¢ 1,500 millones



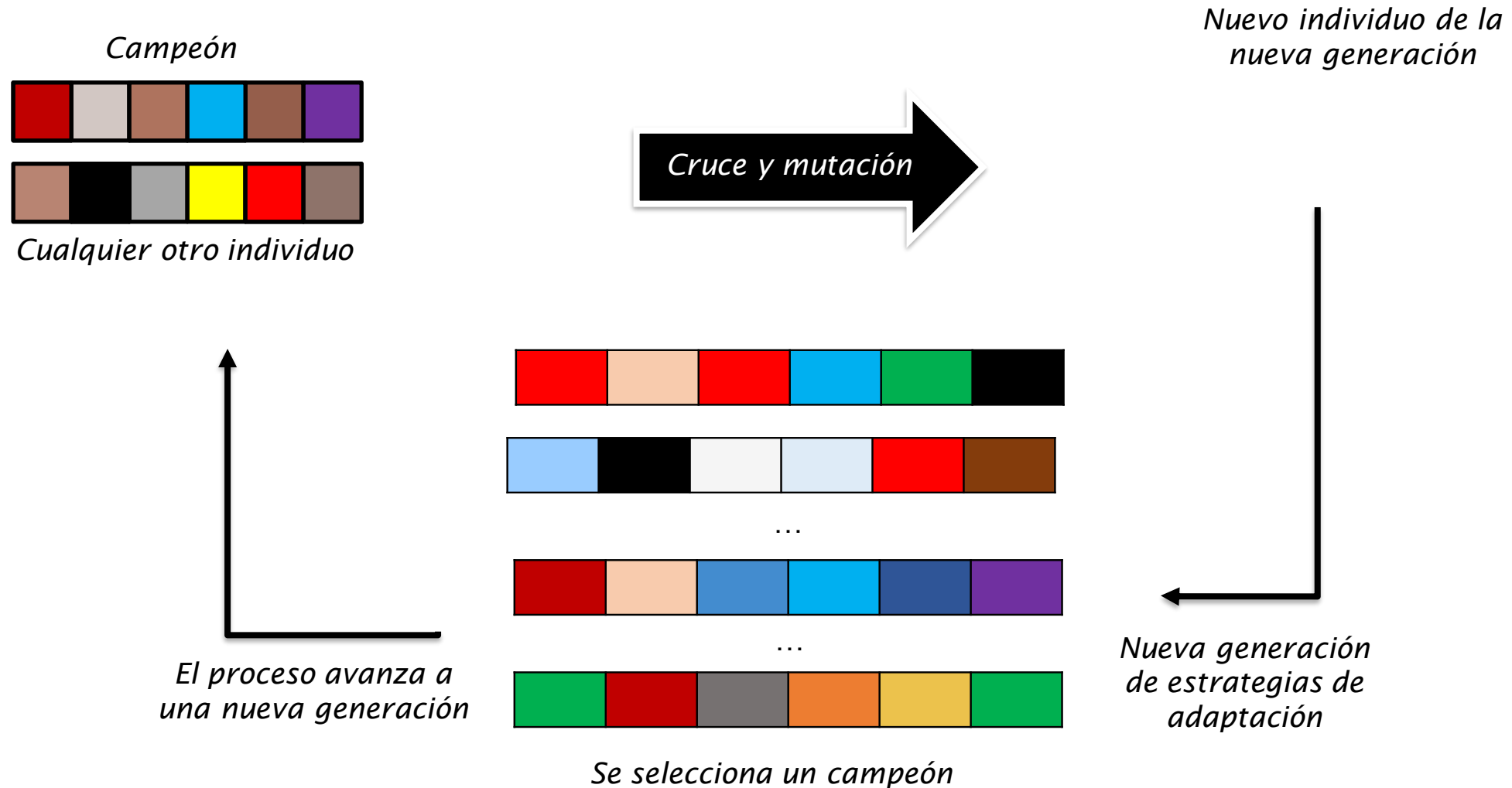
- Aumento de la cobertura vegetal con especies arbóreas, frutícolas y arbustivas
- Auspiciar un manejo óptimo del recurso hídrico
- Enfoque, promoción y atención en prácticas de conservación de suelos que permitan su recarbonización y minimicen las pérdidas naturales
- Fomento de la mínima labranza y/o cero labranzas en condiciones de cultivo apropiadas
- Incrementar el empleo de abonos orgánicos
- Manejo óptimo de biomasa y residuos agroindustriales en el campo
- Optimizar el uso y manejo de los fertilizantes nitrogenados
- Optimizar la preparación de los terrenos de cultivo
- Prolongación de la longevidad en el uso comercial de las plantaciones de caña
- Promocionar el uso y la incorporación de biocarbón (biochar) al suelo
- Promocionar y optimizar la incorporación de enmiendas al suelo
- Promover el uso y producción de abonos verdes
- Sin medida
- Uso de coberturas vegetales a nivel de finca
- Uso de semilla mejorada de alta calidad y pureza genética
- Utilizar variedades de caña resilientes apropiadas a los entornos agroproductivos nacionales

Curva de inversión
Se construye un algoritmo genético en el cual el genotipo de cada individuo está conformado por medidas de adaptación con diferentes parámetros y alcances.

Los individuos son estrategias de adaptación

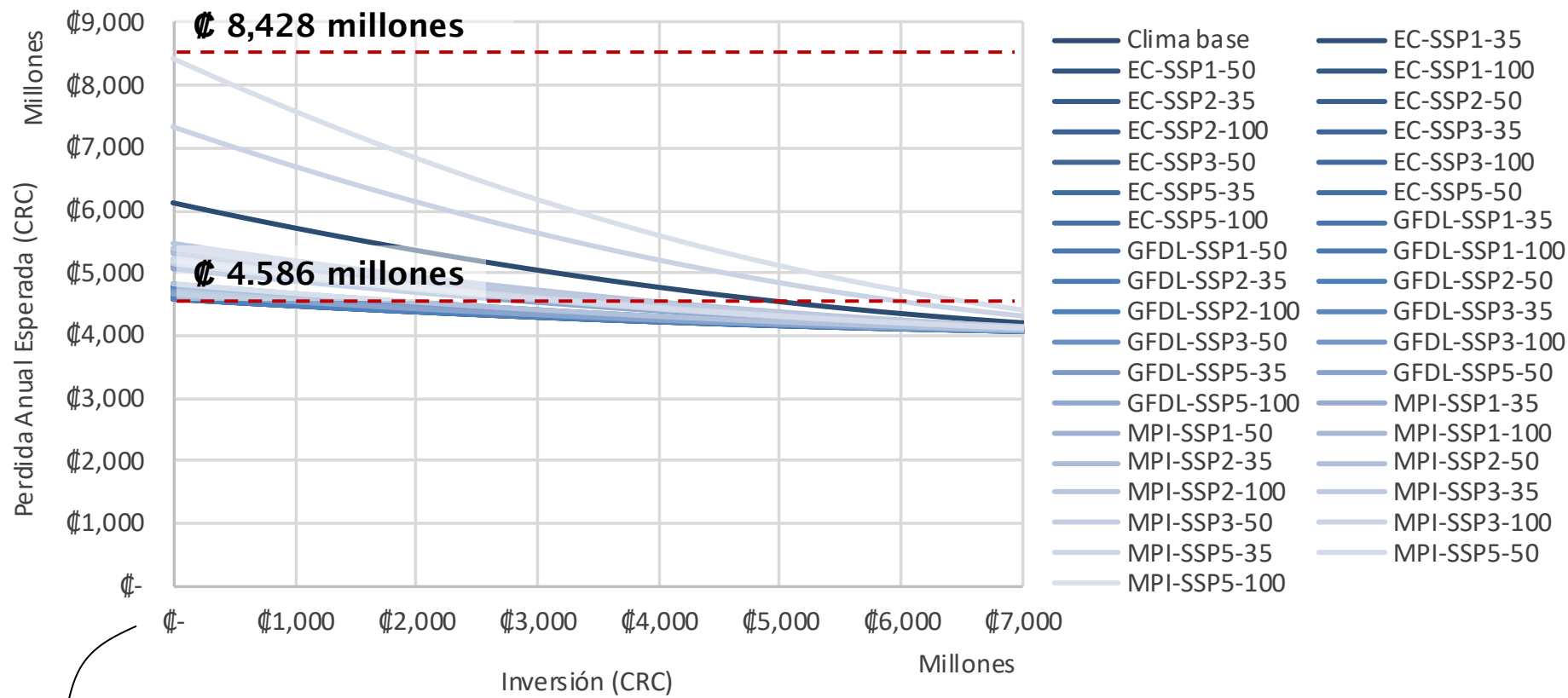


Curva de inversión
La población evoluciona mediante el cruce de los individuos de cada generación. El individuo que más eficiente en reducir la pérdida es el campeón de su generación.

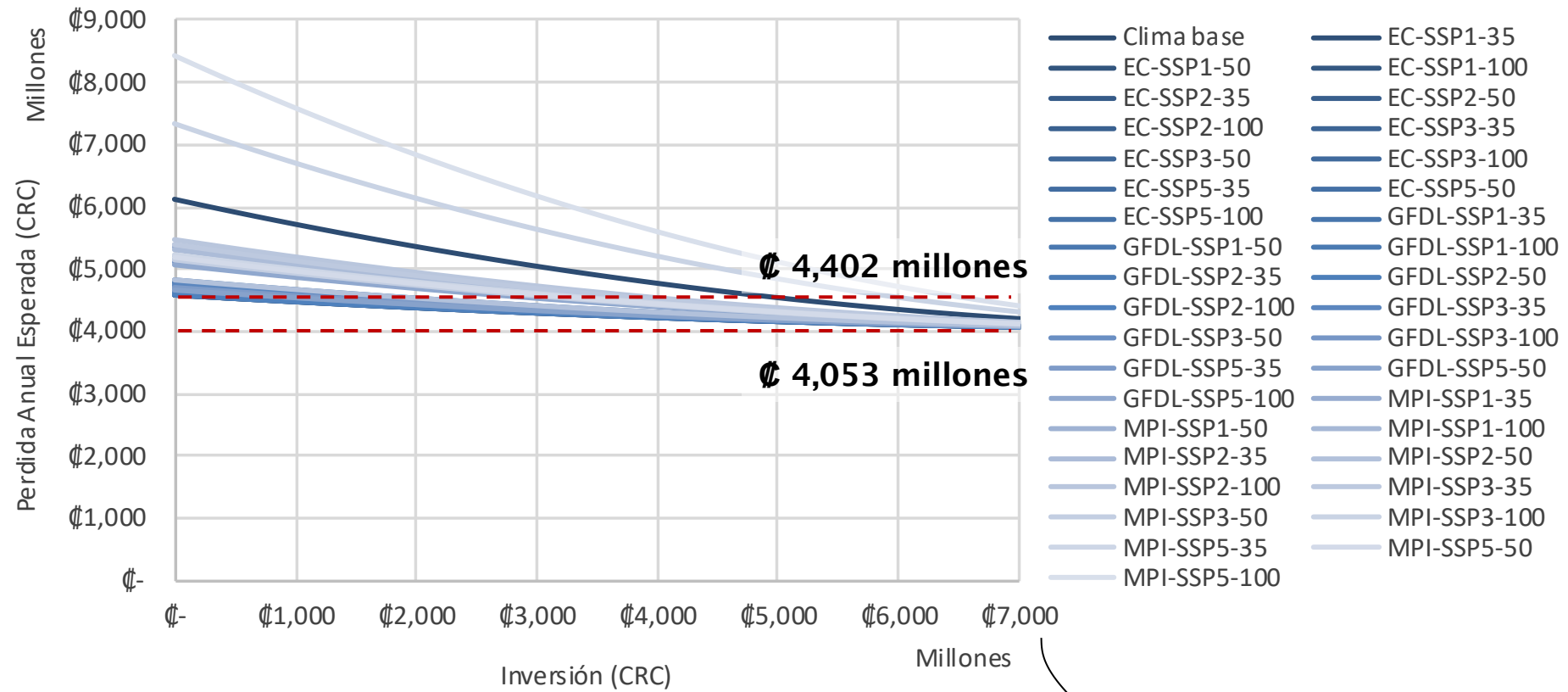


Medidas de adaptación física - Café

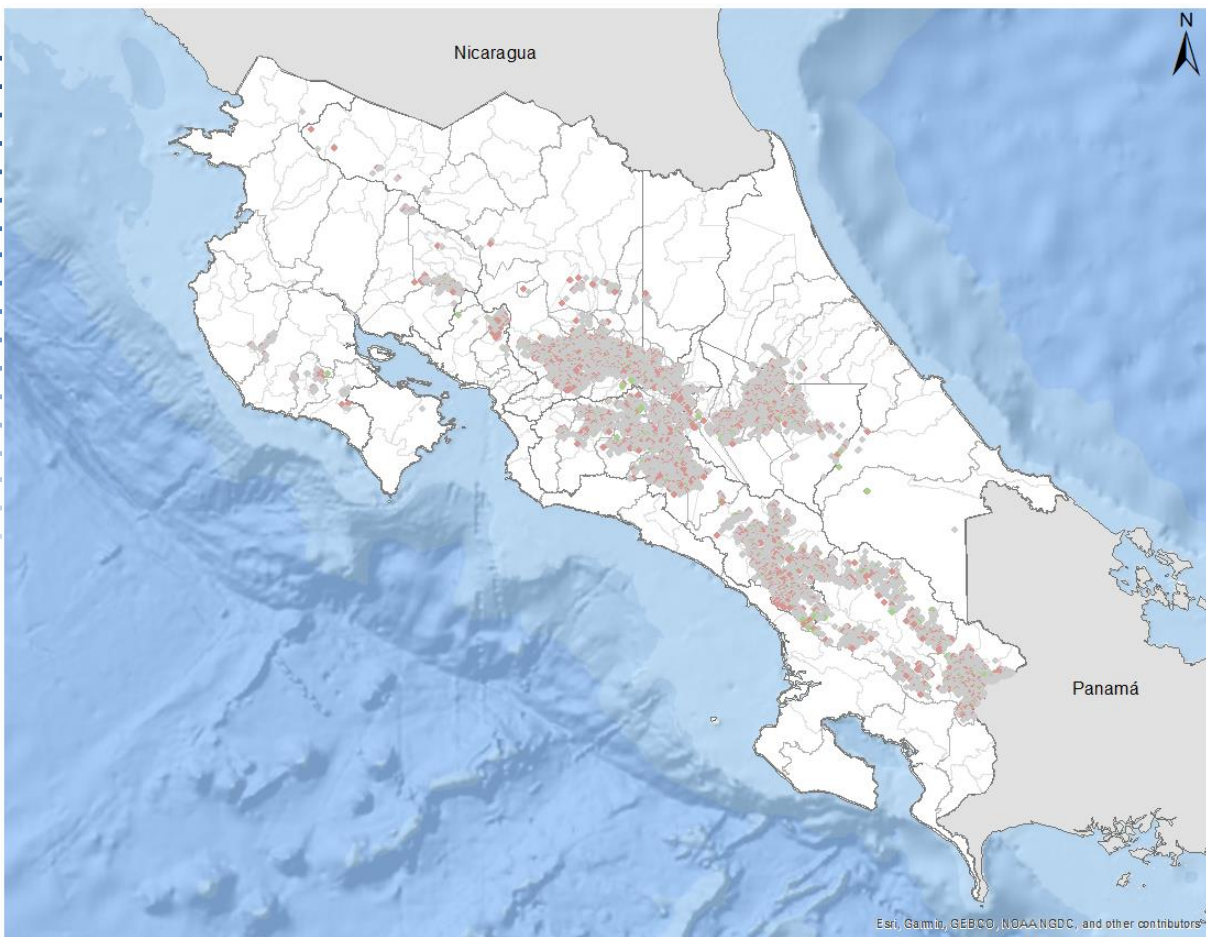
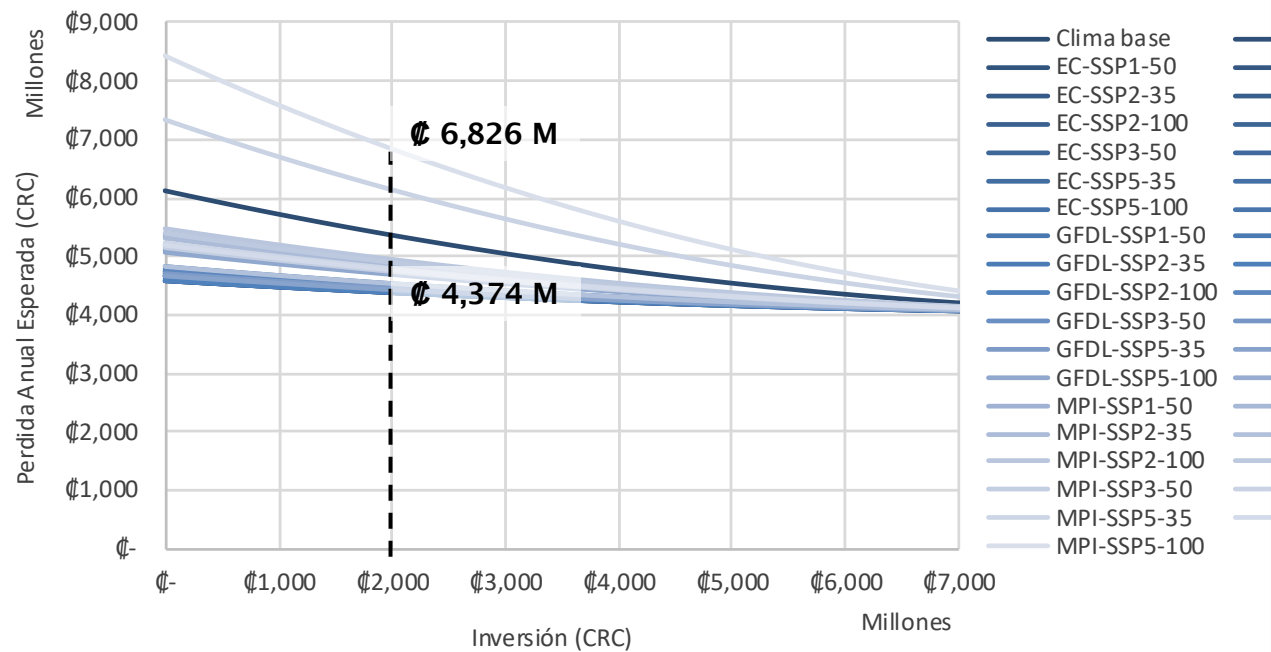
Medida NAMA	Costo estimado (₡/ha/año)
Agroforestería	400,000
Buenas prácticas agrícolas	275,000



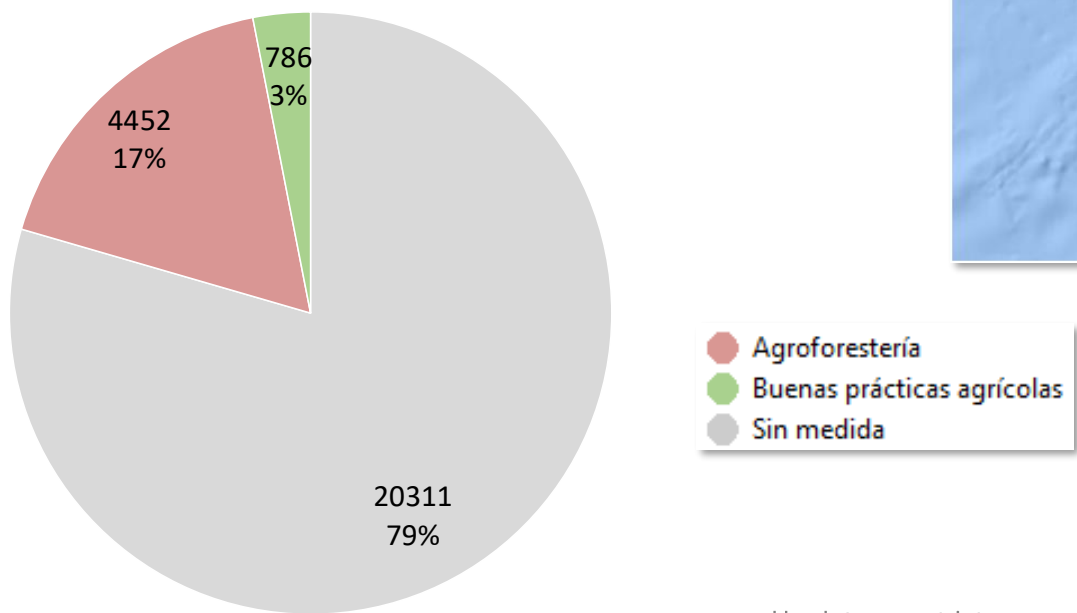
Estado actual

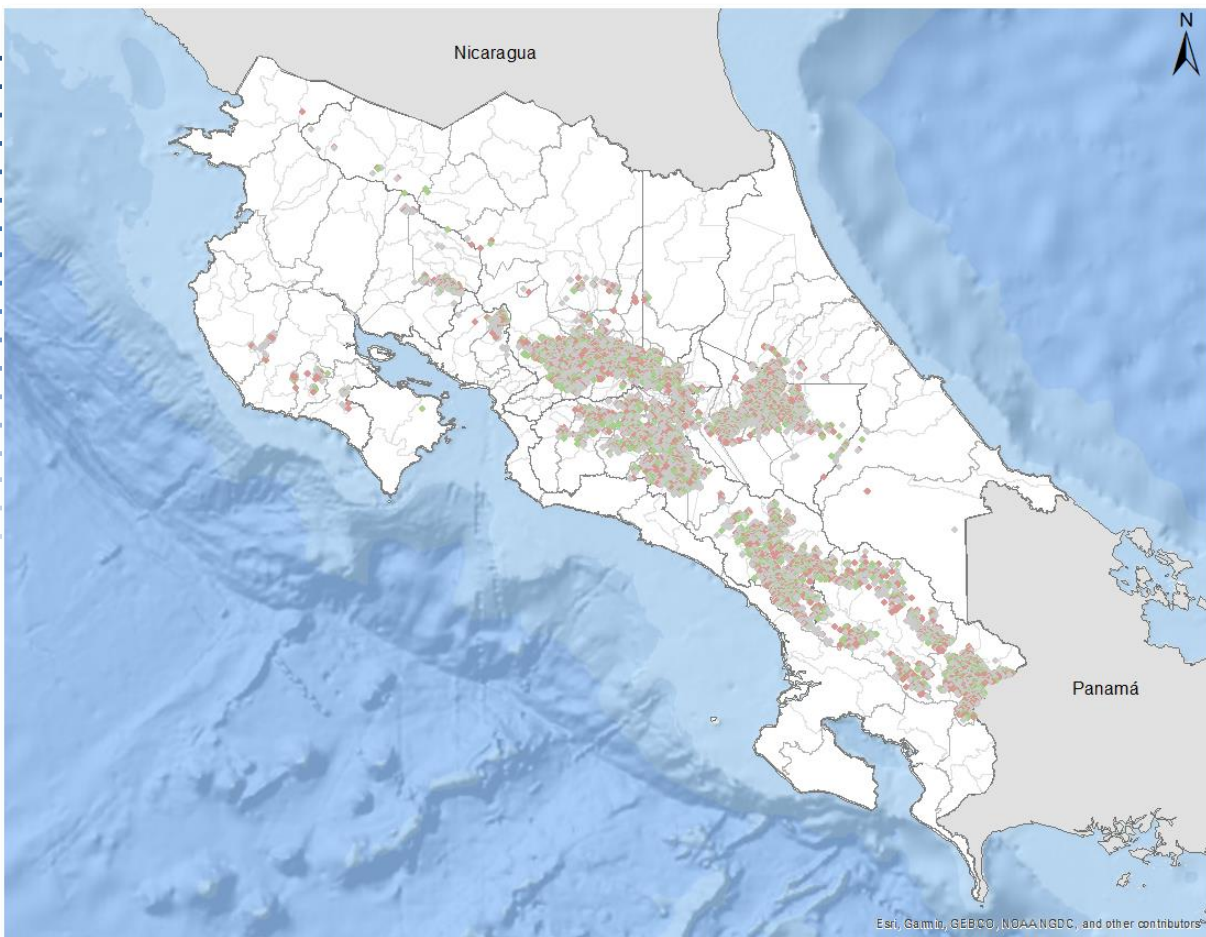
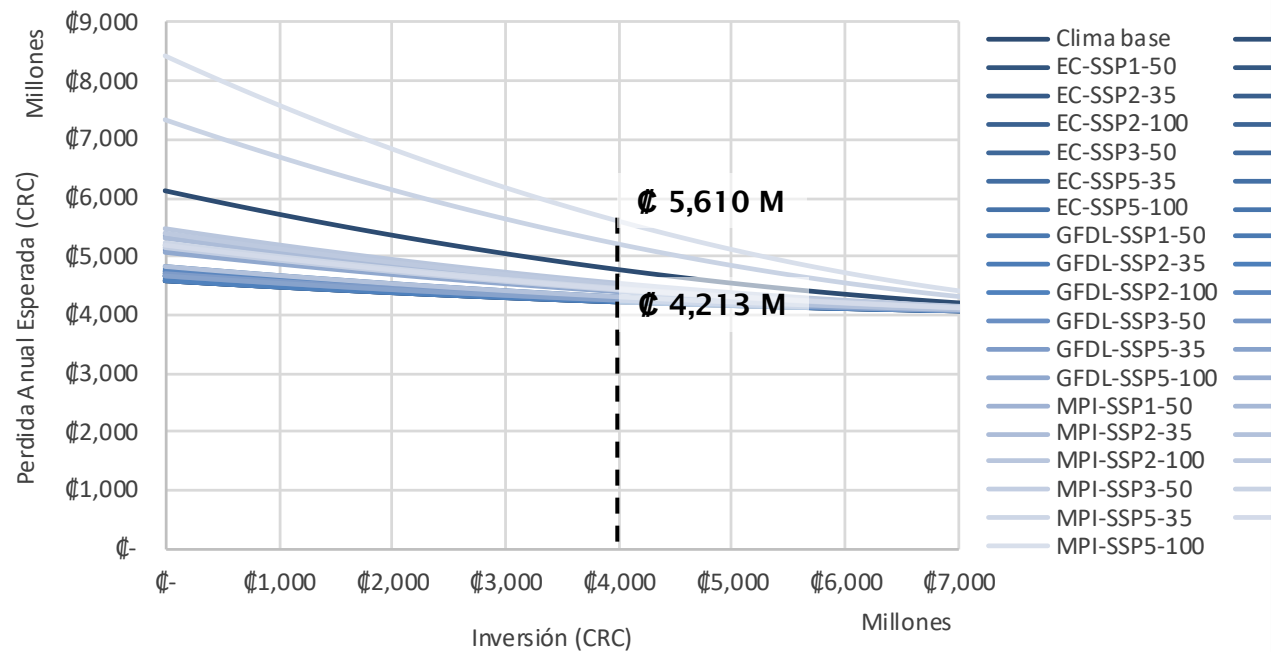


Límite de la adaptación

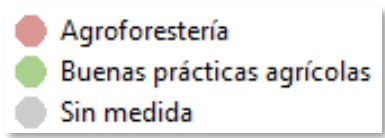
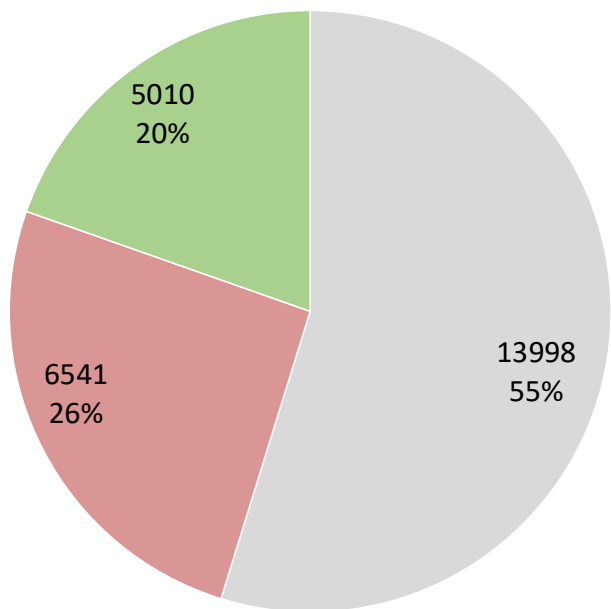


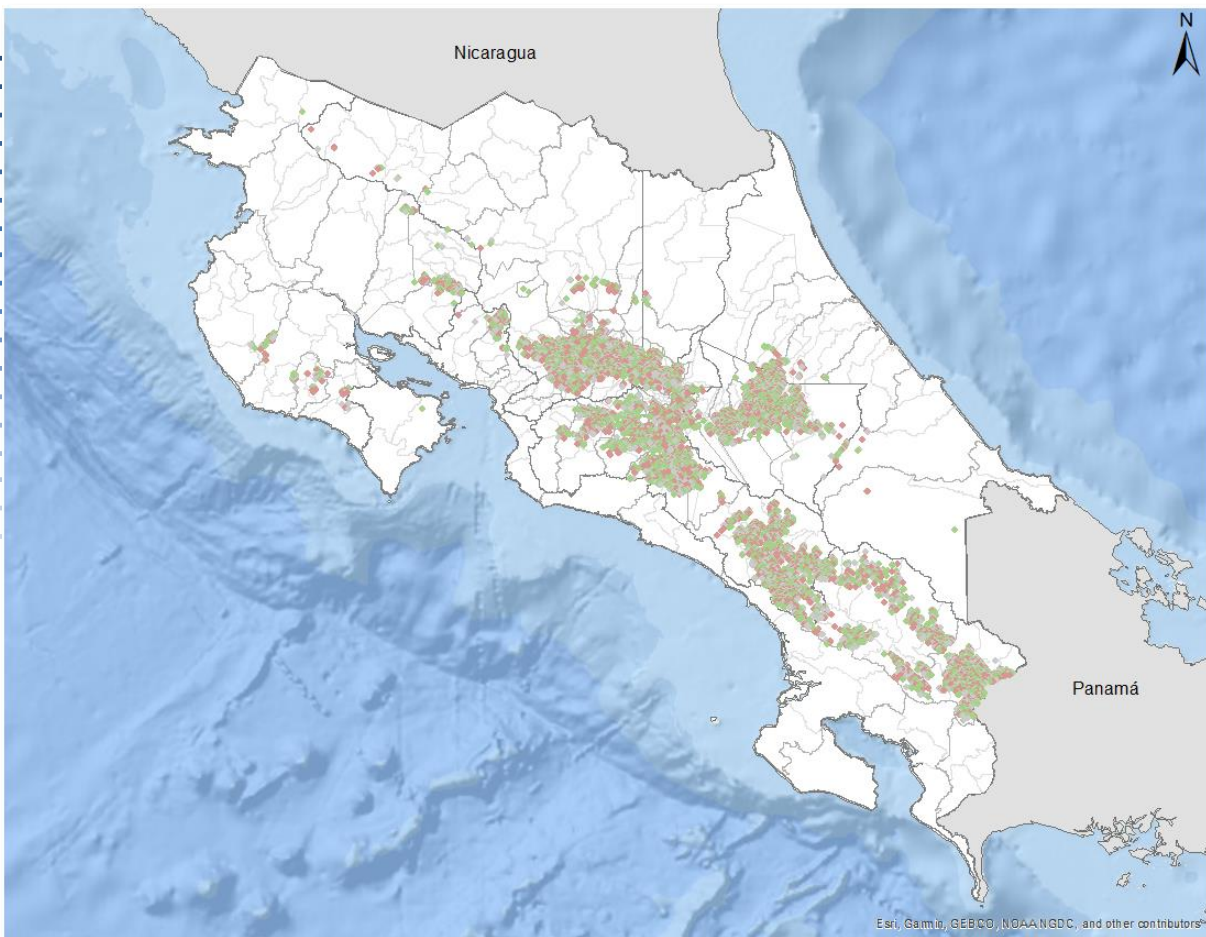
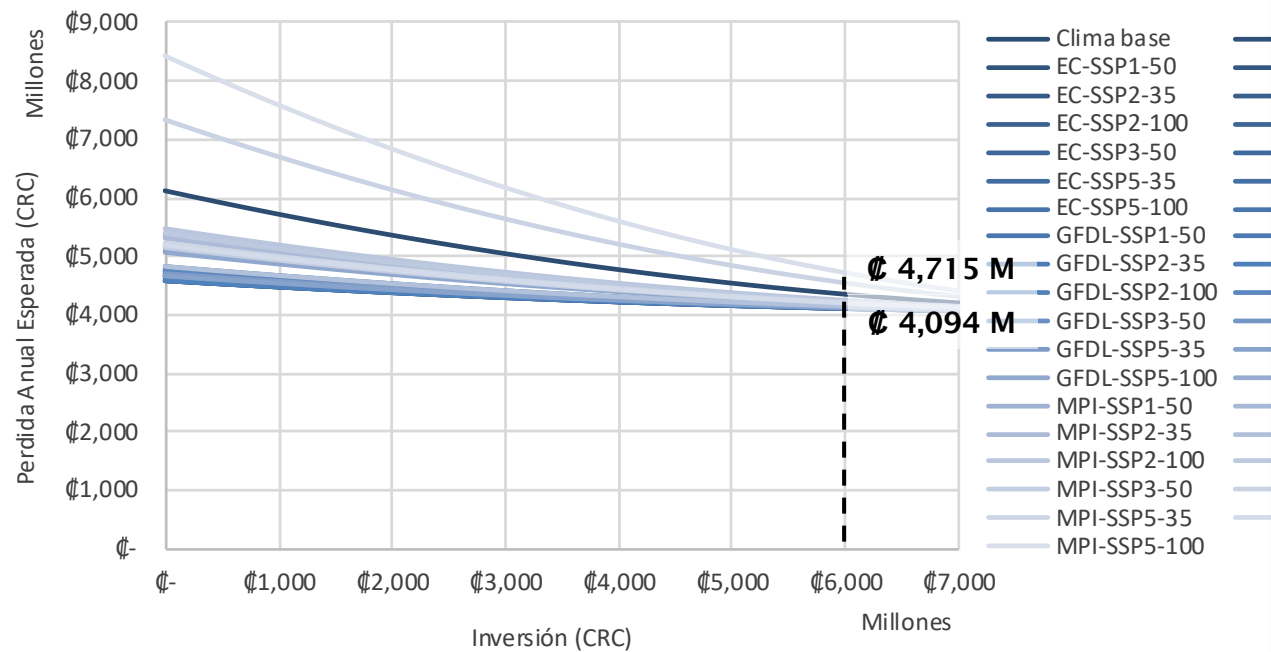
¢ 2,000 millones



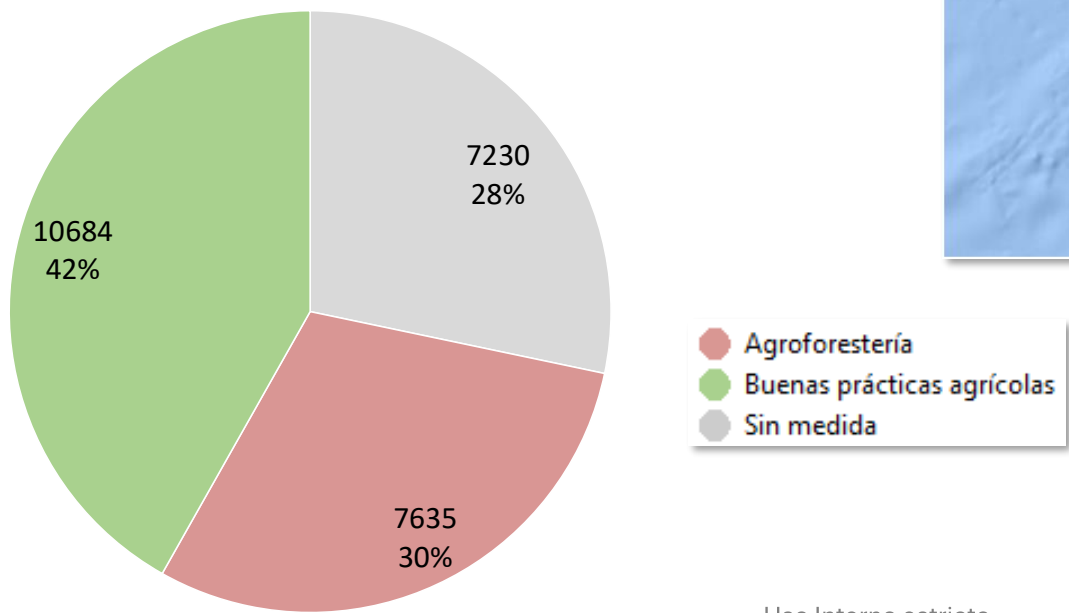


¢ 4,000 millones





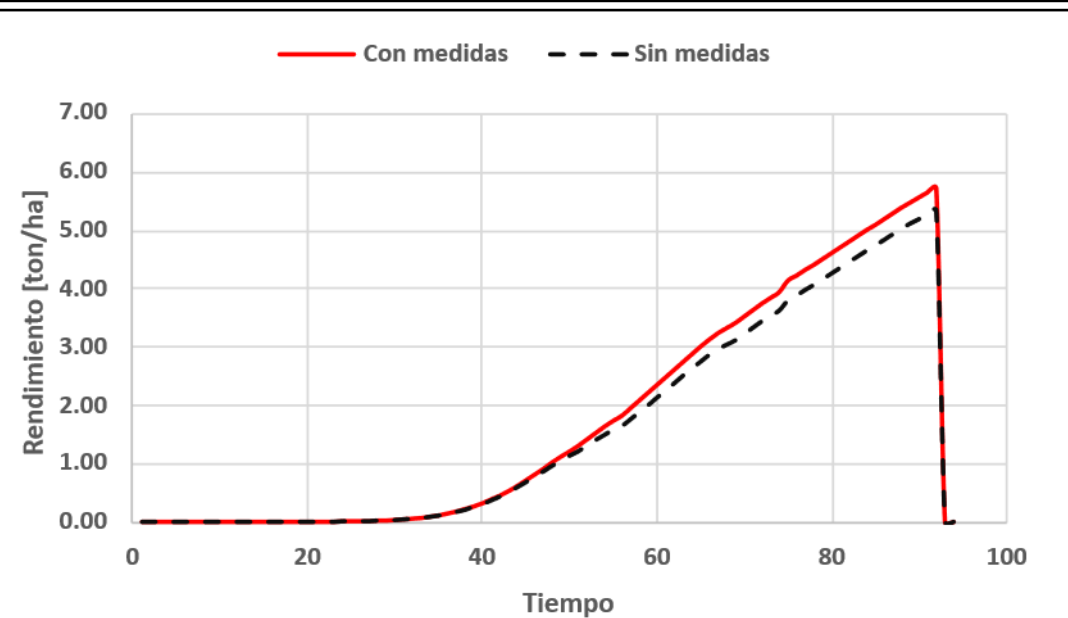
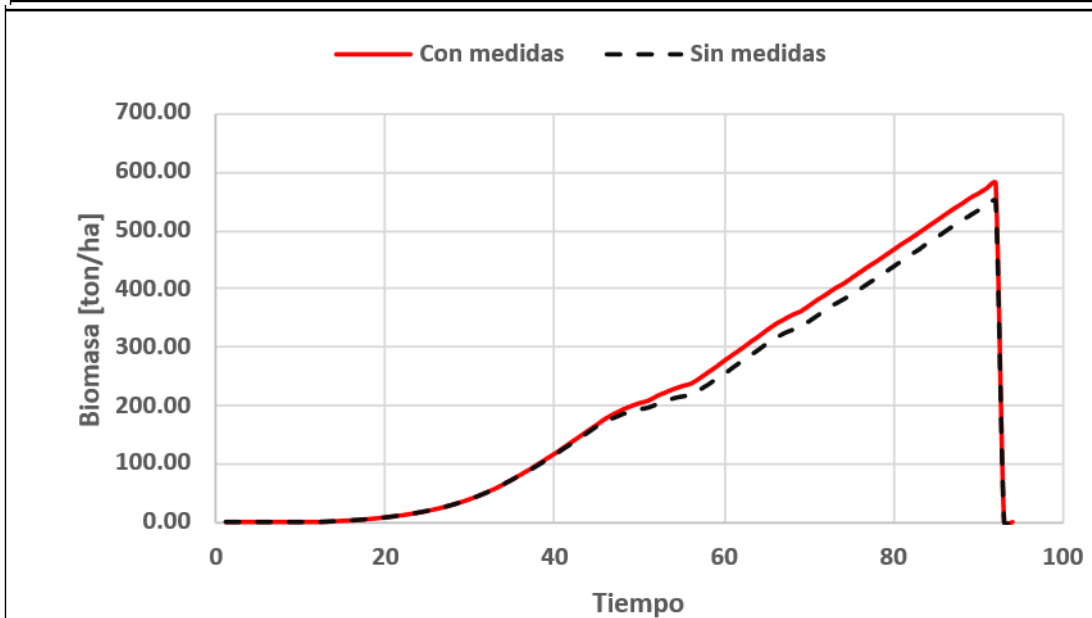
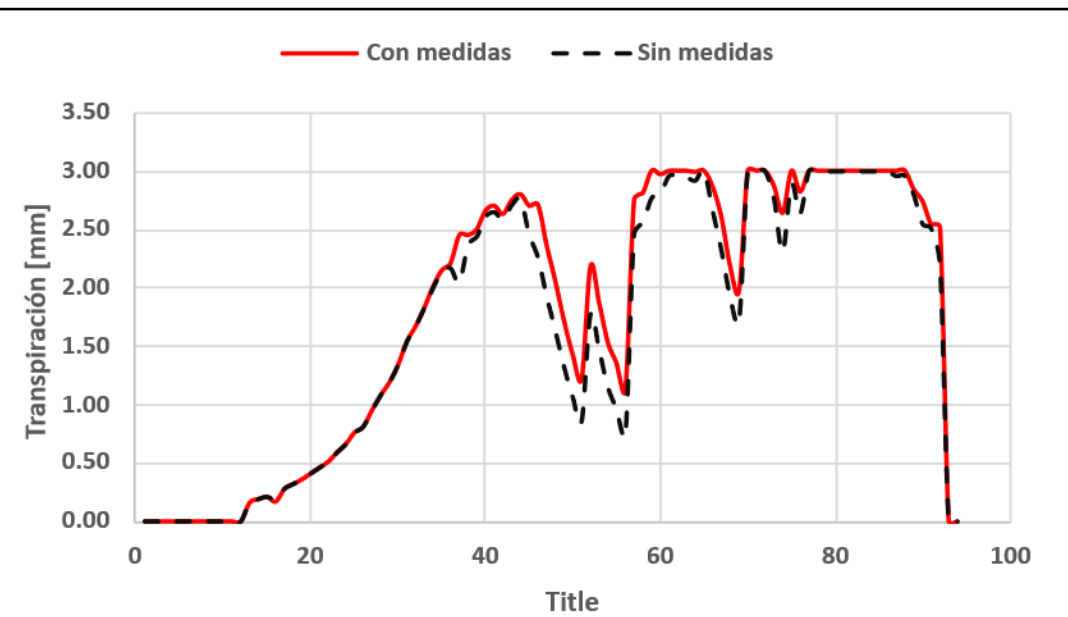
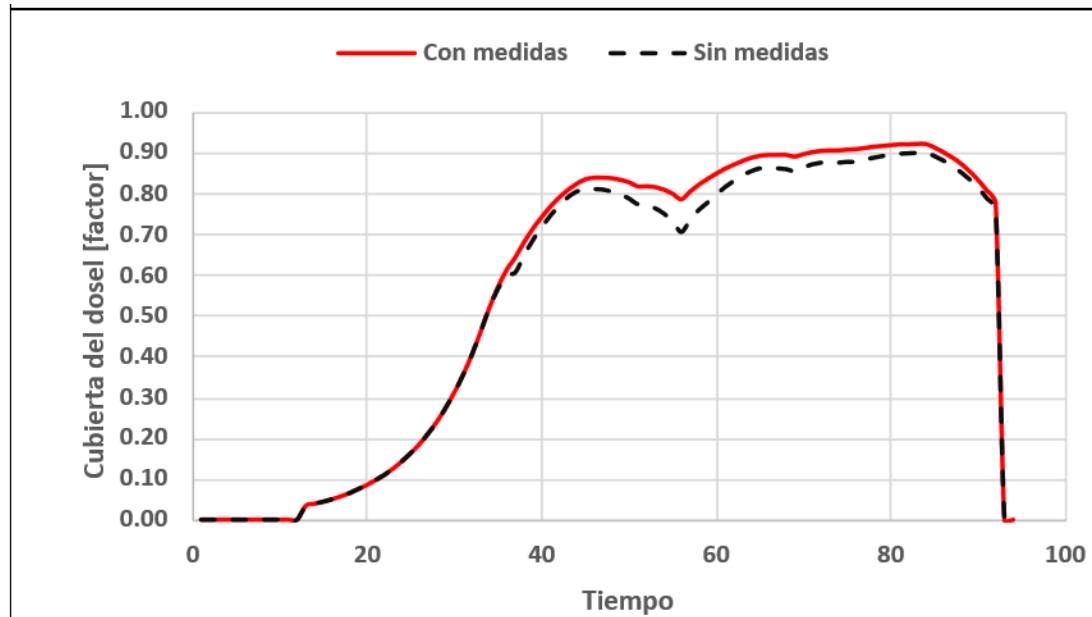
¢ 6,000 millones

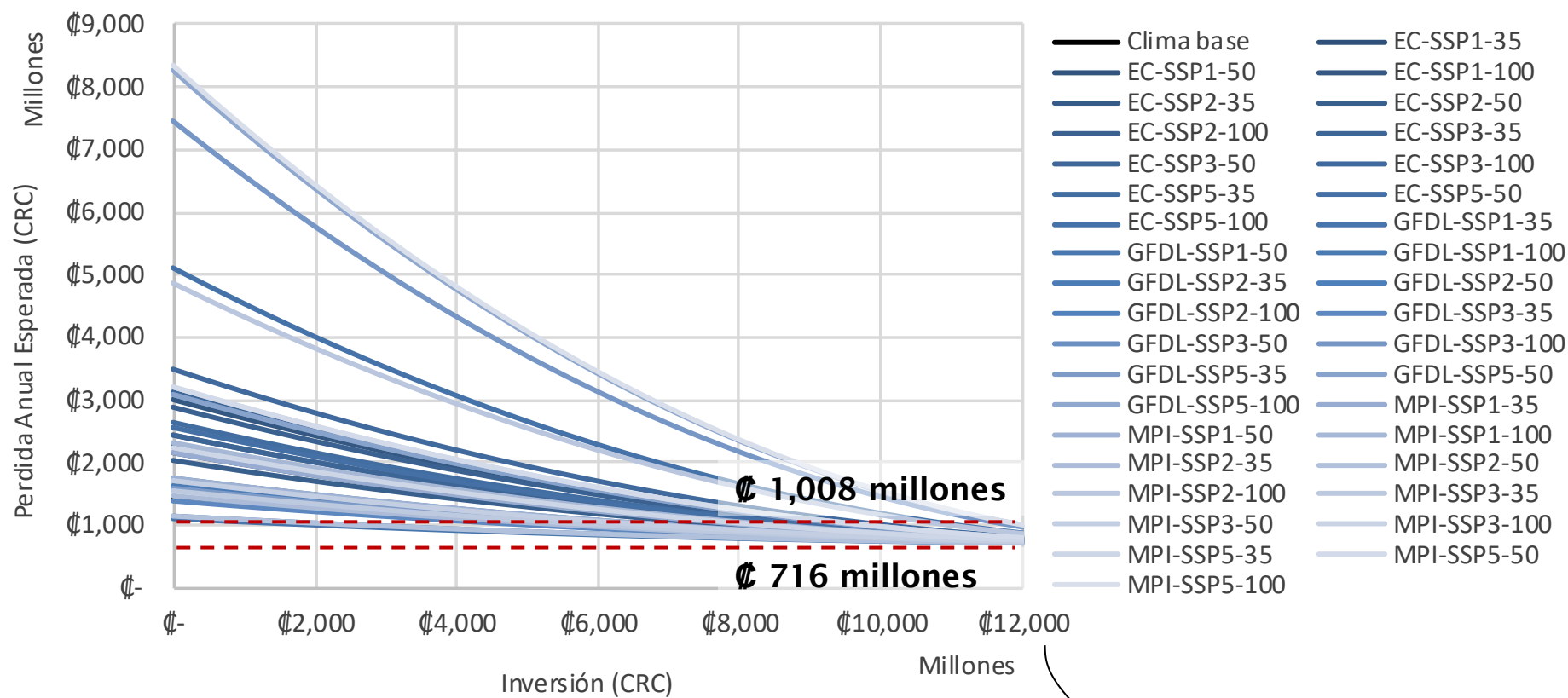


Medidas de adaptación física - Ganadería

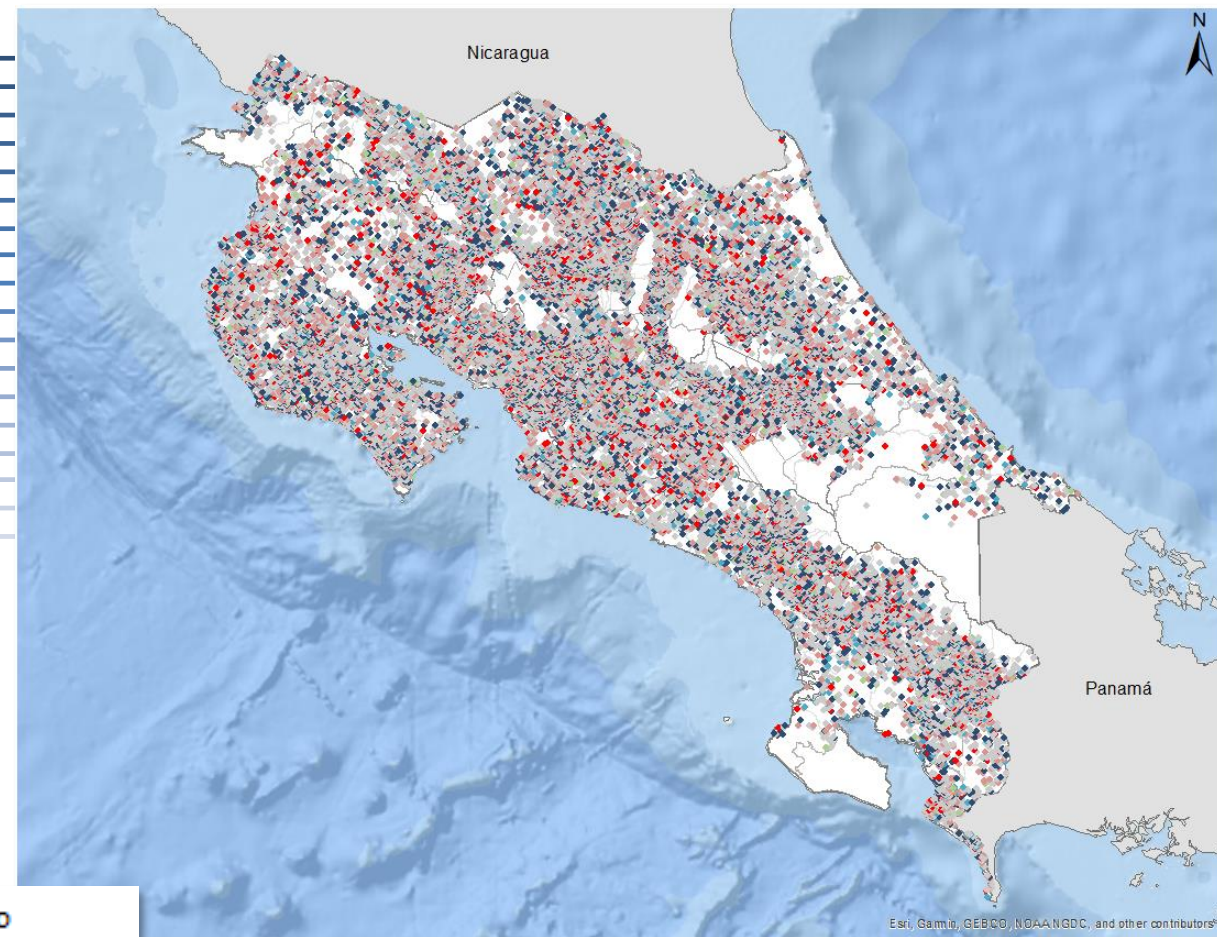
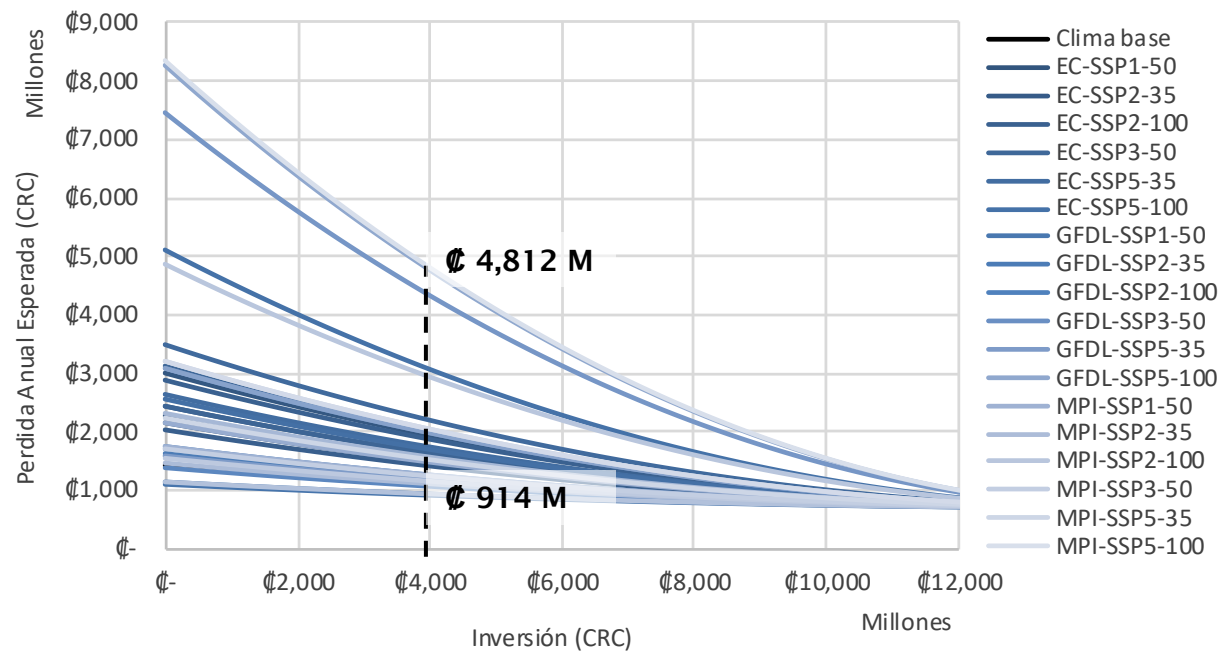
Medida NAMA	Costo estimado (₡/ha/año)
Cercas vivas	275,000
Mejora de pasturas	250,000
Uso + eficiente pasto	100,000
Captura CO2	200,000
Calidad suelo	200,000
Pasturas saludables	210,000
Pastoreo rotacional	350,000

Fincas NAMA – Ganadería

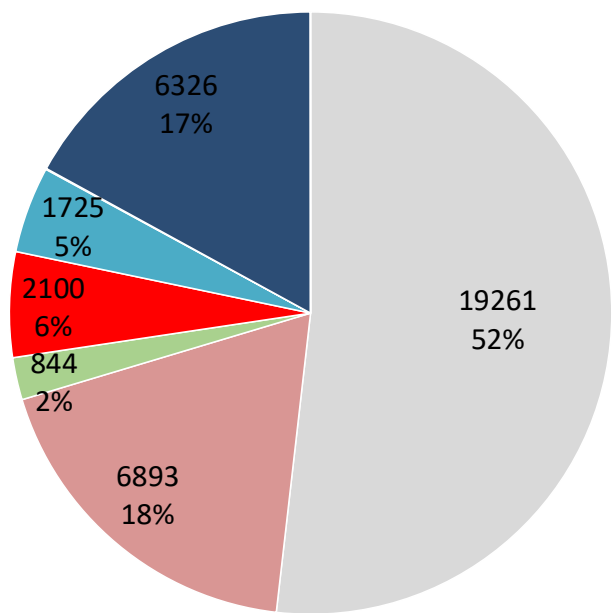




Límite de la adaptación

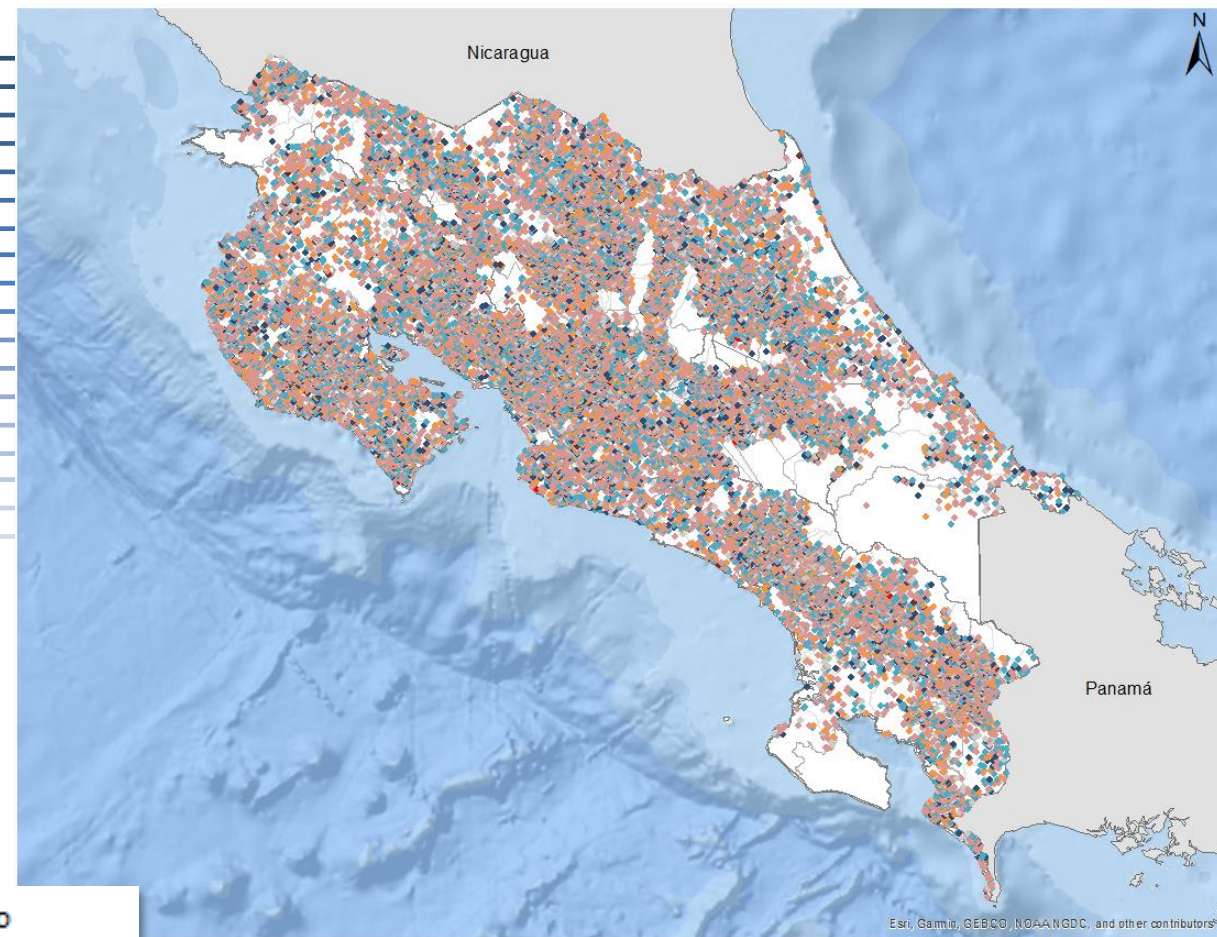
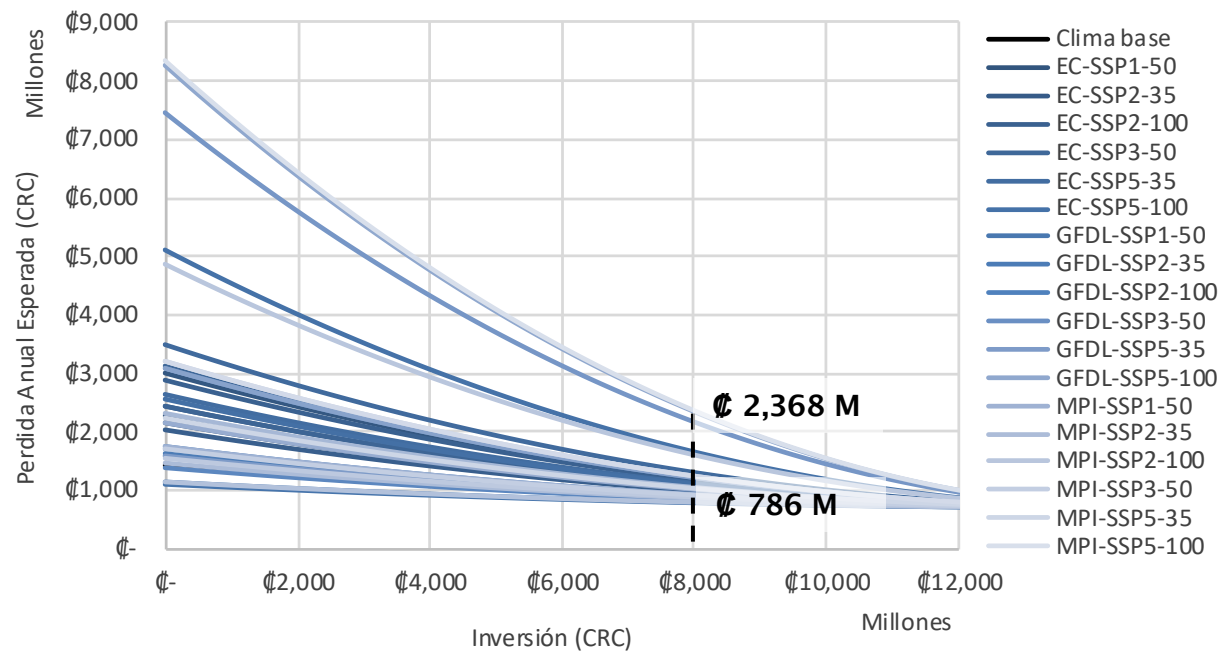


¢ 4,000 millones

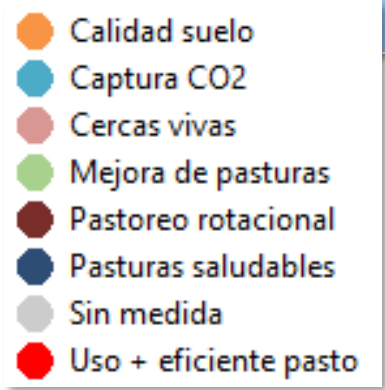
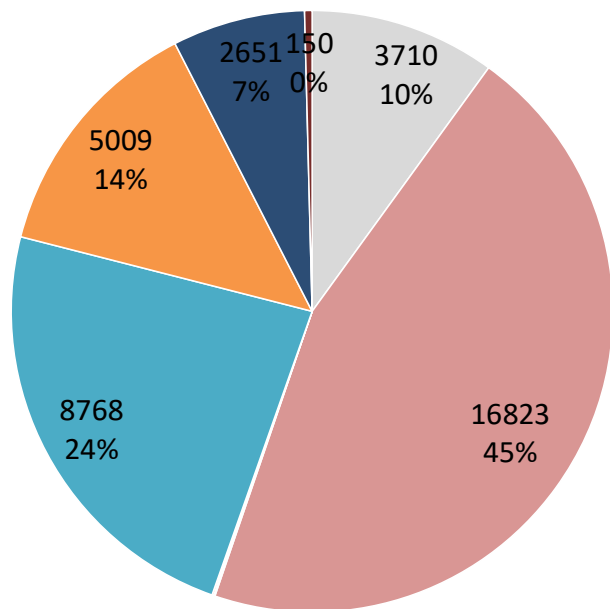


- Calidad suelo
- Captura CO2
- Cercas vivas
- Mejora de pasturas
- Pastoreo rotacional
- Pasturas saludables
- Sin medida
- Uso + eficiente pasto

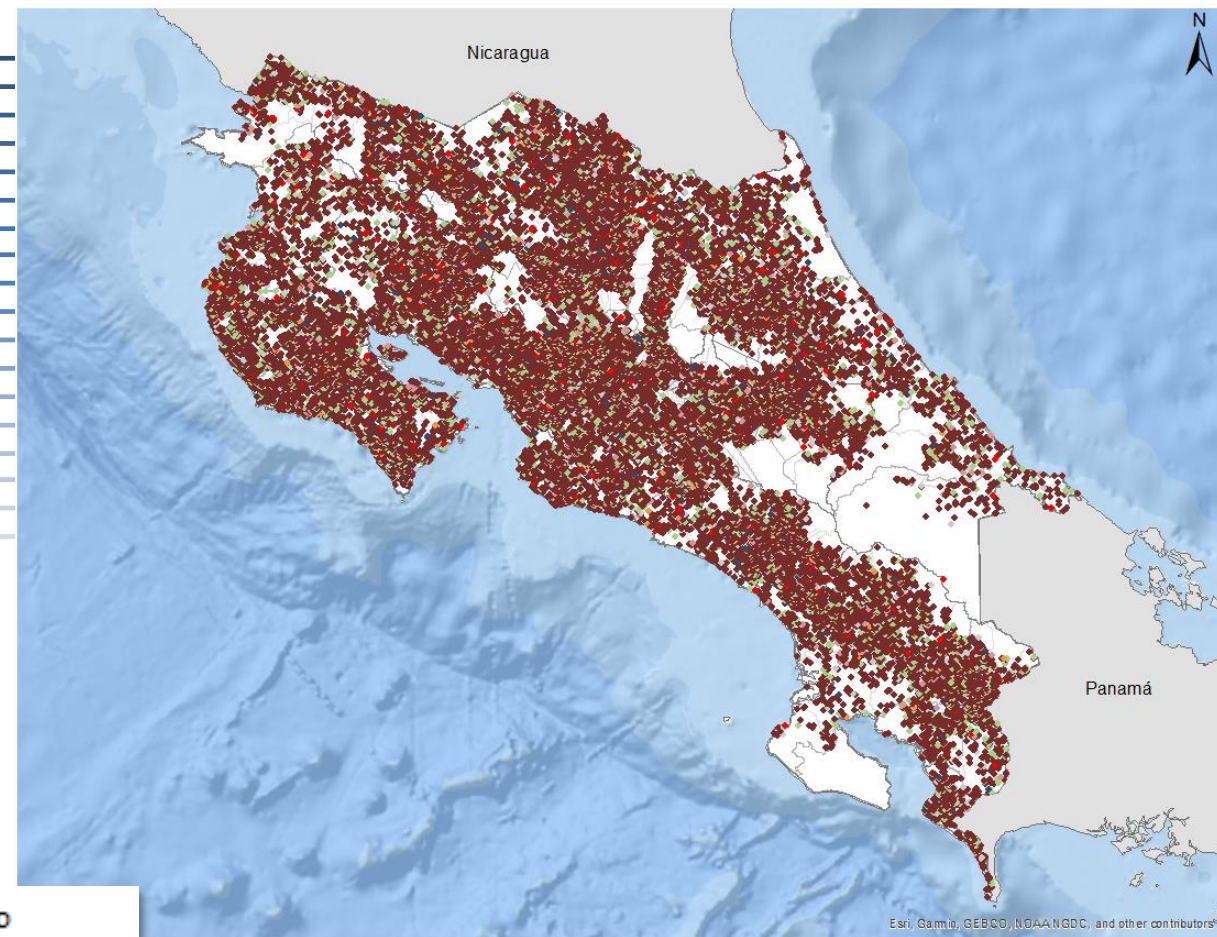
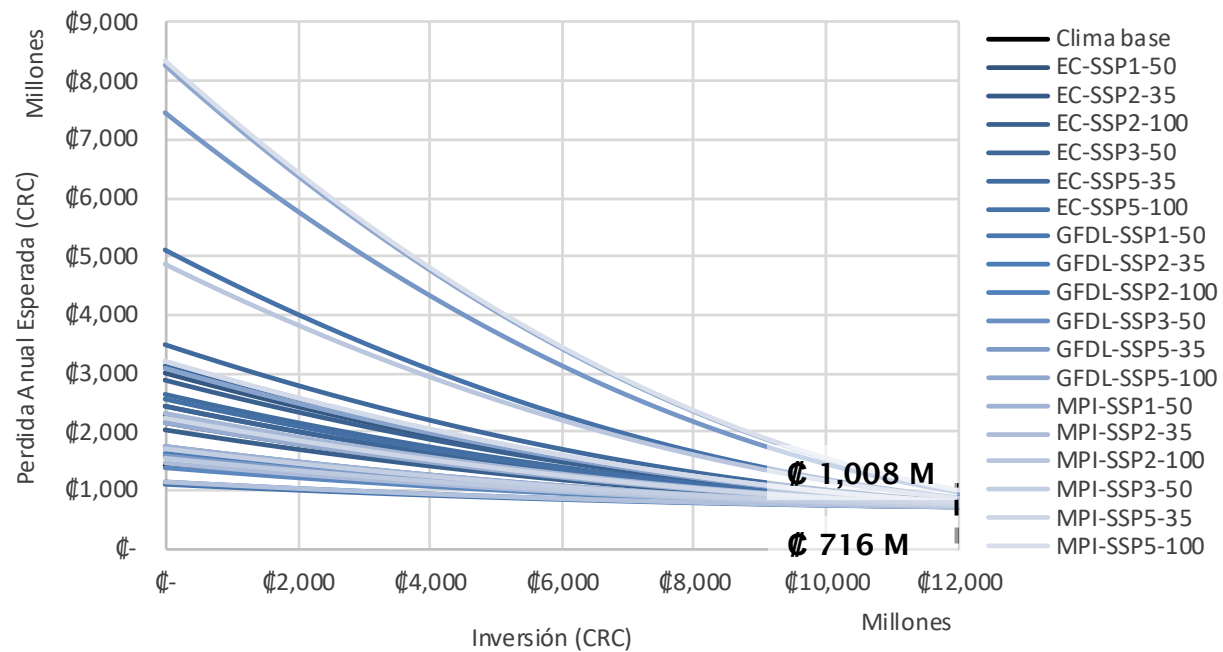
Uso Interno estricto



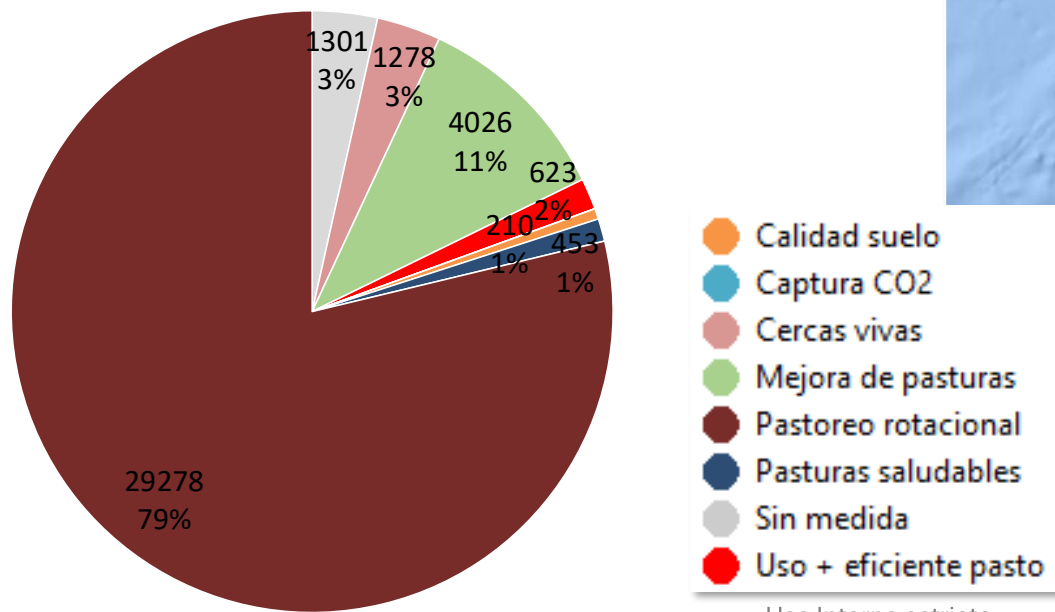
8,000 millones



Uso Interno estricto

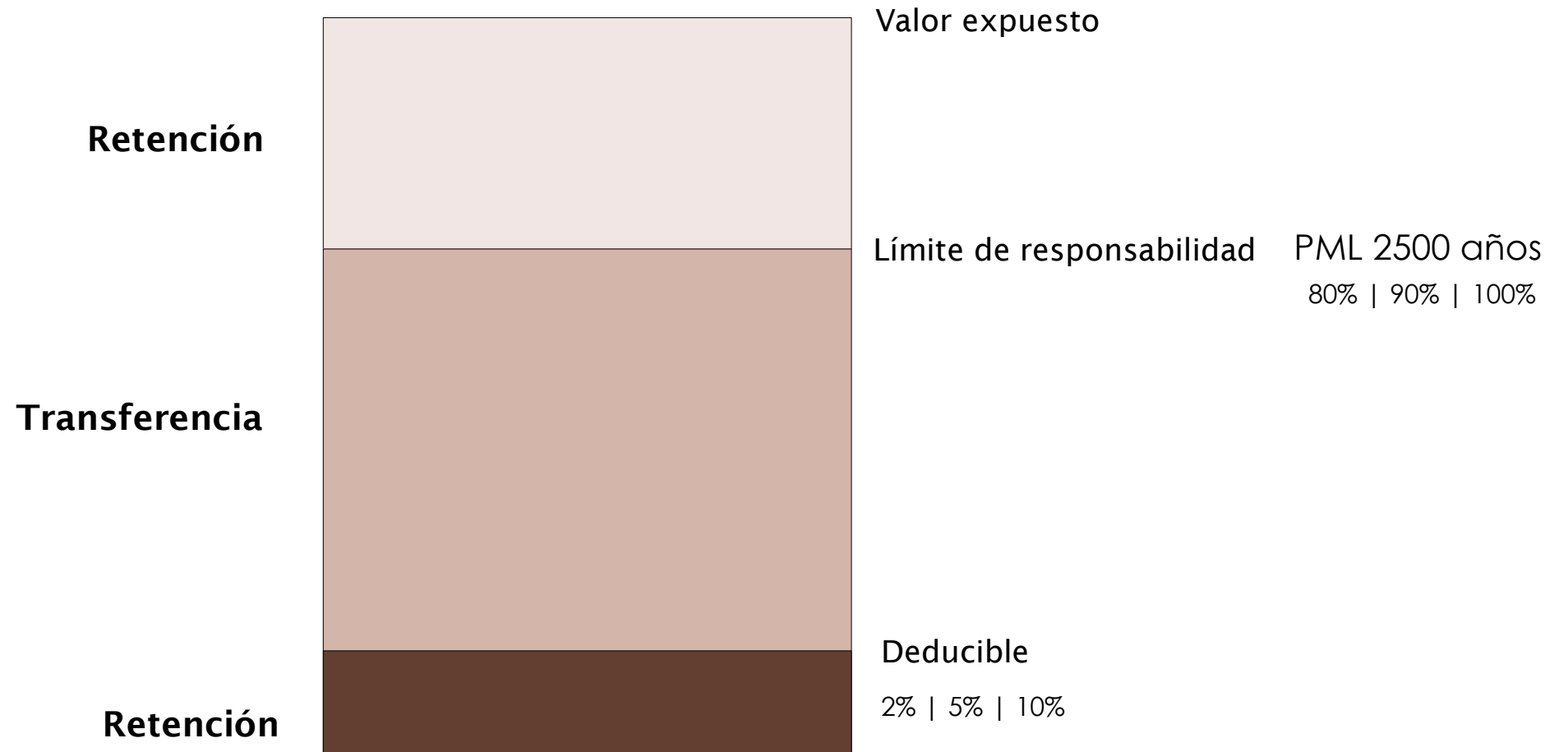


12,000 millones



Uso Interno estricto

Seguro catastrófico





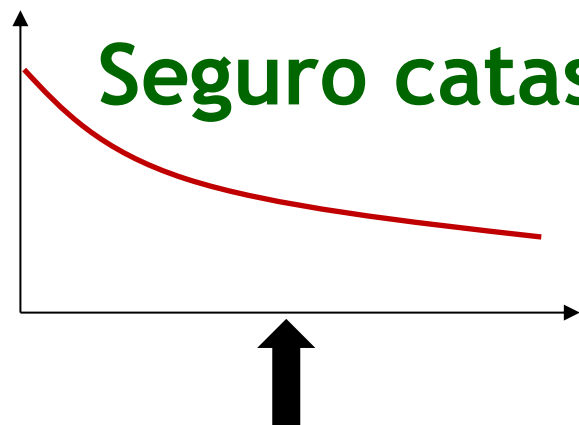
Seguro catastr

Inversión = 0

AAL = 908 millones

ROL = 11.7 - 16.9 %

Valor expuesto (CRC)	58,573								
Pérdida anual esperada (CRC)	908								
Prima pura (%)	1.55%								
Rendimiento protegido (Ton/ha)	53.4								
Periodo de retorno (años)	PML Ground-up								
10	3,949								
25	4,266								
50	4,371								
100	4,512								
250	4,840								
500	5,300								
1000	5,862								
2500	6,533								
Límite responsabilidad	80%			90%			100%		
Suma asegurada (CRC)	5,226			5,879			6,533		
Deducible no proporcional	2%	5%	10%	2%	5%	10%	2%	5%	10%
Siniestralidad esperada (CRC)	884	850	793	882	844	780	880	837	765
Prima pura (siniestralidad)	1.51%	1.45%	1.35%	1.51%	1.44%	1.33%	1.50%	1.43%	1.31%
Prima comercial aprox. (CRC)	1,326	1,275	1,190	1,323	1,266	1,169	1,319	1,255	1,148
ROL	16.92%	16.27%	15.18%	15.01%	14.35%	13.26%	13.46%	12.81%	11.71%
Tiempo de equilibrio (años)	5.9	6.1	6.6	6.7	7.0	7.5	7.4	7.8	8.5
Periodo de retorno (años)	PML Neta								
10	3,844	3,687	3,426	3,831	3,655	3,361	3,818	3,622	3,296
25	4,162	4,005	3,744	4,149	3,972	3,678	4,136	3,940	3,613
50	4,267	4,110	3,849	4,254	4,078	3,784	4,241	4,045	3,718
100	4,407	4,251	3,989	4,394	4,218	3,924	4,381	4,185	3,859
250	4,735	4,578	4,317	4,722	4,546	4,252	4,709	4,513	4,187
500	5,196	5,039	4,777	5,182	5,006	4,712	5,169	4,973	4,647
1000	5,226	5,226	5,226	5,744	5,568	5,274	5,731	5,535	5,208
2500	5,226	5,226	5,226	5,879	5,879	5,879	6,402	6,206	5,879



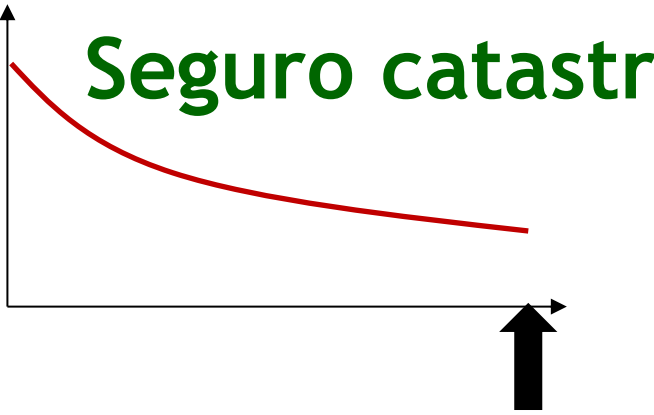
Seguro catastró

Inversión =
600 millones

AAL = 650 millones

ROL = 13 - 8.6 %

Valor expuesto (CRC)	58,573								
Pérdida anual esperada (CRC)	650								
Prima pura (%)	1.11%								
Rendimiento protegido (Ton/ha)	53.4								
Periodo de retorno (años)	PML Ground-up								
10	2,953								
25	3,349								
50	3,594								
100	3,877								
250	4,338								
500	4,947								
1000	5,689								
2500	6,583								
Límite responsabilidad	80%			90%			100%		
Suma asegurada (CRC)	5,266			5,925			6,583		
Deducible no proporcional	2%	5%	10%	2%	5%	10%	2%	5%	10%
Siniestralidad esperada (CRC)	686	651	594	683	645	580	681	638	566
Prima pura (siniestralidad)	1.17%	1.11%	1.01%	1.17%	1.10%	0.99%	1.16%	1.09%	0.97%
Prima comercial aprox. (CRC)	1,028	977	891	1,025	967	870	1,021	956	848
ROL	13.02%	12.37%	11.28%	11.53%	10.88%	9.79%	10.34%	9.69%	8.59%
Tiempo de equilibrio (años)	7.7	8.1	8.9	8.7	9.2	10.2	9.7	10.3	11.6
Periodo de retorno (años)	PML Neta								
10	2,847	2,690	2,426	2,834	2,657	2,360	2,821	2,624	2,295
25	3,243	3,085	2,822	3,230	3,052	2,756	3,217	3,019	2,690
50	3,488	3,330	3,067	3,475	3,297	3,001	3,462	3,264	2,935
100	3,771	3,613	3,350	3,758	3,580	3,284	3,745	3,547	3,218
250	4,233	4,075	3,811	4,219	4,042	3,745	4,206	4,009	3,680
500	4,842	4,684	4,421	4,829	4,651	4,355	4,816	4,618	4,289
1000	5,266	5,266	5,163	5,571	5,393	5,097	5,558	5,360	5,031
2500	5,266	5,266	5,266	5,925	5,925	5,925	6,451	6,254	5,925



Inversión =
1500 millones

AAL = 390 millones

ROL = 5.2 - 8.8 %

Valor expuesto (CRC)	58,573								
Pérdida anual esperada (CRC)	390								
Prima pura (%)	0.67%								
Rendimiento protegido (Ton/ha)	53.4								
Periodo de retorno (años)	PML Ground-up								
10	1,950								
25	2,457								
50	2,876								
100	3,338								
250	3,978								
500	4,791								
1000	5,779								
2500	6,976								
Límite responsabilidad	80%			90%			100%		
Suma asegurada (CRC)	5,581			6,279			6,976		
Deducible no proporcional	2%	5%	10%	2%	5%	10%	2%	5%	10%
Siniestralidad esperada (CRC)	491	454	393	488	447	378	485	439	363
Prima pura (siniestralidad)	0.84%	0.78%	0.67%	0.83%	0.76%	0.65%	0.83%	0.75%	0.62%
Prima comercial aprox. (CRC)	736	681	590	732	670	567	728	659	545
ROL	8.79%	8.14%	7.05%	7.77%	7.12%	6.03%	6.95%	6.30%	5.20%
Tiempo de equilibrio (años)	11.4	12.3	14.2	12.9	14.1	16.6	14.4	15.9	19.2
Periodo de retorno (años)	PML Neta								
10	1,838	1,671	1,392	1,824	1,636	1,322	1,810	1,601	1,252
25	2,345	2,177	1,898	2,331	2,143	1,829	2,317	2,108	1,759
50	2,764	2,597	2,318	2,750	2,562	2,248	2,736	2,527	2,178
100	3,227	3,059	2,780	3,213	3,024	2,710	3,199	2,989	2,641
250	3,866	3,699	3,419	3,852	3,664	3,350	3,838	3,629	3,280
500	4,679	4,512	4,232	4,665	4,477	4,163	4,651	4,442	4,093
1000	5,581	5,500	5,221	5,653	5,465	5,151	5,639	5,430	5,081
2500	5,581	5,581	5,581	6,279	6,279	6,279	6,837	6,627	6,279



Seguro catastró

Inversión =
1500 millones

AAL = 390 millones

ROL = 2.6 - 1.75 %

Rendimiento
protegido = 51 Ton/ha

Valor expuesto (CRC)	58,573								
Pérdida anual esperada (CRC)	390								
Prima pura (%)	0.67%								
Rendimiento protegido (Ton/ha)	51.0								
Periodo de retorno (años)	PML Ground-up								
10	0								
25	0								
50	2,876								
100	3,338								
250	3,978								
500	4,791								
1000	5,779								
2500	6,976								
Límite responsabilidad	80%			90%			100%		
Suma asegurada (CRC)	5,581			6,279			6,976		
Deducible no proporcional	2%	5%	10%	2%	5%	10%	2%	5%	10%
Siniestralidad esperada (CRC)	148	141	128	148	139	125	148	138	122
Prima pura (siniestralidad)	0.25%	0.24%	0.22%	0.25%	0.24%	0.21%	0.25%	0.24%	0.21%
Prima comercial aprox. (CRC)	222	211	192	222	209	188	221	207	183
ROL	2.66%	2.52%	2.29%	2.36%	2.22%	1.99%	2.12%	1.98%	1.75%
Tiempo de equilibrio (años)	37.7	39.7	43.6	42.4	45.0	50.2	47.2	50.6	57.2
Periodo de retorno (años)	PML Neta								
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	2,764	2,597	2,318	2,750	2,562	2,248	2,736	2,527	2,178
100	3,227	3,059	2,780	3,213	3,024	2,710	3,199	2,989	2,641
250	3,866	3,699	3,419	3,852	3,664	3,350	3,838	3,629	3,280
500	4,679	4,512	4,232	4,665	4,477	4,163	4,651	4,442	4,093
1000	5,581	5,500	5,221	5,653	5,465	5,151	5,639	5,430	5,081
2500	5,581	5,581	5,581	6,279	6,279	6,279	6,837	6,627	6,279



Seguro catástrof

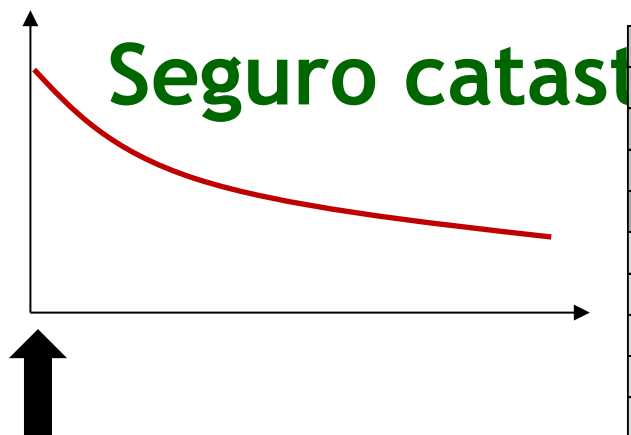
**Inversión =
1500 millones**

AAL = 390 millones

ROL = 0.72 - 0.51 %

**Rendimiento
protegido = 50 Ton/ha**

Valor expuesto (CRC)	58,573								
Pérdida anual esperada (CRC)	390								
Prima pura (%)	0.67%								
Rendimiento protegido (Ton/ha)	50.0								
Periodo de retorno (años)	PML Ground-up								
10	0								
25	0								
50	0								
100	0								
250	3,978								
500	4,791								
1000	5,779								
2500	6,976								
Límite responsabilidad	80%			90%			100%		
Suma asegurada (CRC)	5,581			6,279			6,976		
Deducible no proporcional	2%	5%	10%	2%	5%	10%	2%	5%	10%
Siniestralidad esperada (CRC)	40	39	36	41	39	36	41	39	36
Prima pura (siniestralidad)	0.07%	0.07%	0.06%	0.07%	0.07%	0.06%	0.07%	0.07%	0.06%
Prima comercial aprox. (CRC)	60	58	55	61	58	54	61	58	53
ROL	0.72%	0.70%	0.65%	0.65%	0.62%	0.58%	0.58%	0.56%	0.51%
Tiempo de equilibrio (años)	138.7	143.5	152.9	154.7	161.2	173.3	171.3	179.7	195.8
Periodo de retorno (años)	PML Neta								
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250	3,866	3,699	3,419	3,852	3,664	3,350	3,838	3,629	3,280
500	4,679	4,512	4,232	4,665	4,477	4,163	4,651	4,442	4,093
1000	5,581	5,500	5,221	5,653	5,465	5,151	5,639	5,430	5,081
2500	5,581	5,581	5,581	6,279	6,279	6,279	6,837	6,627	6,279

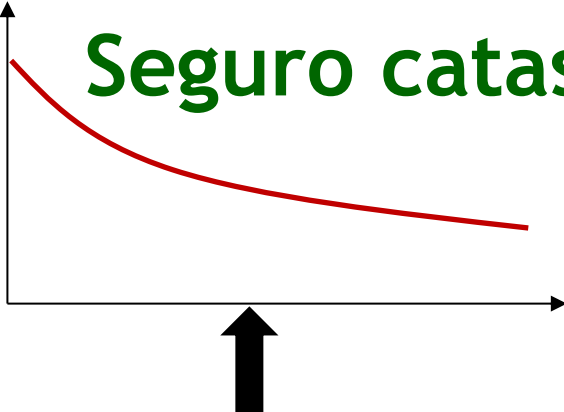


Inversión = 0

AAL = 8670 millones

ROL = 30.9 - 21.4 %

Valor expuesto (CRC)	216,644								
Pérdida anual esperada (CRC)	8,669								
Prima pura (%)	4.00%								
Rendimiento protegido (Ton/ha)	9.7								
Periodo de retorno (años)	PML Ground-up								
10	20,621								
25	22,278								
50	22,918								
100	23,562								
250	25,274								
500	27,678								
1000	30,611								
2500	34,114								
Límite responsabilidad	80%			90%			100%		
Suma asegurada (CRC)	27,292			30,703			34,114		
Deducible no proporcional	2%	5%	10%	2%	5%	10%	2%	5%	10%
Siniestralidad esperada (CRC)	8,439	8,115	7,574	8,421	8,054	7,442	8,397	7,988	7,306
Prima pura (siniestralidad)	3.90%	3.75%	3.50%	3.89%	3.72%	3.44%	3.88%	3.69%	3.37%
Prima comercial aprox. (CRC)	12,659	12,172	11,360	12,632	12,081	11,163	12,595	11,981	10,959
ROL	30.92%	29.73%	27.75%	27.43%	26.23%	24.24%	24.61%	23.41%	21.42%
Tiempo de equilibrio (años)	3.2	3.4	3.6	3.6	3.8	4.1	4.1	4.3	4.7
Periodo de retorno (años)	PML Neta								
10	20,075	19,256	17,892	20,007	19,086	17,551	19,939	18,915	17,210
25	21,733	20,914	19,549	21,664	20,743	19,208	21,596	20,573	18,867
50	22,372	21,553	20,189	22,304	21,383	19,847	22,235	21,212	19,506
100	23,016	22,198	20,833	22,948	22,027	20,492	22,880	21,857	20,151
250	24,728	23,909	22,545	24,660	23,739	22,204	24,592	23,568	21,862
500	27,132	26,313	24,948	27,063	26,142	24,607	26,995	25,972	24,266
1000	27,292	27,292	27,292	29,997	29,076	27,540	29,929	28,905	27,199
2500	27,292	27,292	27,292	30,703	30,703	30,703	33,432	32,409	30,703

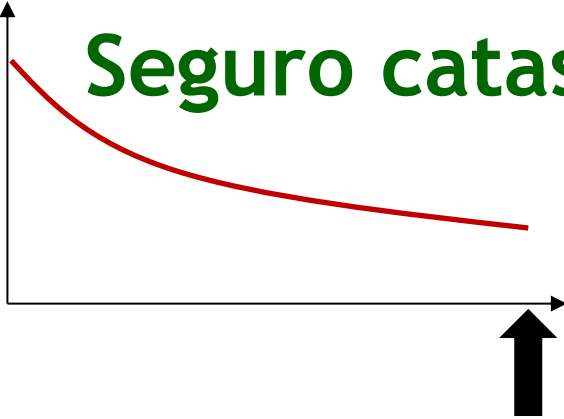


Inversión =
3000 millones

AAL = 5000 millones

ROL = 20.1 - 12.7 %

Valor expuesto (CRC)	216,644								
Pérdida anual esperada (CRC)	5,000								
Prima pura (%)	2.31%								
Rendimiento protegido (Ton/ha)	9.7								
Periodo de retorno (años)	PML Ground-up								
10	12,878								
25	15,190								
50	16,939								
100	18,765								
250	21,576								
500	25,214								
1000	29,639								
2500	34,986								
Límite responsabilidad	80%			90%			100%		
Suma asegurada (CRC)	27,989			31,488			34,986		
Deducible no proporcional	2%	5%	10%	2%	5%	10%	2%	5%	10%
Siniestralidad esperada (CRC)	5,631	5,298	4,740	5,608	5,232	4,604	5,583	5,164	4,464
Prima pura (siniestralidad)	2.60%	2.45%	2.19%	2.59%	2.41%	2.13%	2.58%	2.38%	2.06%
Prima comercial aprox. (CRC)	8,446	7,947	7,110	8,413	7,848	6,906	8,375	7,745	6,697
ROL	20.12%	18.93%	16.94%	17.81%	16.62%	14.62%	15.96%	14.76%	12.76%
Tiempo de equilibrio (años)	5.0	5.3	5.9	5.6	6.0	6.8	6.3	6.8	7.8
Periodo de retorno (años)	PML Neta								
10	12,319	11,479	10,079	12,249	11,304	9,730	12,179	11,129	9,380
25	14,630	13,790	12,391	14,560	13,615	12,041	14,490	13,440	11,691
50	16,379	15,539	14,140	16,309	15,364	13,790	16,239	15,189	13,440
100	18,205	17,365	15,966	18,135	17,190	15,616	18,065	17,016	15,266
250	21,016	20,176	18,777	20,946	20,002	18,427	20,876	19,827	18,077
500	24,654	23,814	22,415	24,584	23,639	22,065	24,514	23,464	21,715
1000	27,989	27,989	26,840	29,010	28,065	26,491	28,940	27,890	26,141
2500	27,989	27,989	27,989	31,488	31,488	31,488	34,286	33,237	31,488



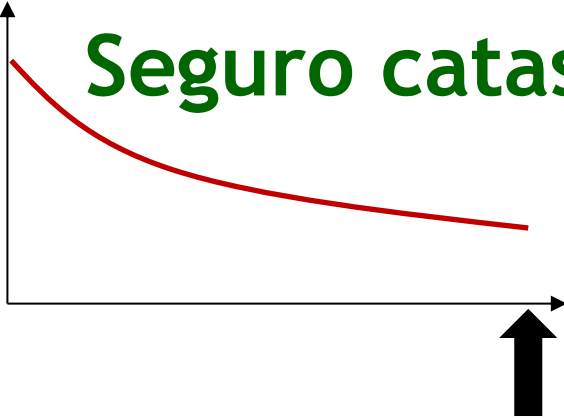
Seguro catast

Inversión =
7000 millones

AAL = 4100 millones

ROL = 17.3 - 10.5 %

Valor expuesto (CRC)	216,644								
Pérdida anual esperada (CRC)	4,100								
Prima pura (%)	1.89%								
Rendimiento protegido (Ton/ha)	9.7								
Periodo de retorno (años)	PML Ground-up								
10	10,979								
25	13,514								
50	15,602								
100	17,788								
250	20,955								
500	25,001								
1000	29,921								
2500	35,876								
Límite responsabilidad	80%			90%			100%		
Suma asegurada (CRC)	28,701			32,288			35,876		
Deducible no proporcional	2%	5%	10%	2%	5%	10%	2%	5%	10%
Siniestralidad esperada (CRC)	4,960	4,618	4,046	4,936	4,550	3,906	4,910	4,480	3,763
Prima pura (siniestralidad)	2.29%	2.13%	1.87%	2.28%	2.10%	1.80%	2.27%	2.07%	1.74%
Prima comercial aprox. (CRC)	7,440	6,927	6,068	7,404	6,824	5,859	7,365	6,719	5,644
ROL	17.28%	16.09%	14.10%	15.29%	14.09%	12.10%	13.69%	12.49%	10.49%
Tiempo de equilibrio (años)	5.8	6.2	7.1	6.5	7.1	8.3	7.3	8.0	9.5
Periodo de retorno (años)	PML Neta								
10	10,405	9,544	8,109	10,333	9,365	7,750	10,262	9,185	7,392
25	12,940	12,079	10,644	12,868	11,900	10,285	12,797	11,720	9,927
50	15,028	14,167	12,732	14,956	13,987	12,373	14,884	13,808	12,014
100	17,214	16,353	14,918	17,142	16,174	14,559	17,071	15,994	14,201
250	20,381	19,520	18,085	20,309	19,341	17,726	20,238	19,161	17,367
500	24,427	23,566	22,131	24,355	23,386	21,772	24,283	23,207	21,413
1000	28,701	28,486	27,051	29,275	28,307	26,692	29,203	28,127	26,333
2500	28,701	28,701	28,701	32,288	32,288	32,288	35,159	34,082	32,288



Seguro catastrófico - café

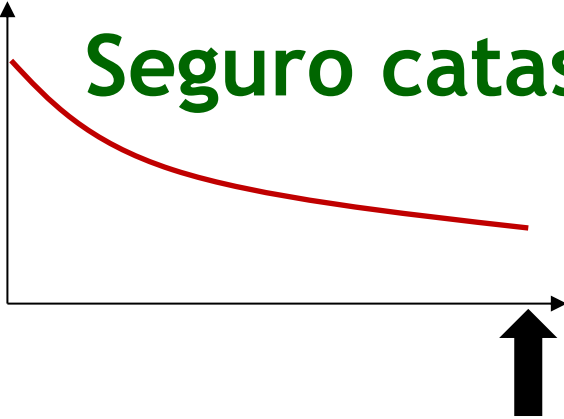
Inversión =
7000 millones

AAL = 4100 millones

ROL = 5 - 3.4 %

Rendimiento
protegido = 9Ton/ha

Valor expuesto (CRC)	216,644								
Pérdida anual esperada (CRC)	4,100								
Prima pura (%)	1.89%								
Rendimiento protegido (Ton/ha)	9.0								
Periodo de retorno (años)	PML Ground-up								
10	0								
25	0								
50	15,602								
100	17,788								
250	20,955								
500	25,001								
1000	29,921								
2500	35,876								
Límite responsabilidad	80%			90%			100%		
Suma asegurada (CRC)	28,701			32,288			35,876		
Deducible no proporcional	2%	5%	10%	2%	5%	10%	2%	5%	10%
Siniestralidad esperada (CRC)	1,449	1,379	1,259	1,448	1,367	1,233	1,445	1,354	1,203
Prima pura (siniestralidad)	0.67%	0.64%	0.58%	0.67%	0.63%	0.57%	0.67%	0.62%	0.56%
Prima comercial aprox. (CRC)	2,174	2,068	1,889	2,172	2,051	1,849	2,167	2,031	1,804
ROL	5.05%	4.80%	4.39%	4.48%	4.23%	3.82%	4.03%	3.77%	3.35%
Tiempo de equilibrio (años)	19.8	20.8	22.8	22.3	23.6	26.2	24.8	26.5	29.8
Periodo de retorno (años)	PML Neta								
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	15,028	14,167	12,732	14,956	13,987	12,373	14,884	13,808	12,014
100	17,214	16,353	14,918	17,142	16,174	14,559	17,071	15,994	14,201
250	20,381	19,520	18,085	20,309	19,341	17,726	20,238	19,161	17,367
500	24,427	23,566	22,131	24,355	23,386	21,772	24,283	23,207	21,413
1000	28,701	28,486	27,051	29,275	28,307	26,692	29,203	28,127	26,333
2500	28,701	28,701	28,701	32,288	32,288	32,288	35,159	34,082	32,288



Seguro catastrófico - café

Inversión =
7000 millones

AAL = 4100 millones

ROL = 1.3 - 0.95 %

Rendimiento
protegido =
8.8 Ton/ha

Valor expuesto (CRC)	216,644								
Pérdida anual esperada (CRC)	4,100								
Prima pura (%)	1.89%								
Rendimiento protegido (Ton/ha)	8.8								
Periodo de retorno (años)	PML Ground-up								
10	0								
25	0								
50	0								
100	0								
250	20,955								
500	25,001								
1000	29,921								
2500	35,876								
Límite responsabilidad	80%			90%			100%		
Suma asegurada (CRC)	28,701			32,288			35,876		
Deducible no proporcional	2%	5%	10%	2%	5%	10%	2%	5%	10%
Siniestralidad esperada (CRC)	384	372	350	388	373	347	389	371	341
Prima pura (siniestralidad)	0.18%	0.17%	0.16%	0.18%	0.17%	0.16%	0.18%	0.17%	0.16%
Prima comercial aprox. (CRC)	576	558	524	582	559	521	584	557	512
ROL	1.34%	1.30%	1.22%	1.20%	1.15%	1.07%	1.09%	1.04%	0.95%
Tiempo de equilibrio (años)	74.7	77.1	82.1	83.3	86.7	93.0	92.2	96.6	105.1
Periodo de retorno (años)	PML Neta								
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250	20,381	19,520	18,085	20,309	19,341	17,726	20,238	19,161	17,367
500	24,427	23,566	22,131	24,355	23,386	21,772	24,283	23,207	21,413
1000	28,701	28,486	27,051	29,275	28,307	26,692	29,203	28,127	26,333
2500	28,701	28,701	28,701	32,288	32,288	32,288	35,159	34,082	32,288

Seguro catastrófico - ganadería

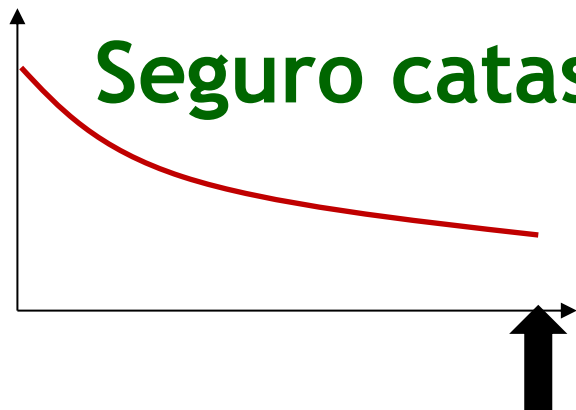
Valor expuesto (CRC)	585,902								
Pérdida anual esperada (CRC)	1,419								
Prima pura (%)	0.24%								
Rendimiento protegido (UG/ha)	3.0								
Periodo de retorno (años)	PML Ground-up								
10	939								
25	1,141								
50	1,316								
100	1,508								
250	1,726								
500	2,047								
1000	2,438								
2500	2,911								
Límite responsabilidad	80%			90%			100%		
Suma asegurada (CRC)	2,329			2,620			2,911		
Deducible no proporcional	2%	5%	10%	2%	5%	10%	2%	5%	10%
Siniestralidad esperada (CRC)	421	393	346	419	387	335	417	382	324
Prima pura (siniestralidad)	0.07%	0.07%	0.06%	0.07%	0.07%	0.06%	0.07%	0.07%	0.06%
Prima comercial aprox. (CRC)	631	589	520	628	581	503	625	573	485
ROL	18.06%	16.87%	14.88%	15.98%	14.78%	12.79%	14.31%	13.11%	11.11%
Tiempo de equilibrio (años)	5.5	5.9	6.7	6.3	6.8	7.8	7.0	7.6	9.0
Periodo de retorno (años)	PML Neta								
10	892	822	706	886	808	677	880	793	647
25	1,094	1,024	908	1,088	1,010	879	1,083	995	850
50	1,270	1,200	1,083	1,264	1,185	1,054	1,258	1,171	1,025
100	1,462	1,392	1,275	1,456	1,377	1,246	1,450	1,363	1,217
250	1,679	1,609	1,493	1,673	1,595	1,463	1,667	1,580	1,434
500	2,001	1,931	1,814	1,995	1,916	1,785	1,989	1,902	1,756
1000	2,329	2,322	2,205	2,386	2,307	2,176	2,380	2,293	2,147
2500	2,329	2,329	2,329	2,620	2,620	2,620	2,853	2,766	2,620

Inversión = 0

AAL = 1420 millones

ROL = 26 - 17.5 %

Seguro catastrófico - ganadería



Inversión = 0

AAL = 1420 millones

ROL = 11.8 - 6.1 %

Valor en sujeción (CRC)	585,902								
Pérdida anual esperada (CRC)	790								
Prima pura (%)	0.13%								
Rendimiento protegido (UG/ha)	3.0								
Periodo de retorno (años)	PML Ground-up								
10	607								
25	869								
50	1,123								
100	1,400								
250	1,709								
500	2,136								
1000	2,654								
2500	3,284								
Límite responsabilidad	80%			90%			100%		
Suma asegurada (CRC)	2,627			2,955			3,284		
Deducible no proporcional	2%	5%	10%	2%	5%	10%	2%	5%	10%
Siniestralidad esperada (CRC)	309	278	226	307	272	213	304	265	200
Prima pura (siniestralidad)	0.05%	0.05%	0.04%	0.05%	0.05%	0.04%	0.05%	0.05%	0.03%
Prima comercial aprox. (CRC)	464	417	338	460	407	319	457	398	299
ROL	11.77%	10.58%	8.58%	10.38%	9.19%	7.20%	9.27%	8.08%	6.08%
Tiempo de equilibrio (años)	8.5	9.5	11.6	9.6	10.9	13.9	10.8	12.4	16.4
Periodo de retorno (años)	PML Neta								
10	555	476	345	548	460	312	542	443	279
25	816	737	606	810	721	573	803	705	540
50	1,070	992	860	1,064	975	827	1,057	959	794
100	1,347	1,268	1,137	1,341	1,252	1,104	1,334	1,236	1,071
250	1,657	1,578	1,446	1,650	1,561	1,414	1,643	1,545	1,381
500	2,083	2,004	1,873	2,077	1,988	1,840	2,070	1,972	1,807
1000	2,602	2,523	2,392	2,595	2,506	2,359	2,589	2,490	2,326
2500	2,627	2,627	2,627	2,955	2,955	2,955	3,218	3,119	2,955



Seguro catastrófico - ganadería

Inversión = 0

AAL = 1420 millones

ROL = 2.4 - 1.6 %

Carga protegida = 2.8 UG/ha

Valor ex. puesto (CRC)	585,902								
Pérdida anual esperada (CRC)	790								
Prima pura (%)	0.13%								
Rendimiento protegido (UG/ha)	2.8								
Periodo de retorno (años)	PML Ground-up								
10	0								
25	0								
50	0								
100	1,400								
250	1,709								
500	2,136								
1000	2,654								
2500	3,284								
Límite responsabilidad	80%			90%			100%		
Suma asegurada (CRC)	2,627			2,955			3,284		
Deducible no proporcional	2%	5%	10%	2%	5%	10%	2%	5%	10%
Siniestralidad esperada (CRC)	63	60	55	63	59	54	63	59	53
Prima pura (siniestralidad)	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
Prima comercial aprox. (CRC)	94	90	82	94	89	81	94	88	79
ROL	2.39%	2.28%	2.08%	2.13%	2.01%	1.82%	1.91%	1.80%	1.60%
Tiempo de equilibrio (años)	41.8	43.9	48.0	47.0	49.7	54.9	52.3	55.7	62.5
Periodo de retorno (años)	PML Neta								
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	1,347	1,268	1,137	1,341	1,252	1,104	1,334	1,236	1,071
250	1,657	1,578	1,446	1,650	1,561	1,414	1,643	1,545	1,381
500	2,083	2,004	1,873	2,077	1,988	1,840	2,070	1,972	1,807
1000	2,602	2,523	2,392	2,595	2,506	2,359	2,589	2,490	2,326
2500	2,627	2,627	2,627	2,955	2,955	2,955	3,218	3,119	2,955



Seguro catastrófico - ganadería

Inversión = 0

AAL = 1420 millones

ROL = 0.67 - 0.49 %

Carga protegida = 2.6 UG/ha

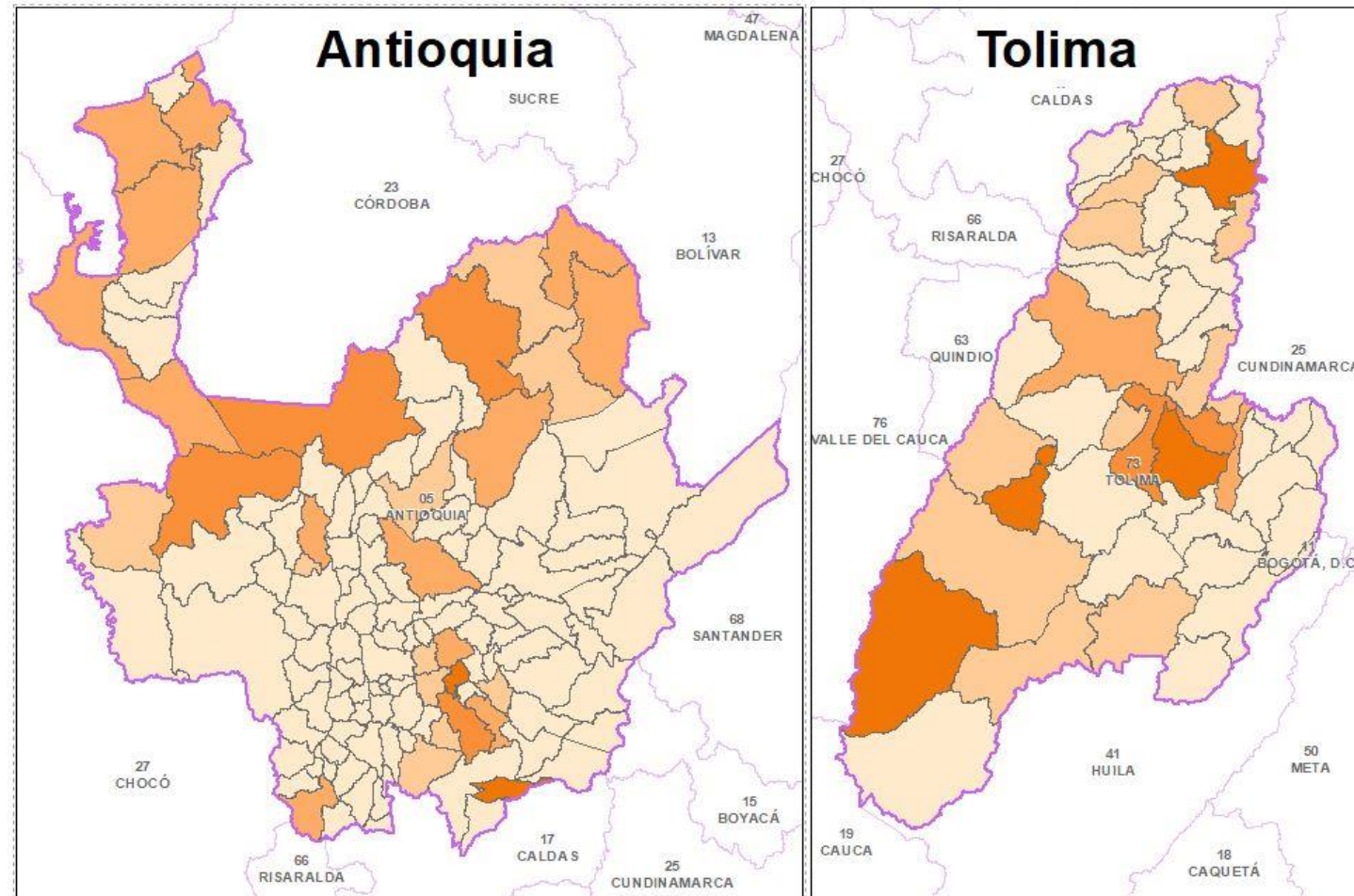
Valor expuesto (CRC)	585,902								
Pérdida anual esperada (CRC)	790								
Prima pura (%)	0.13%								
Rendimiento protegido (UG/ha)	2.6								
Periodo de retorno (años)	PML Ground-up								
10	0								
25	0								
50	0								
100	0								
250	0								
500	2,136								
1000	2,654								
2500	3,284								
Límite responsabilidad	80%			90%			100%		
Suma asegurada (CRC)	2,627			2,955			3,284		
Deducible no proporcional	2%	5%	10%	2%	5%	10%	2%	5%	10%
Siniestralidad esperada (CRC)	18	17	16	18	17	16	18	17	16
Prima pura (siniestralidad)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Prima comercial aprox. (CRC)	26	26	24	27	26	24	27	26	24
ROL	0.67%	0.65%	0.62%	0.60%	0.58%	0.55%	0.55%	0.53%	0.49%
Tiempo de equilibrio (años)	149.4	154.0	162.5	165.7	171.4	181.9	182.1	190.0	204.9
Periodo de retorno (años)	PML Neta								
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500	2,083	2,004	1,873	2,077	1,988	1,840	2,070	1,972	1,807
1000	2,602	2,523	2,392	2,595	2,506	2,359	2,589	2,490	2,326
2500	2,627	2,627	2,627	2,955	2,955	2,955	3,218	3,119	2,955

Caso de aplicación

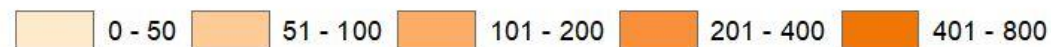
Seguro Agrícola Catastrófico
Colombia - Maíz Blanco Tradicional

Número de productores objeto del seguro

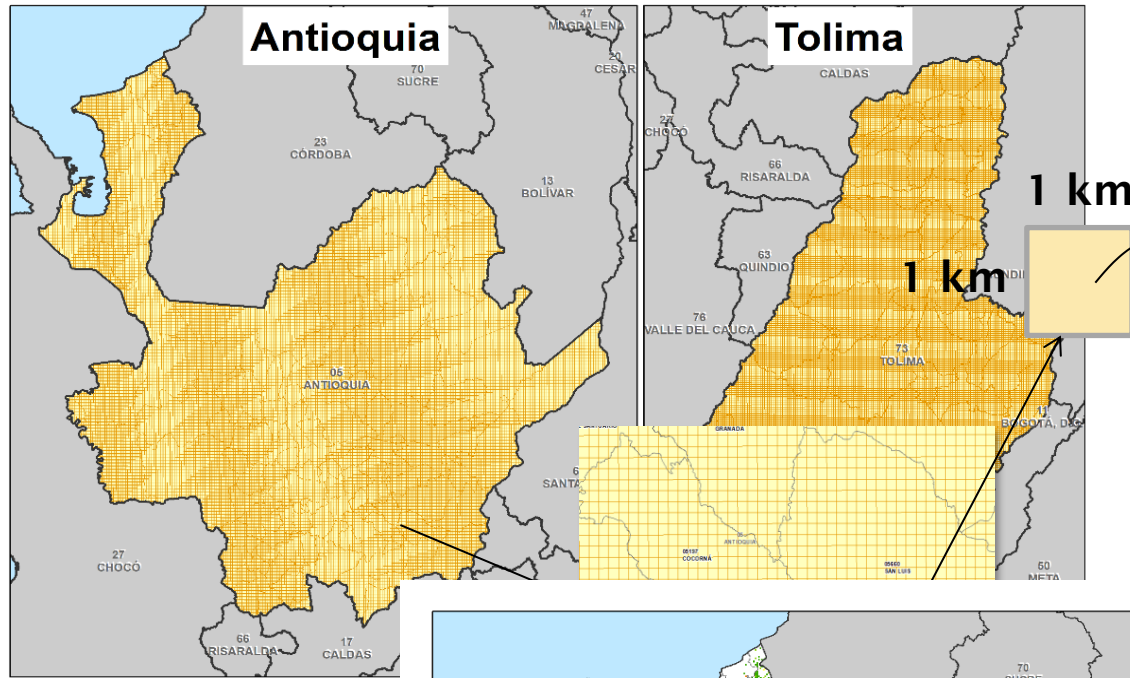
Número de UPA menores a 20 ha por municipio.



Número de UPA menor a 20 ha

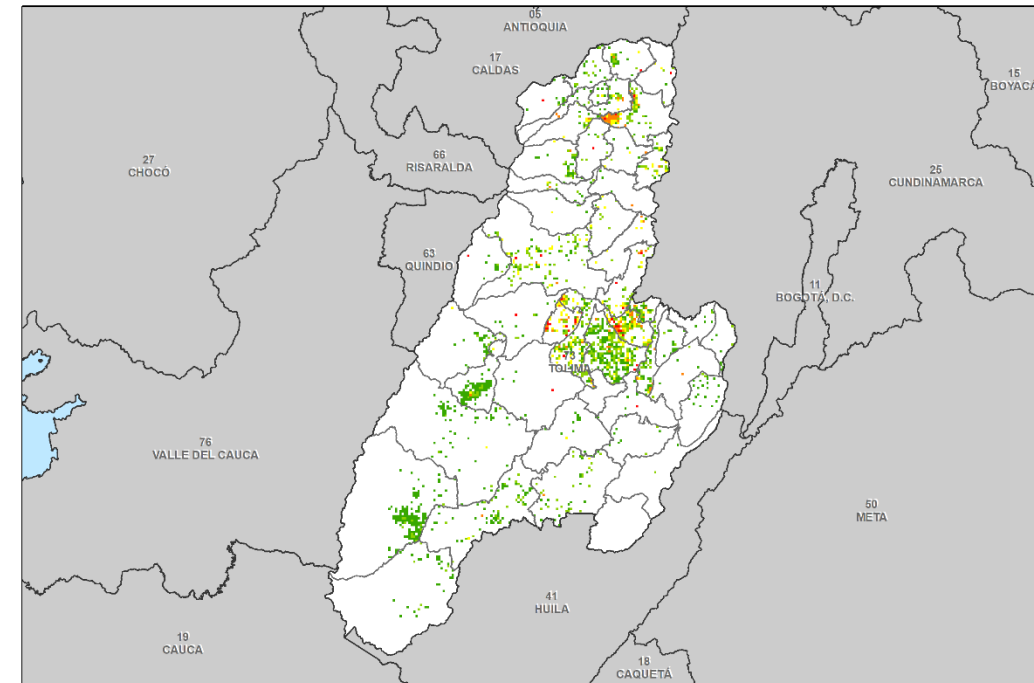
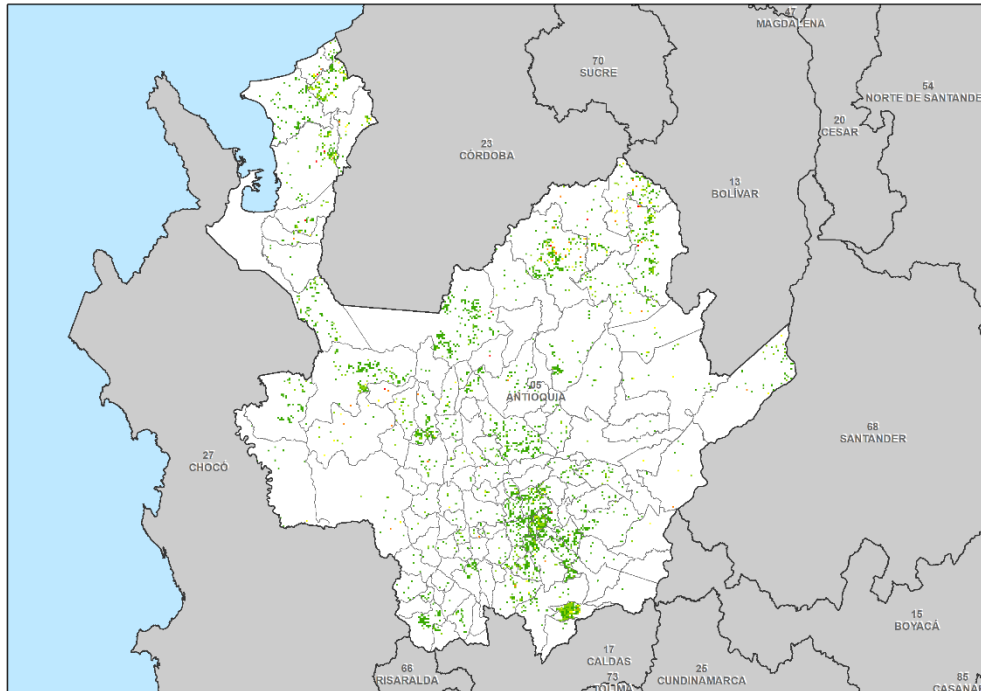


Áreas establecidas de Maíz Blanco Tradicional

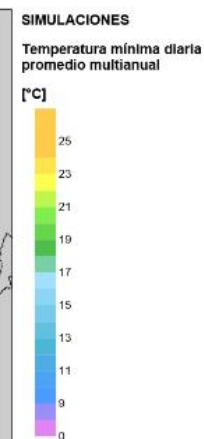
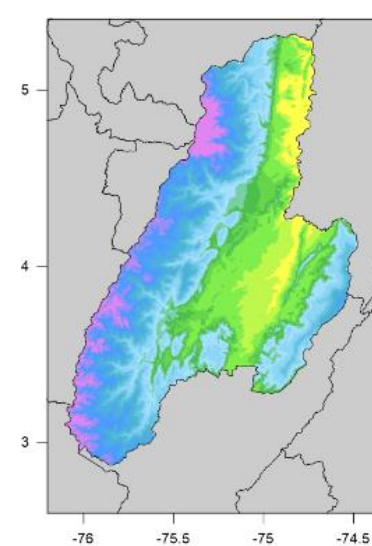
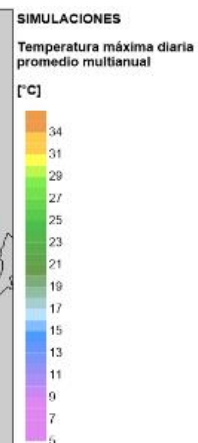
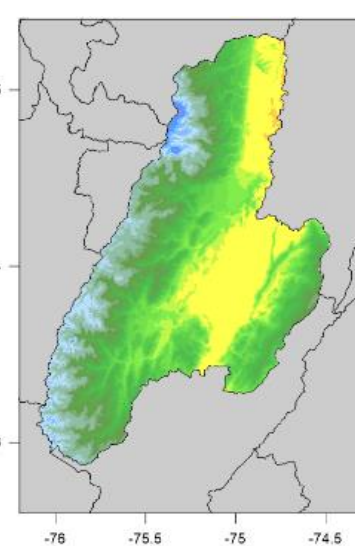
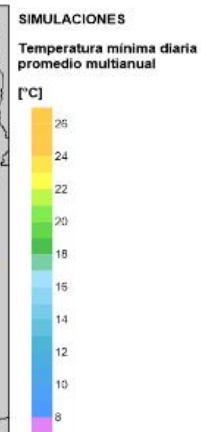
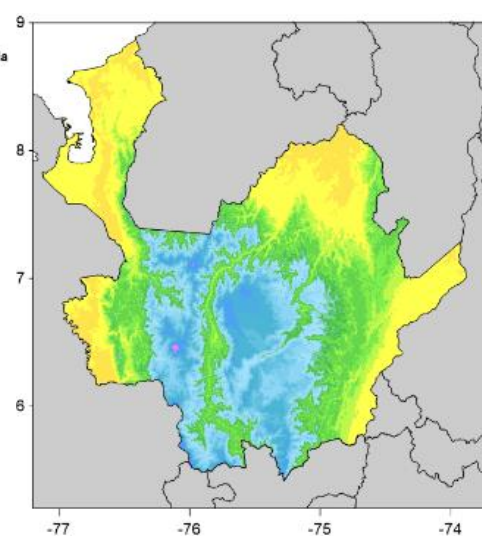
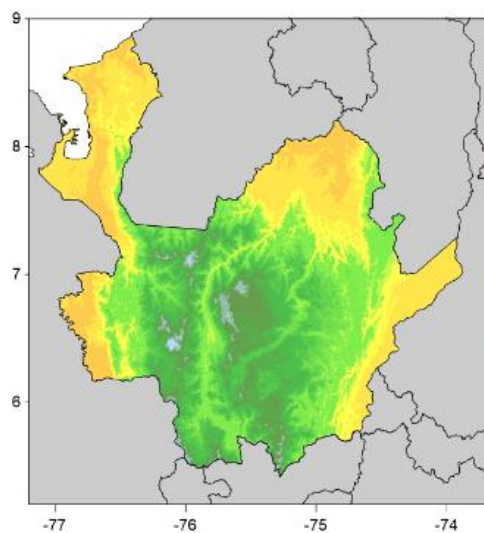
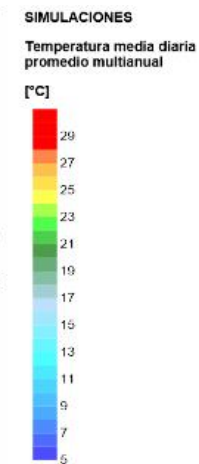
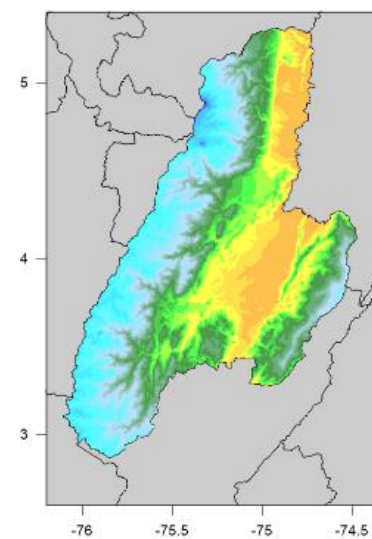
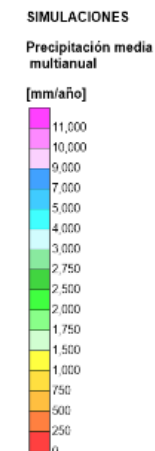
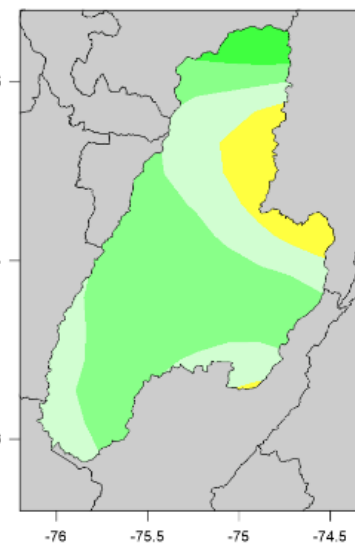
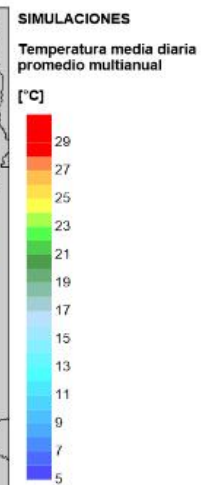
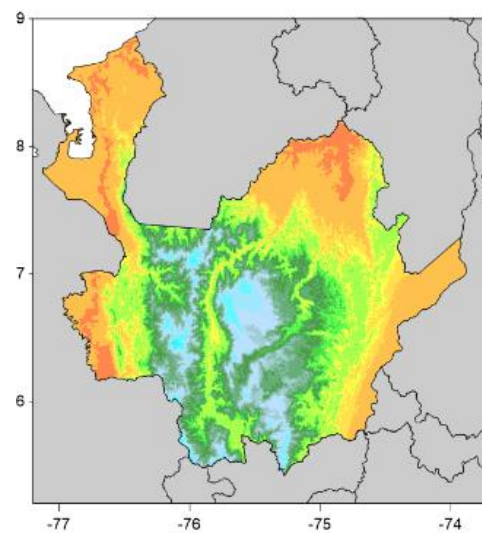
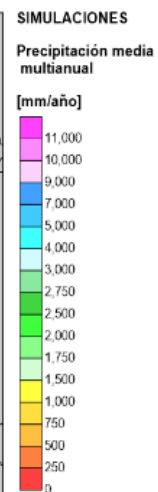
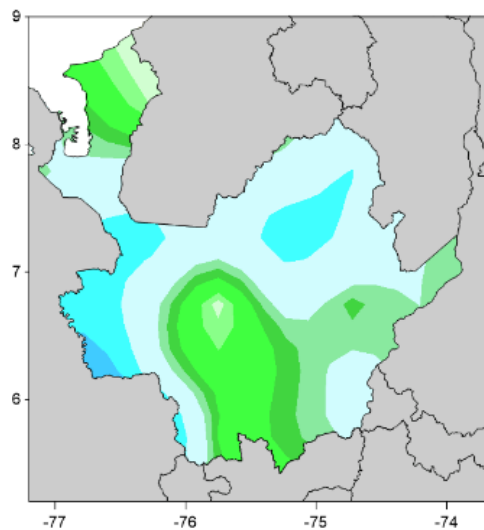


Área de análisis

Malla de análisis 1 km x 1 km



Información meteorológica



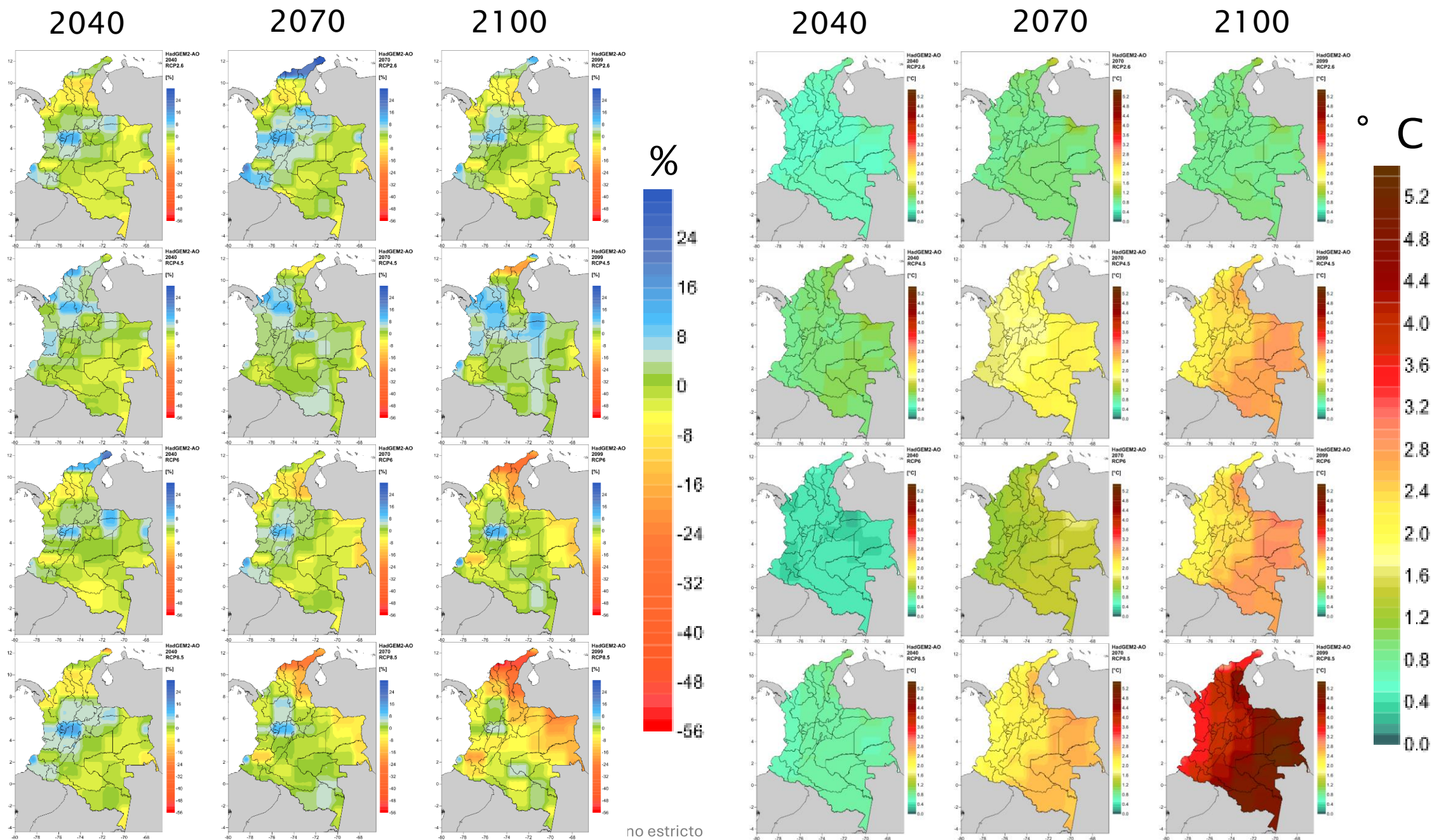
Información meteorológica

RCP 2.6

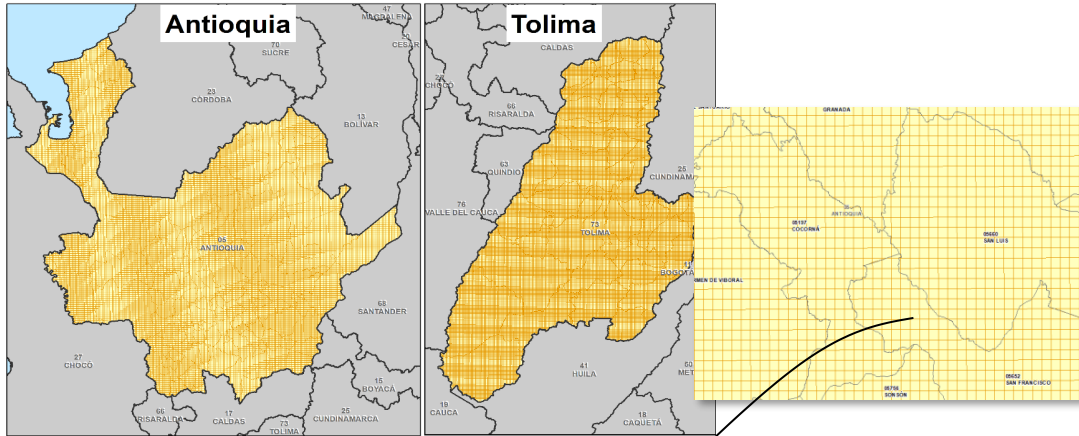
RCP 4.5

RCP 6.0

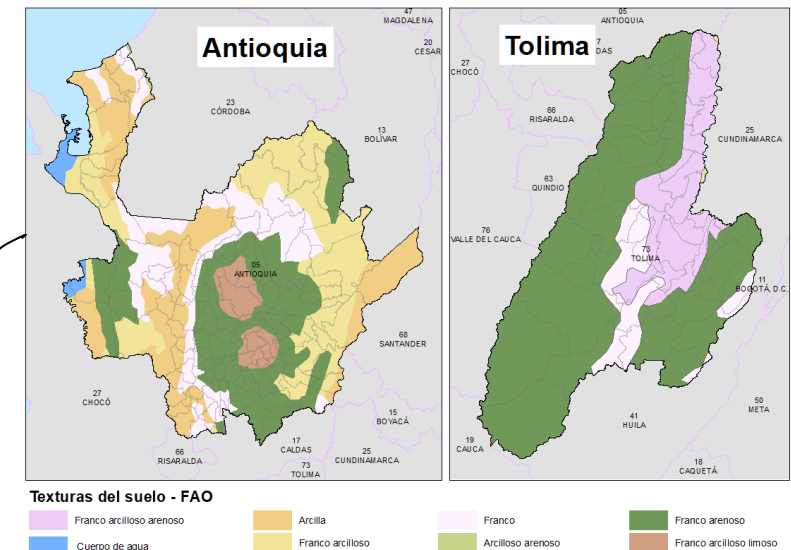
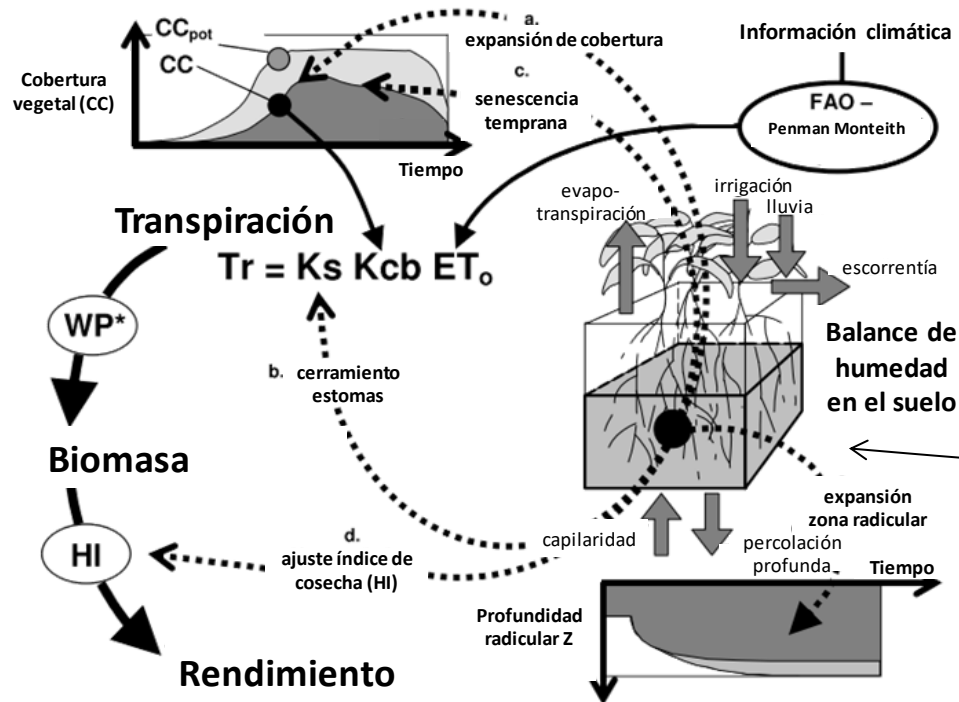
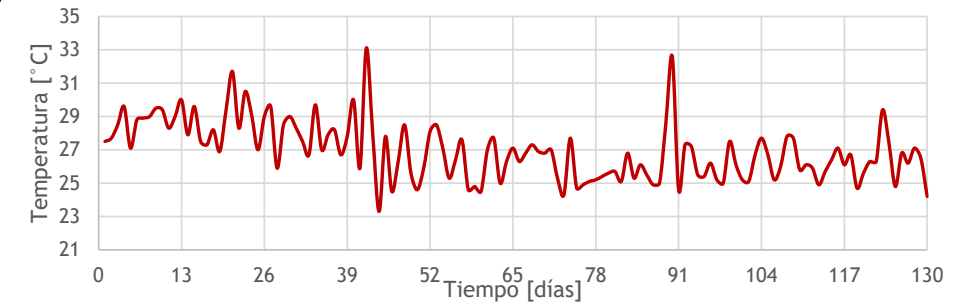
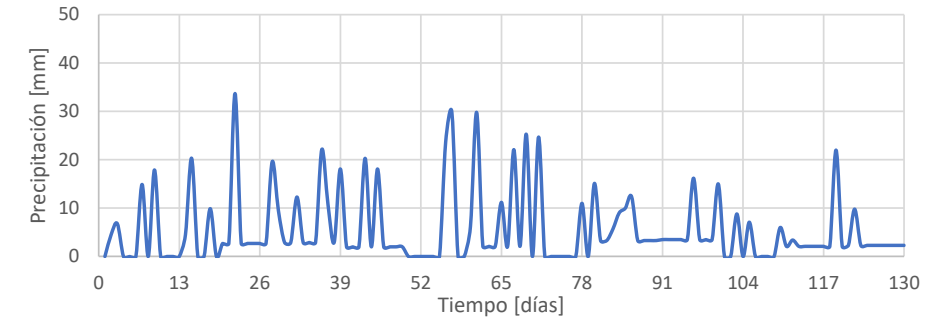
RCP 8.5



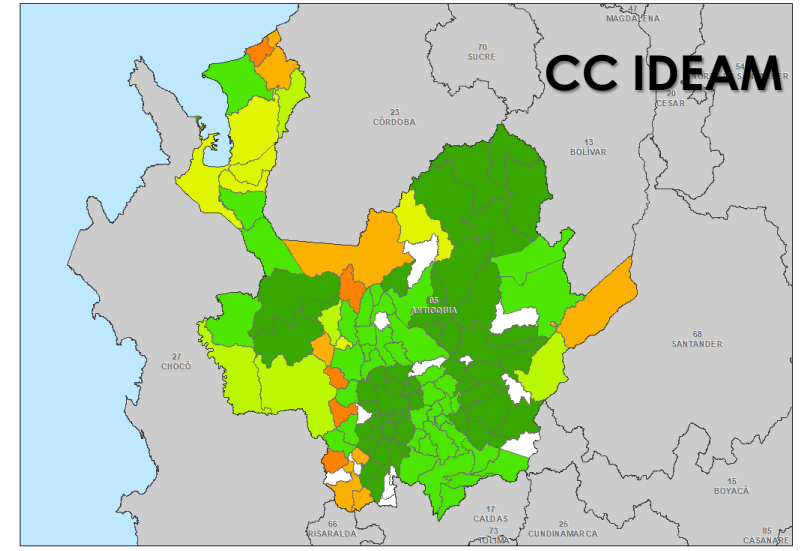
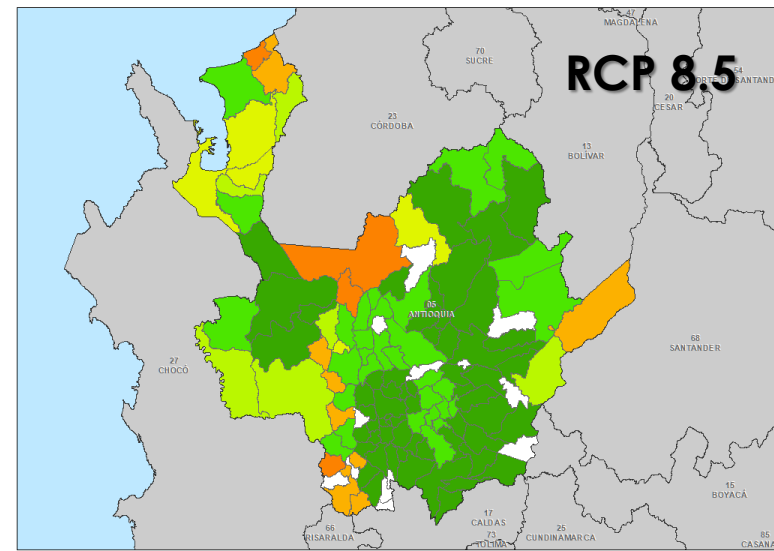
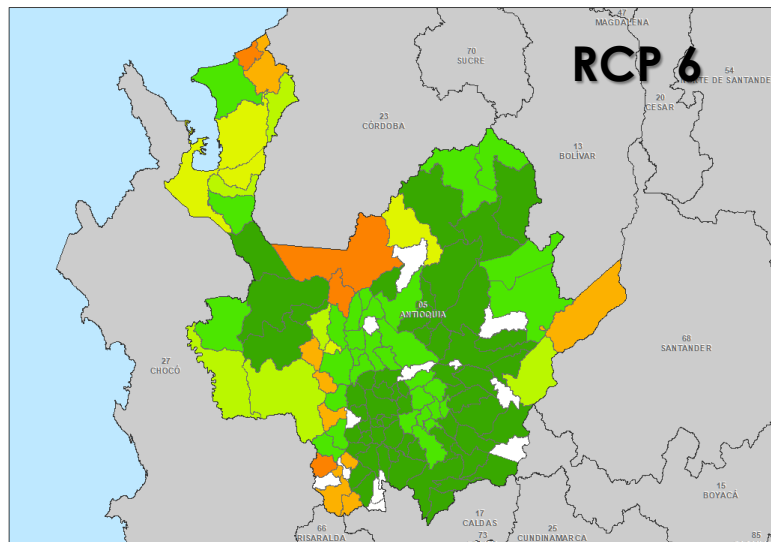
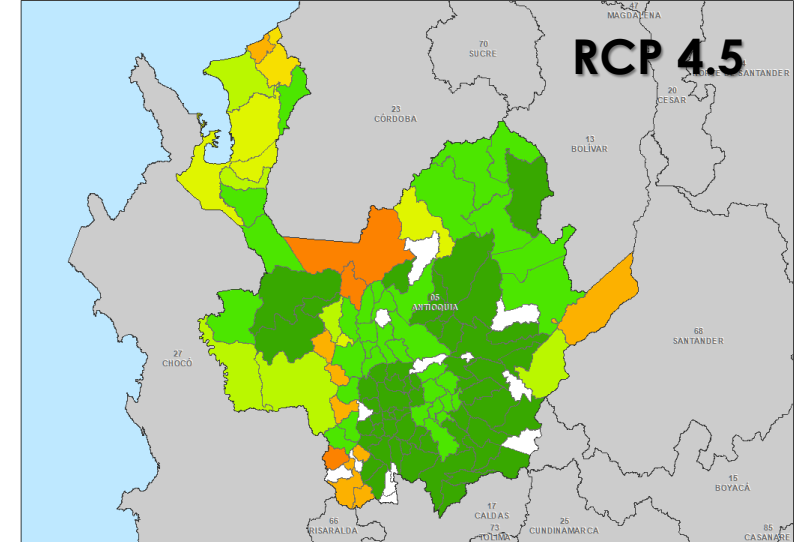
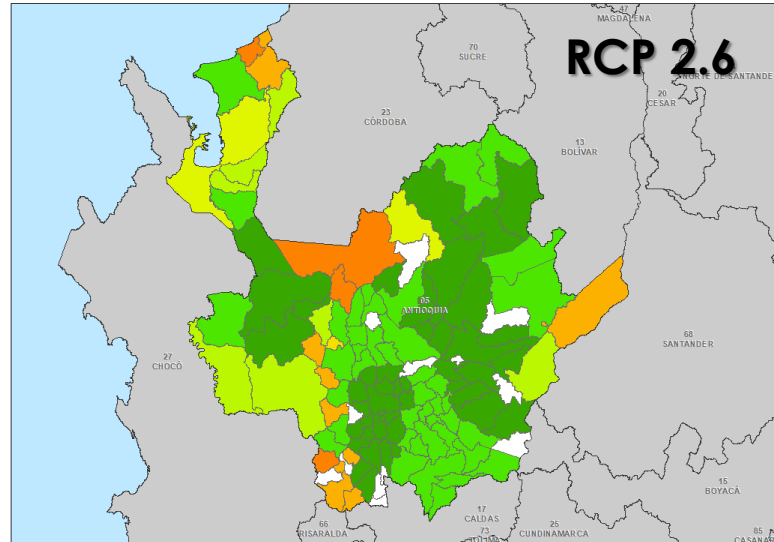
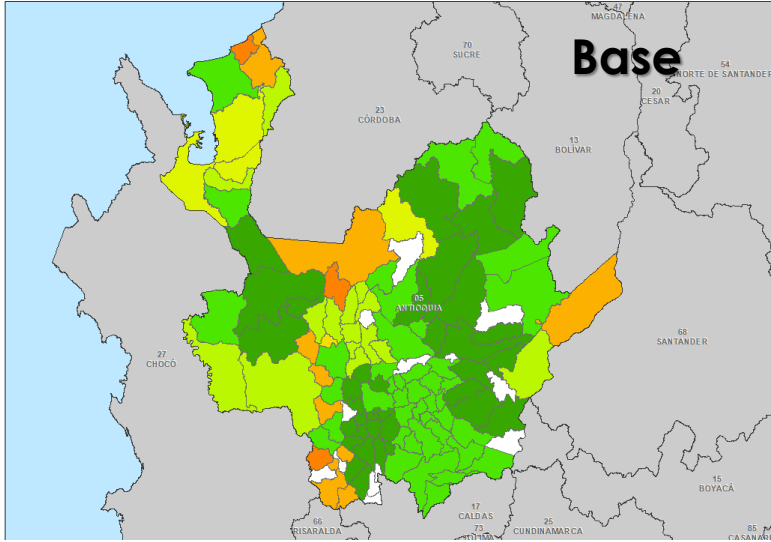
Simulación de rendimientos



Área de análisis
Malla de análisis 1 km x 1 km



Simulación de rendimientos

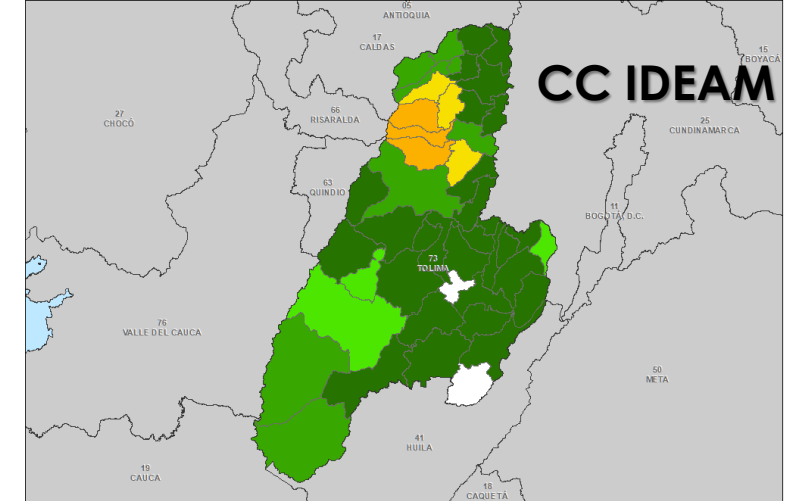
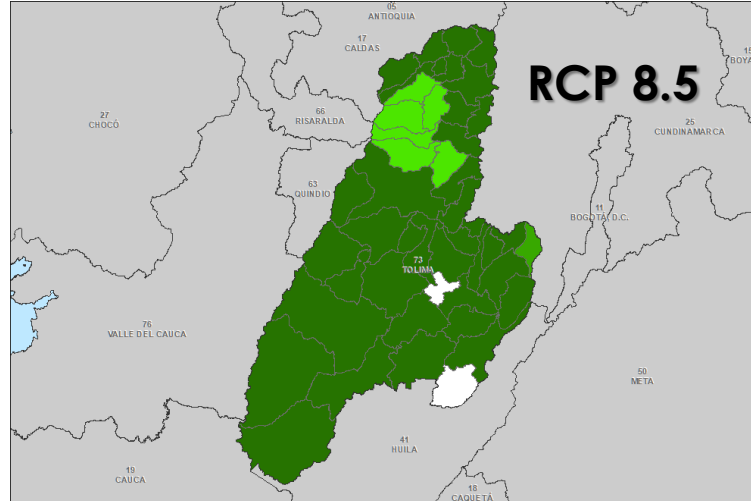
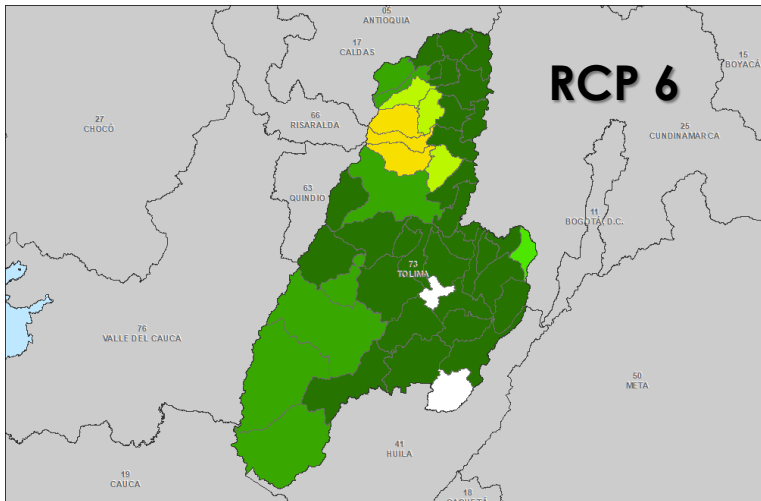
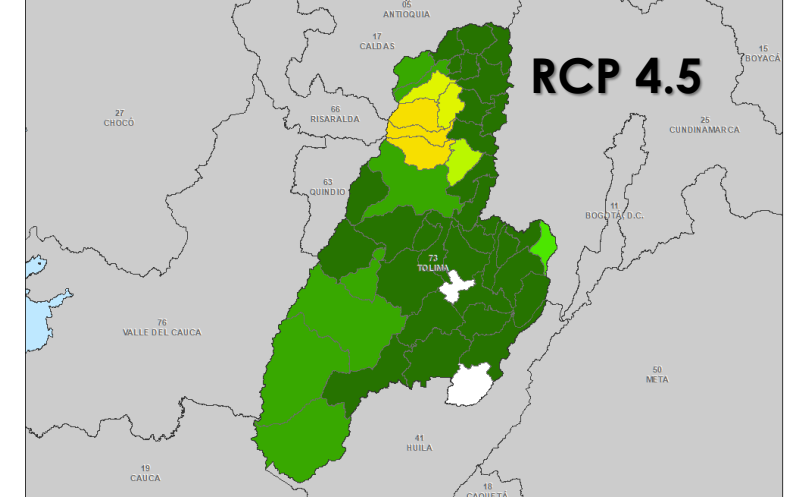
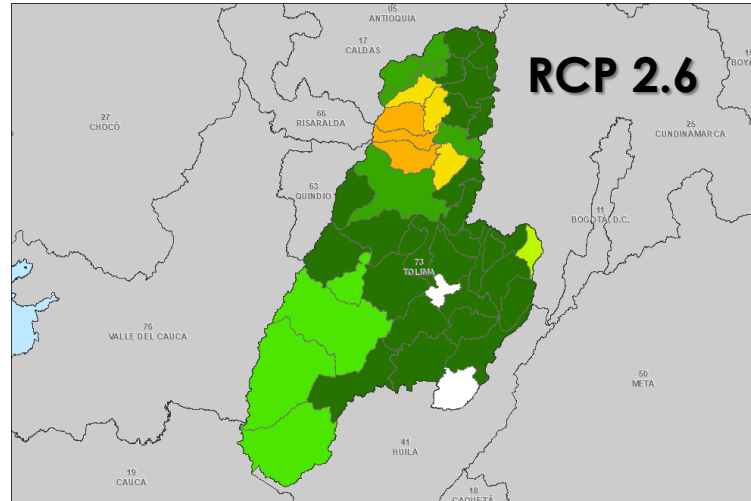
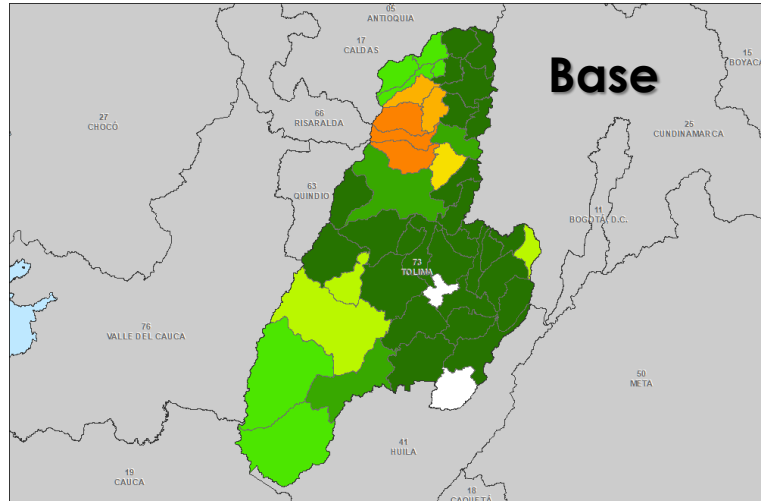


Ciclo B - UPAs < 20 ha



Uso Interno estricto

Simulación de rendimientos



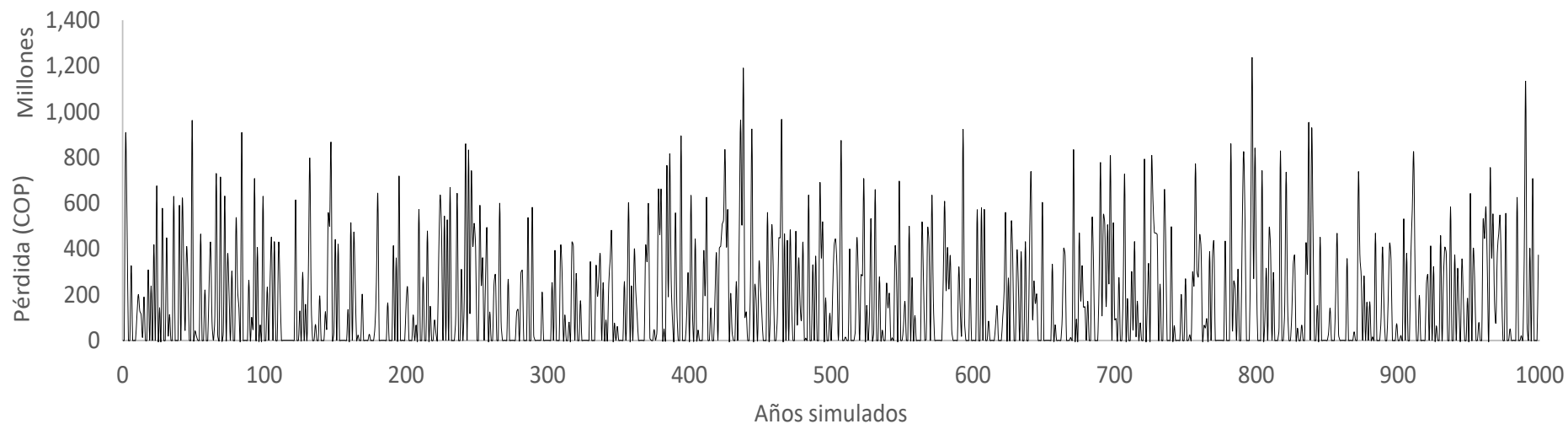
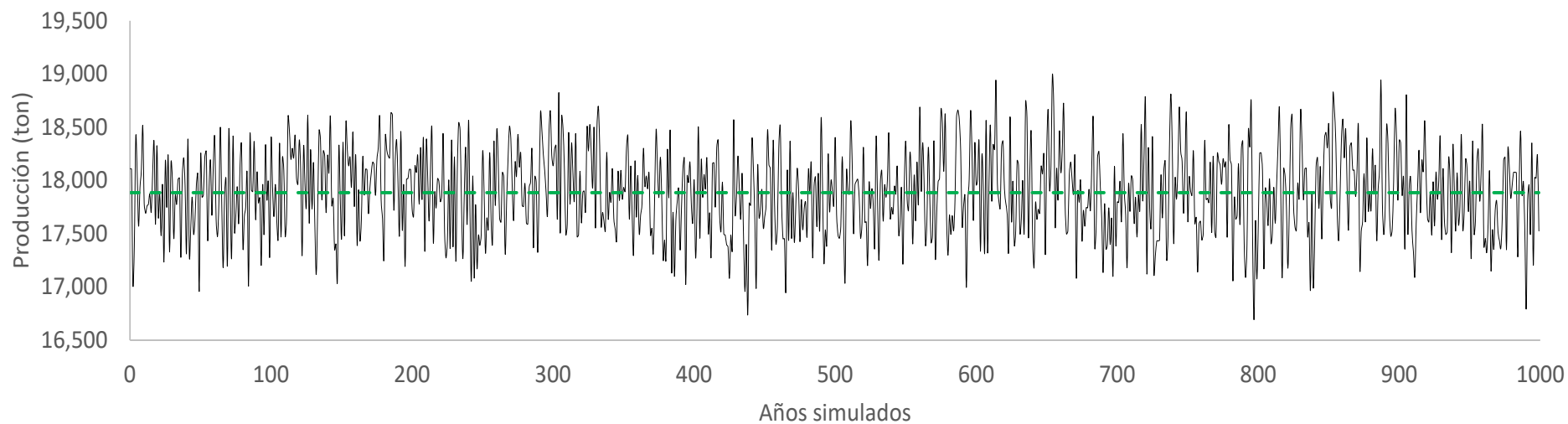
Ciclo B - UPAs < 20 ha



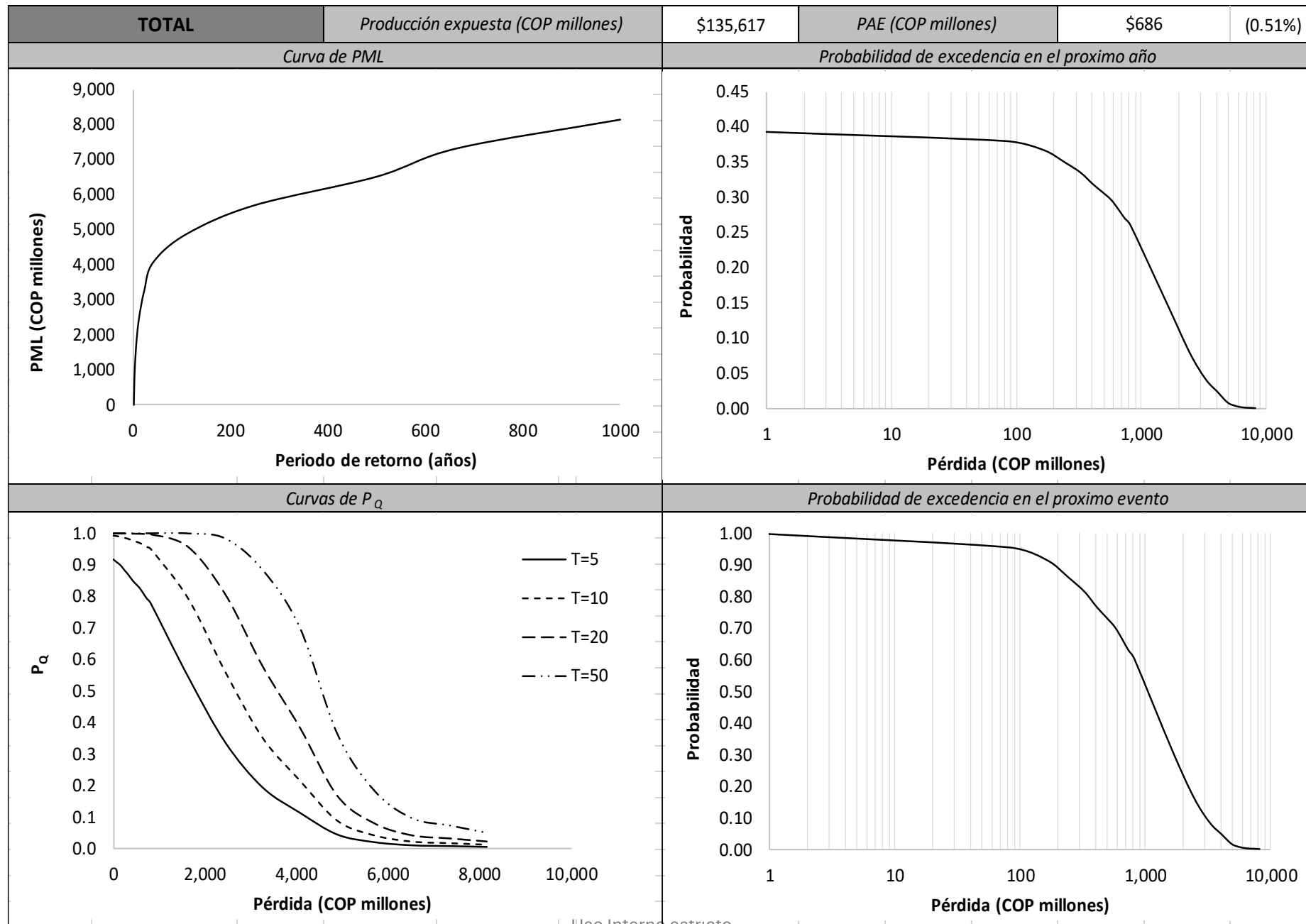
Modelación de pérdidas

Índices de Área-Rendimiento

$$P = A \cdot Y$$



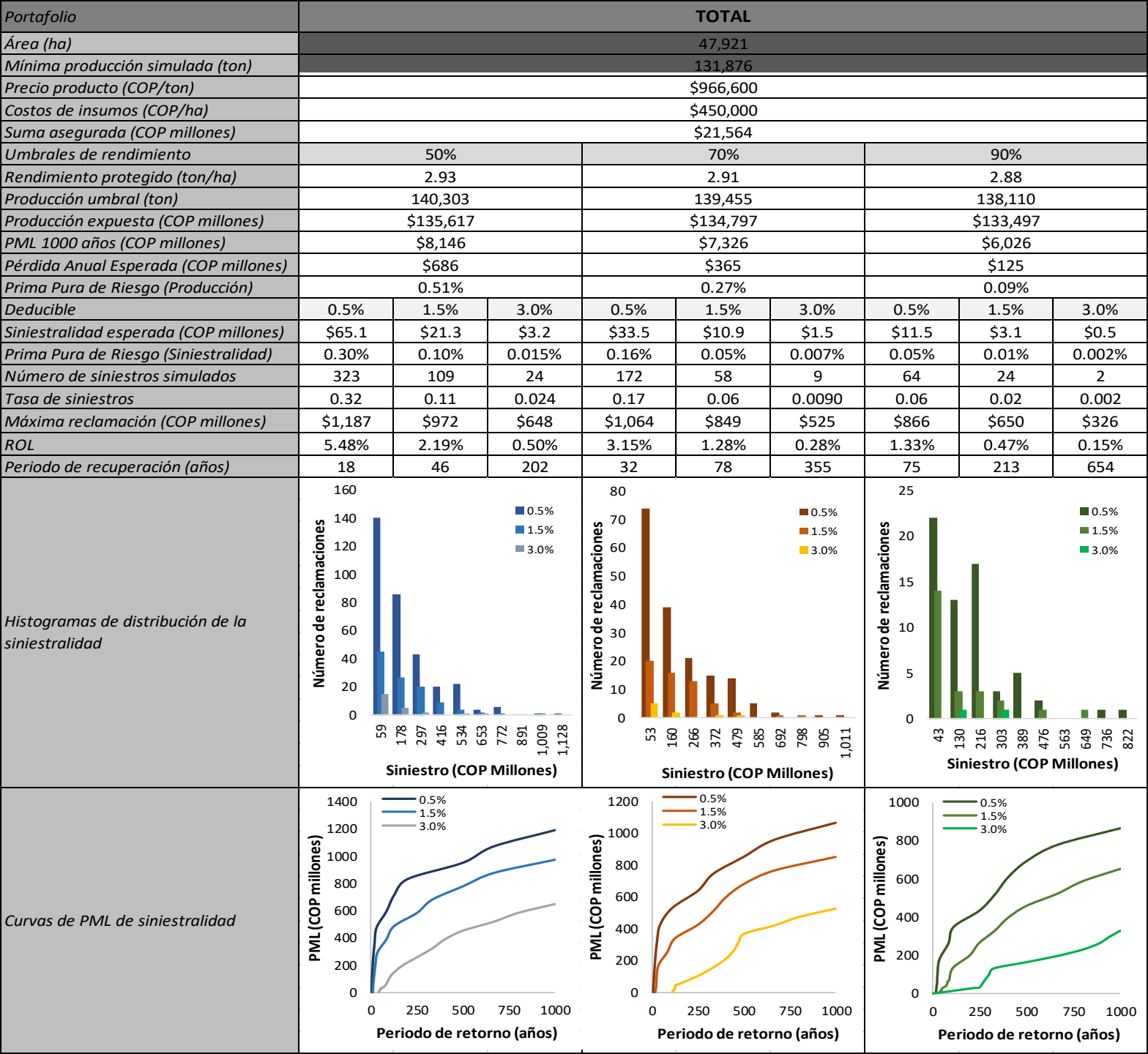
Modelación de pérdidas



Modelación de pérdidas

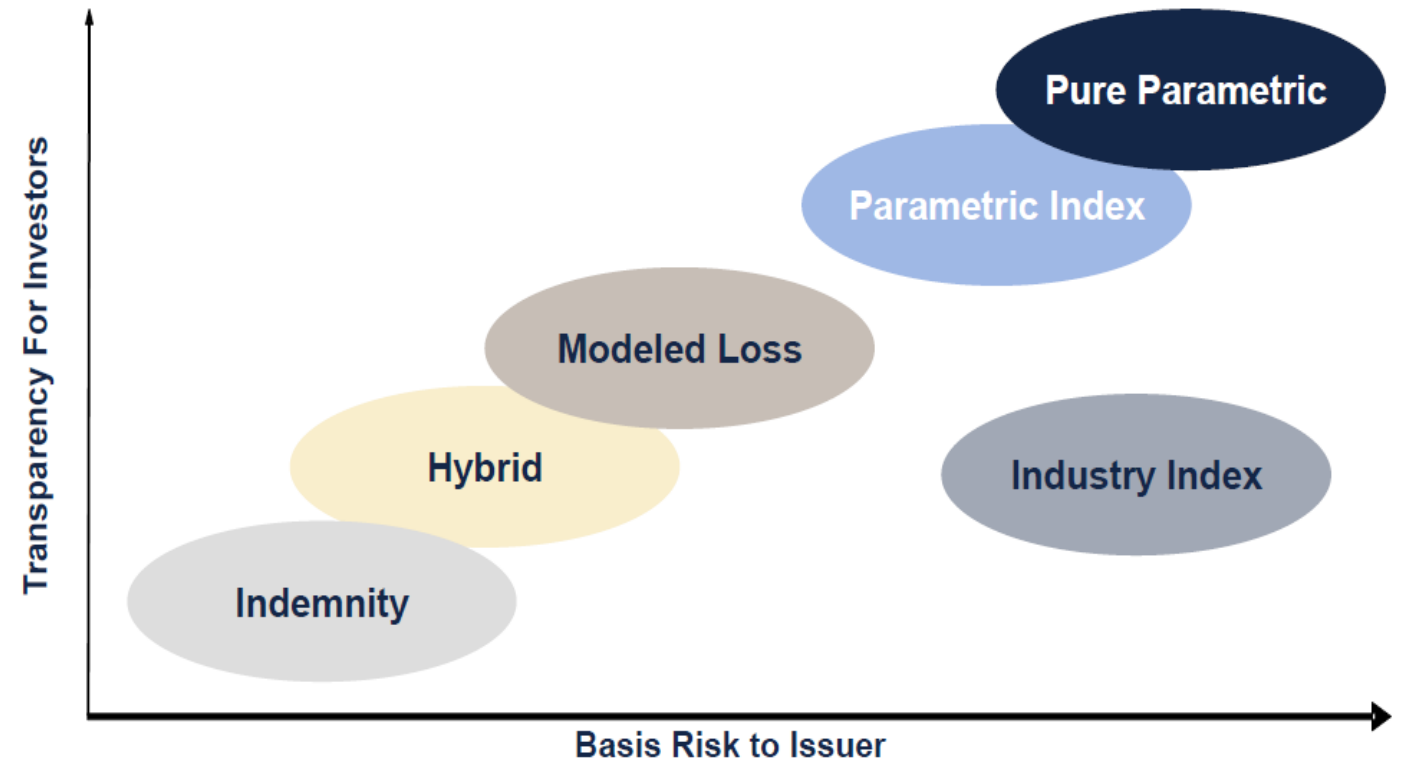
Protección Catastrófica

Portafolio Total



Piloto de pérdidas modeladas

- *Mayor riesgo de base*
- *Menor riesgo moral*
- *Apropiado para portafolios amplios*
- *Se recomienda ampliar el estudio a portafolios de orden nacional*



Bill Dubinsky, Willis Towers Watson

Piloto de pérdidas modeladas

Aviso de siniestro

- El asegurado da a conocer de manera formal a la compañía de seguros de la ocurrencia de un siniestro
- La compañía verifica la vigencia, cobertura, estado de pagos y demás características de la póliza

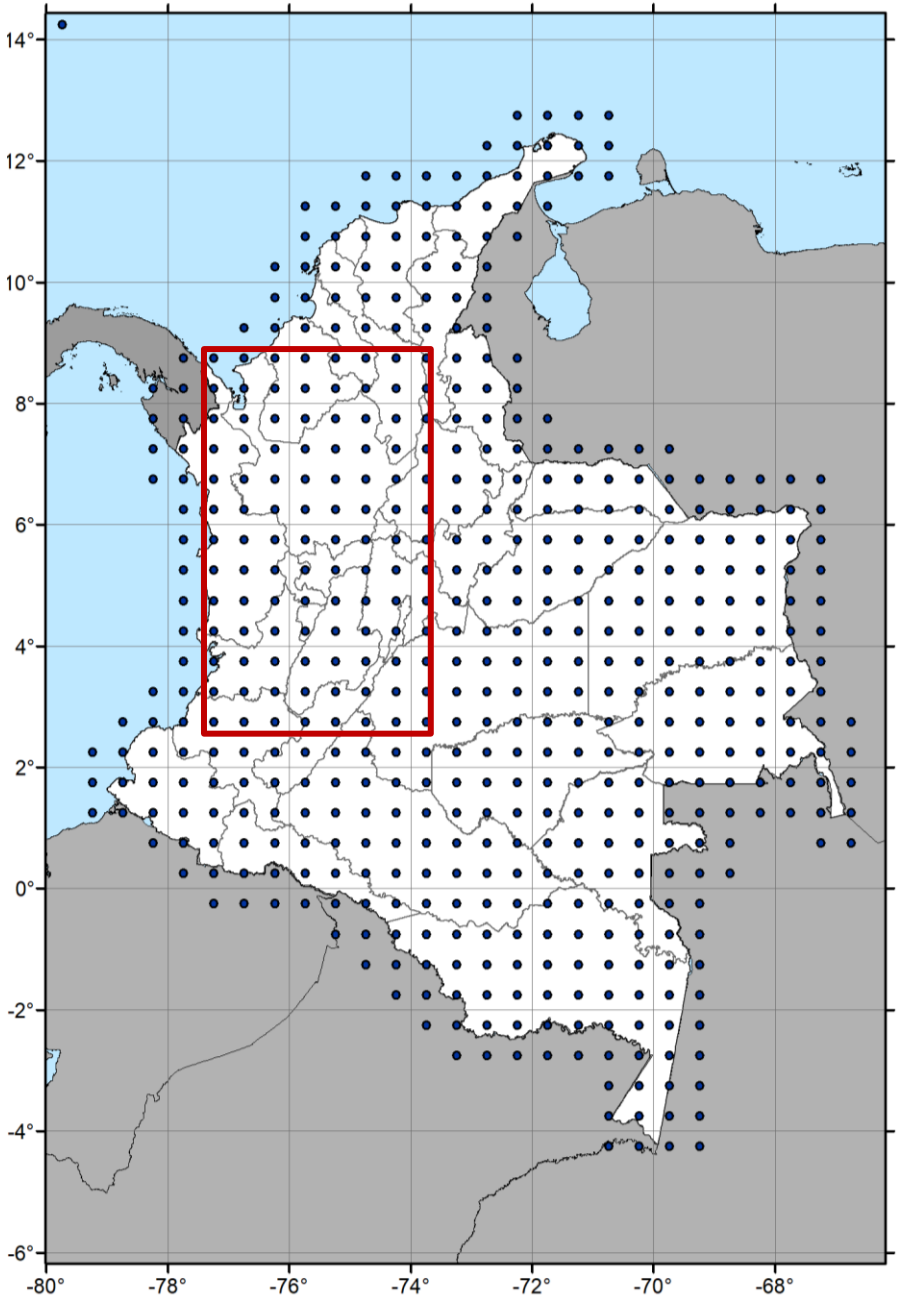
Información climática

- Se obtiene la mejor información climática posible para la parametrización del modelo de pérdidas (se recomienda ERA5 COPERNICUS)
- Este proceso puede ocurrir una vez terminado el ciclo productivo o durante este (requiere simulaciones)
- La información climática se complementa con simulaciones que incorporen pronósticos estacionales oficiales del IDEAM

Cálculo de la reclamación

- Usando el modelo catastrófico de los portafolios cubiertos, se modela la pérdida
- El rendimiento simulado se compara con el rendimiento protegido y en caso de ser menor procede el pago de la reclamación.
- Sobre el monto de la pérdida calculado, se aplican las condiciones de la póliza (deducible, límite, etc.)

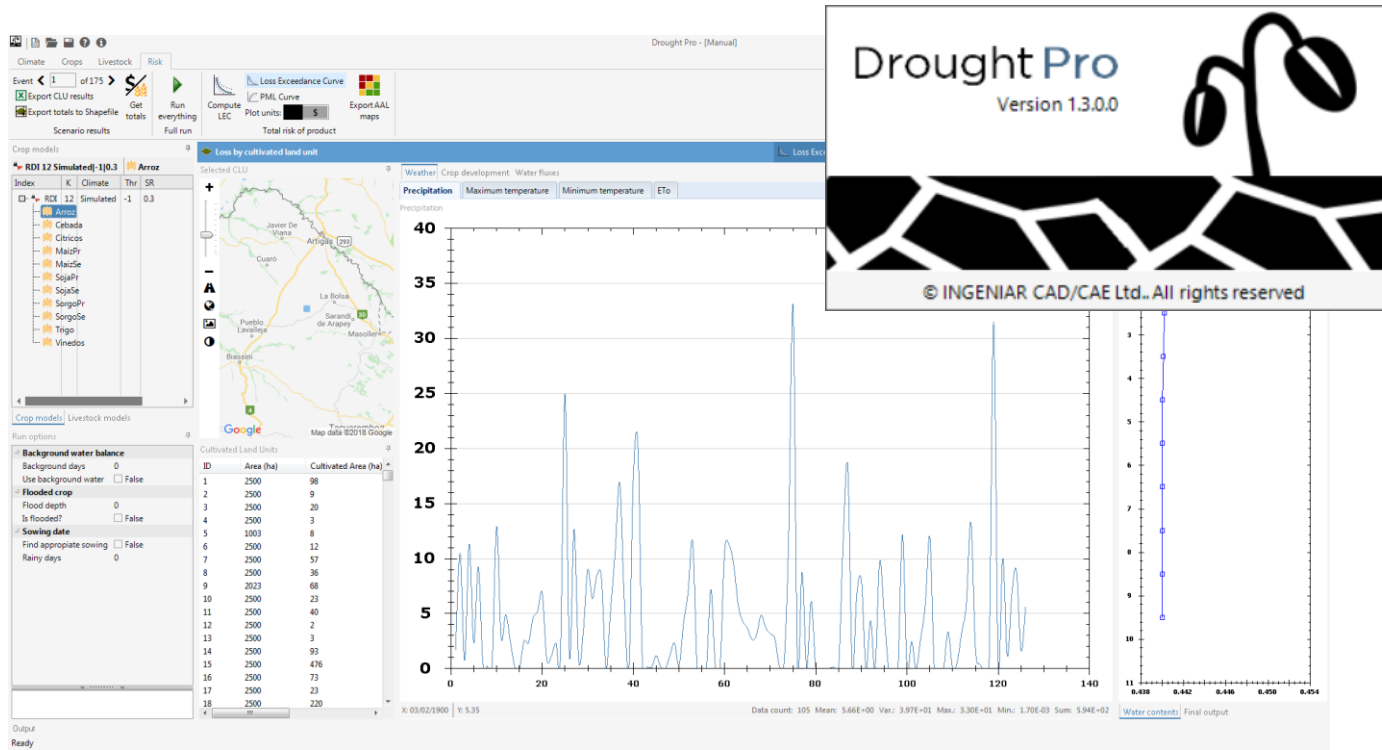
Piloto de pérdidas modeladas



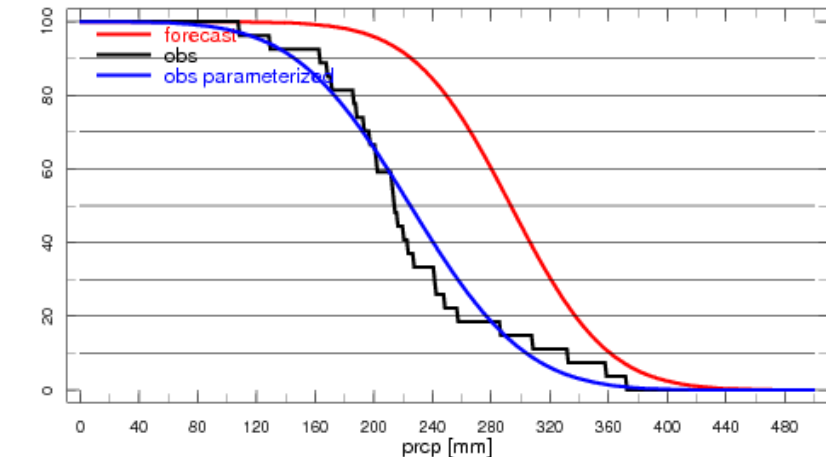
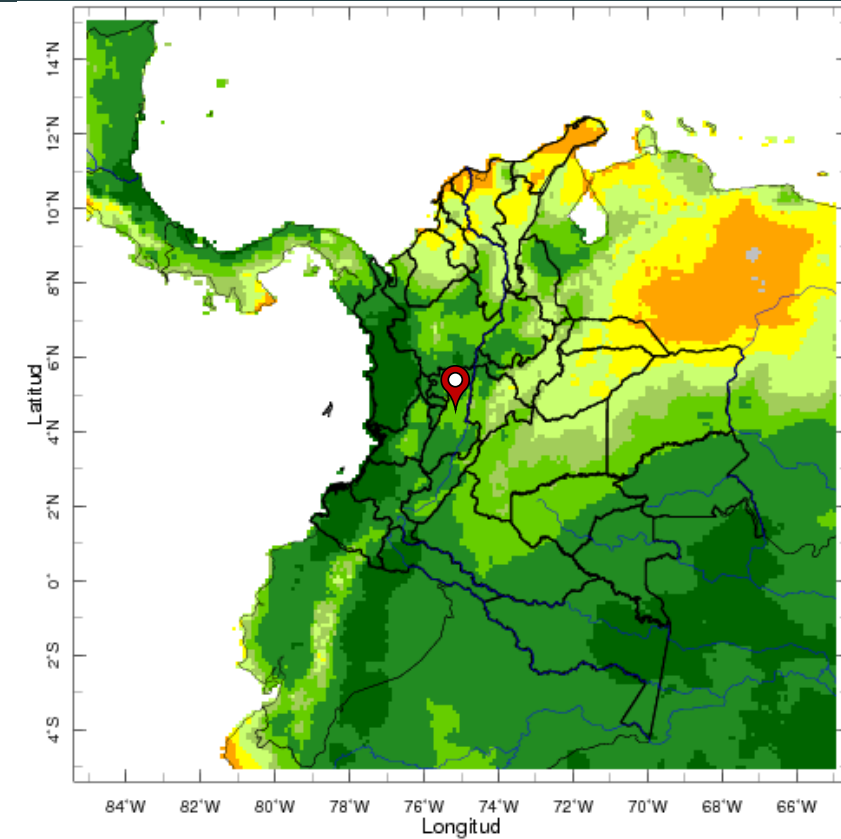
- *Información a escala diaria en las ubicaciones requeridas.*
- *Valores suficientemente buenos para la modelación.*
- *Retraso de 5 días.*

Piloto de pérdidas modeladas

- *Sistema de cálculo de riesgo catastrófico.*
- *Cálculo de la reclamación .*
- *Ajuste de información incompleta con pronósticos estacionales de IDEAM.*



Uso Interno estricto



Piloto de pérdidas modeladas

Mucha lluvia

Intermedio

Poca lluvia

Portafolios	2011			2013			2015		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
ANTIOQUIA									
Antioquia A mayor	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Antioquia A menor	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$53	\$50	\$50
Antioquia B mayor	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$31	\$65
Antioquia B menor	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$30	\$41
Antioquia Ciclo A	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$53	\$50	\$50
Antioquia Ciclo B	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$60	\$106
Antioquia	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$53	\$110	\$156
TOLIMA									
Tolima A mayor	\$0	\$0	\$0	\$0	\$38	\$55	\$0	\$193	\$295
Tolima A menor	\$0	\$0	\$0	\$47	\$48	\$70	\$0	\$39	\$158
Tolima B mayor	\$0	\$0	\$0	\$0	\$13	\$27	\$382	\$599	\$618
Tolima B menor	\$0	\$0	\$0	\$39	\$26	\$19	\$353	\$308	\$334
Tolima Ciclo A	\$0	\$0	\$0	\$47	\$86	\$124	\$0	\$232	\$453
Tolima Ciclo B	\$0	\$0	\$0	\$39	\$39	\$46	\$735	\$907	\$951
Tolima	\$0	\$0	\$0	\$86	\$125	\$170	\$735	\$1,139	\$1,404
TODOS LOS PORTAFOLIOS									
Total	\$0	\$0	\$0	\$86	\$125	\$170	\$789	\$1,249	\$1,560

Valores en
COP millones



www.ingeniar-risk.com



www.cimne.com



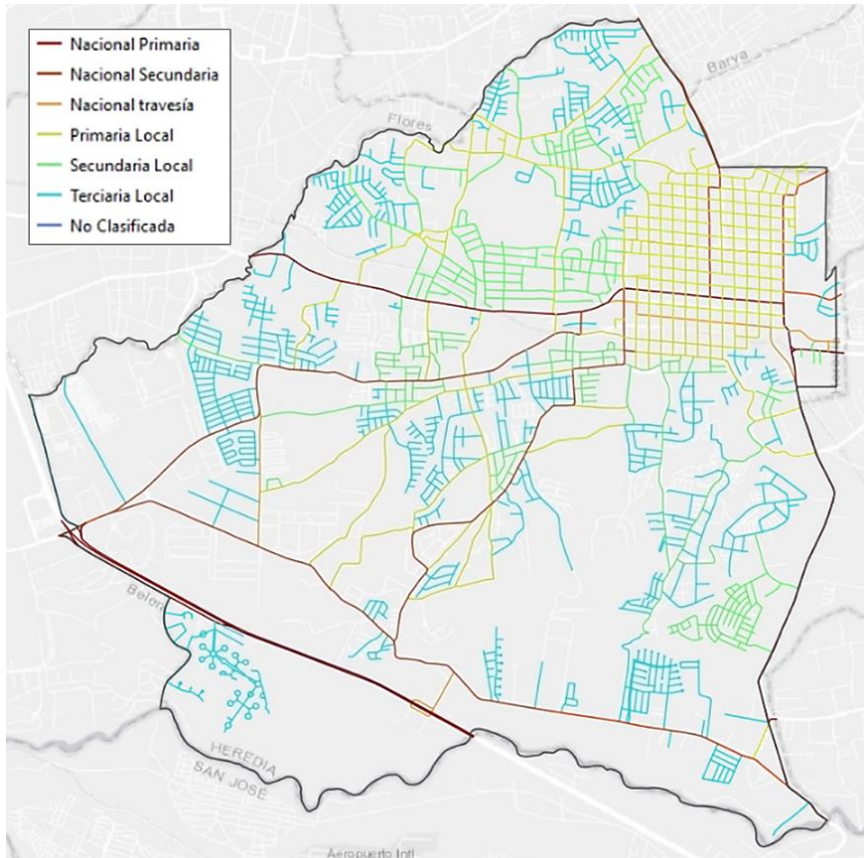
GRMA – Costa Rica

Proyecto Estratégico: Heredia

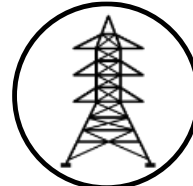
Alcance de la modelación

Edificaciones e infraestructura

Cantón Heredia



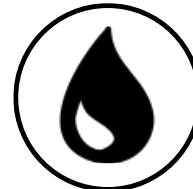
Edificaciones



Energía



Vías



Agua y Saneamiento



Comunicación

Uso Interno estricto



Terremoto

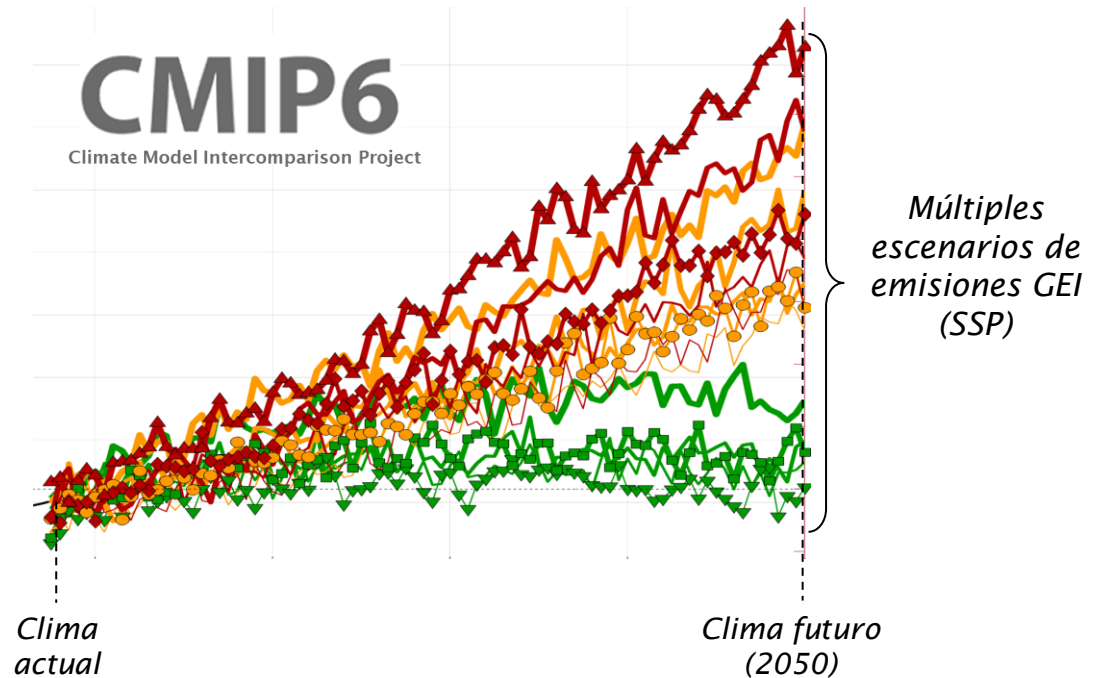


Deslizamientos



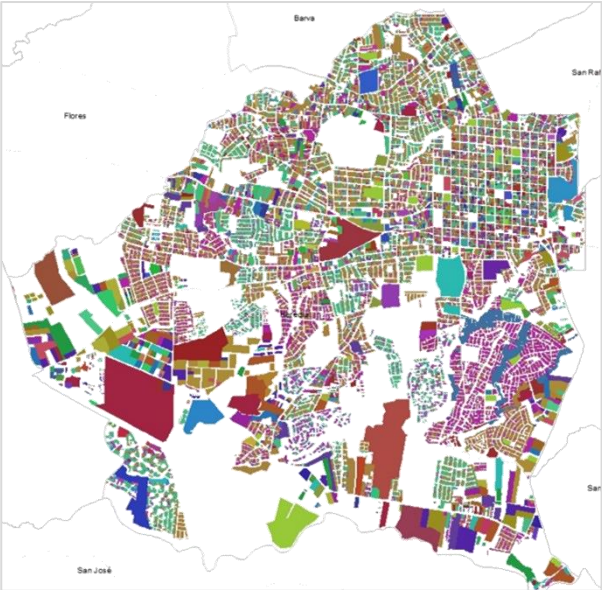
Inundaciones
fluviales y pluviales

Cambio climático



Proyecto Estratégico - Heredia

Proyecto Estratégico
Heredia

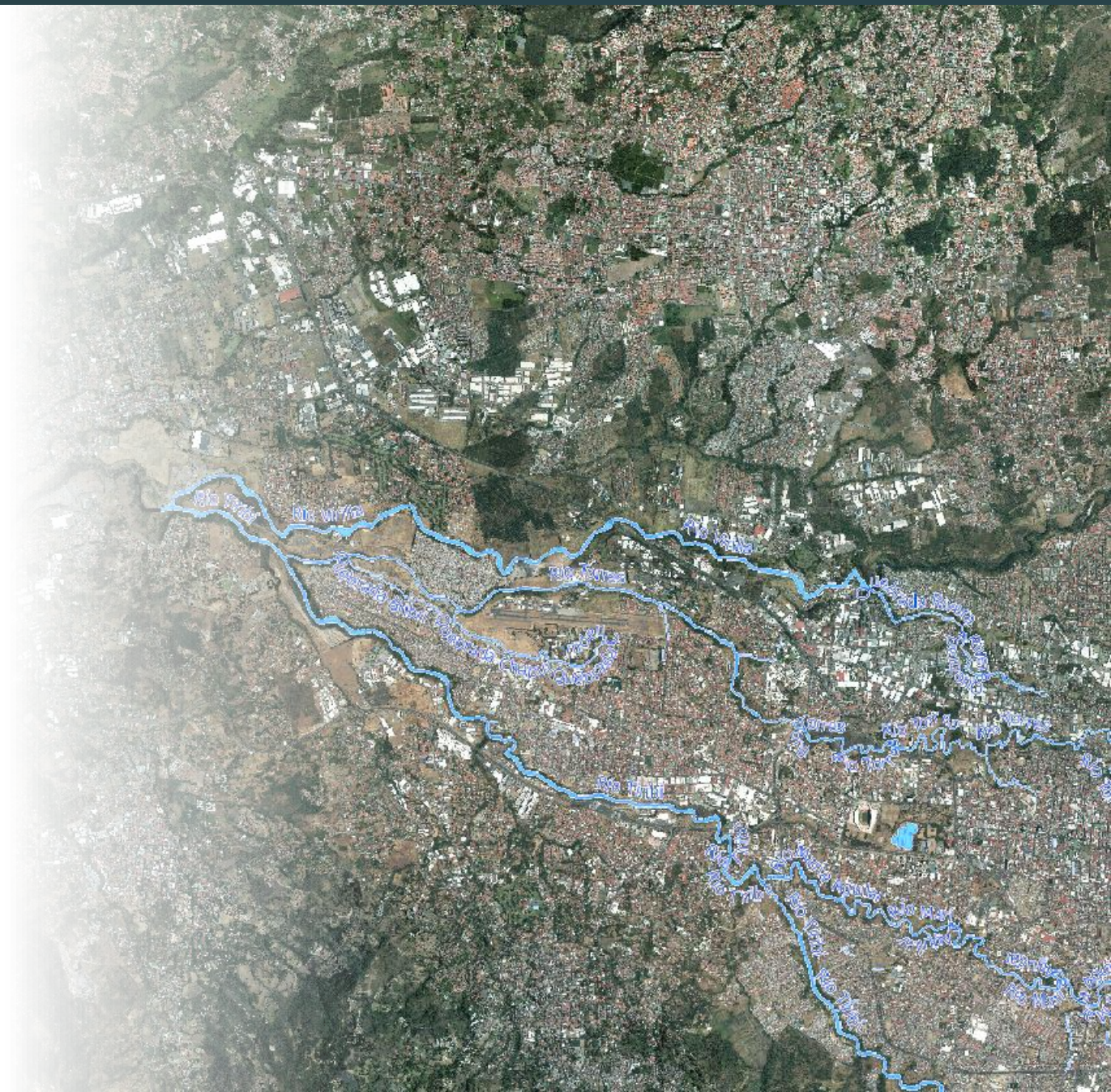


Evaluación multi-amenaza del riesgo en infraestructura crítica de Heredia
para demostrar un marco para la evaluación de riesgos de infraestructura

Tarea	15 Ene 25		Mes												15 Abr 26	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Proyecto estratégico: Demostración de métodos de evaluación del riesgo para infraestructura crítica en Heredia.																
Modelo de clima																
Modelo inundación río Pirro																
Modelo amenaza sísmica																
Efectos de sitio Heredia																
Modelo de amenaza deslizamientos																
Exposición edificios Heredia																
Exposición infraestructura																
Vulnerabilidad edificios																
Vulnerabilidad infraestructura																
Evaluación riesgo																
Calibración resultado																
Curva de inversión																
Evaluación resiliencia																



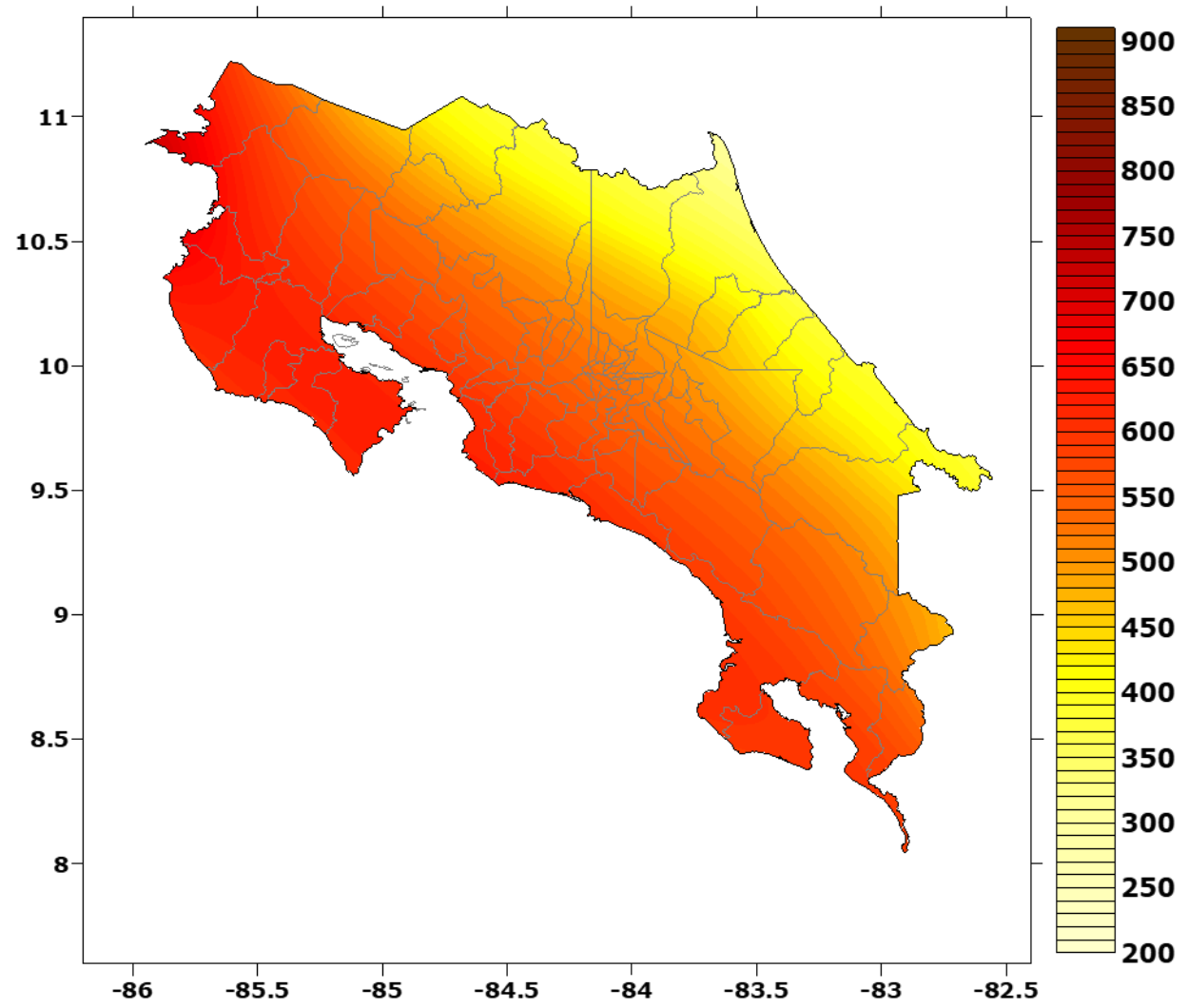
1. Modelo inundación río Pirro



Actividades

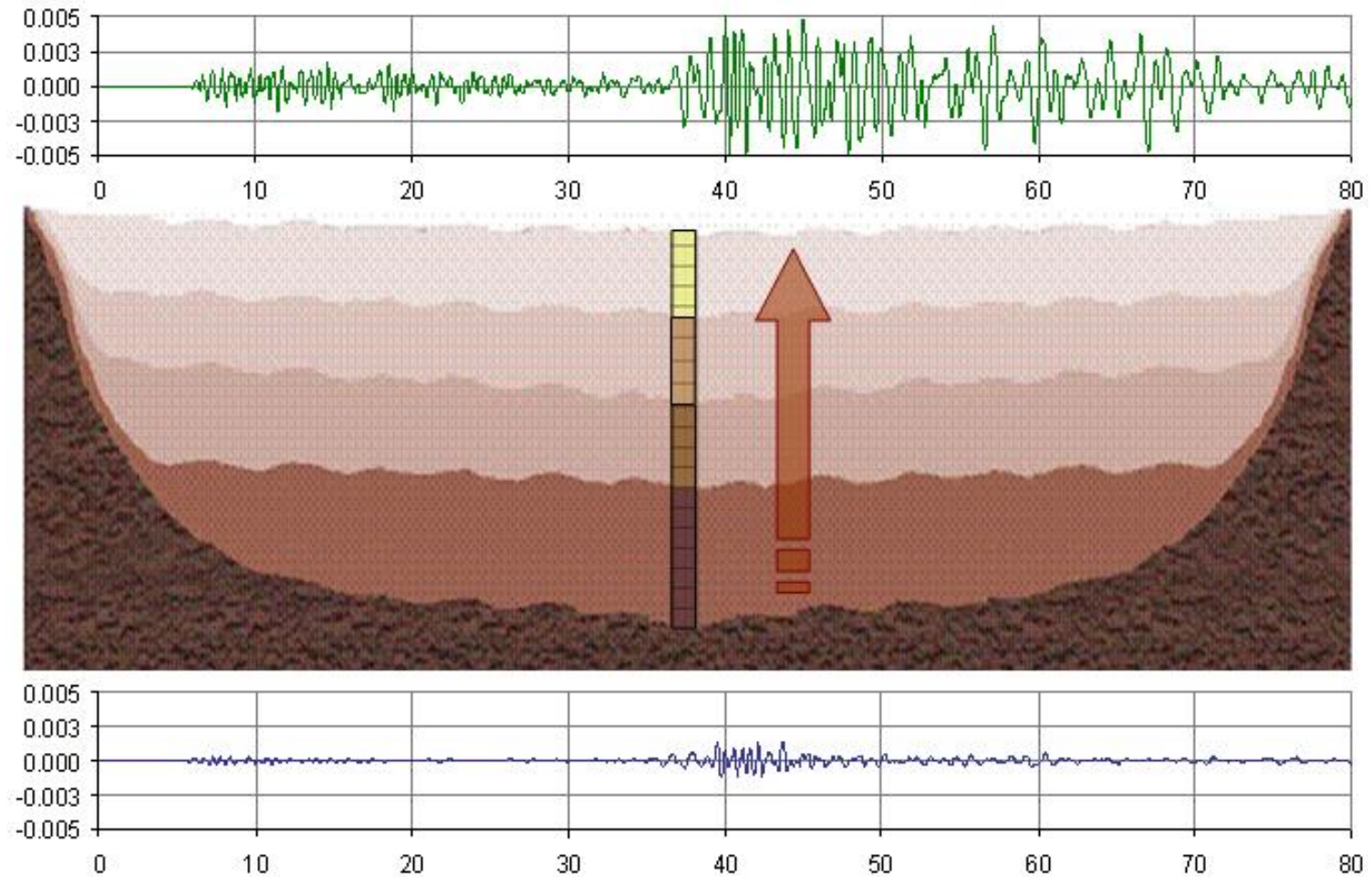
1. Modelo inundación río Pirro

2. **Modelo amenaza sísmica**



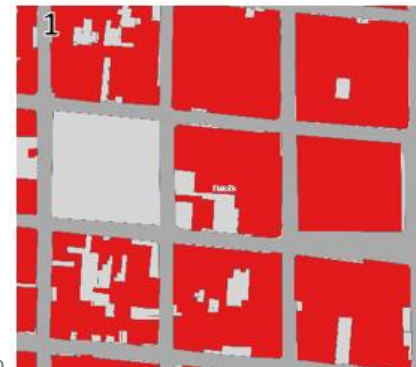
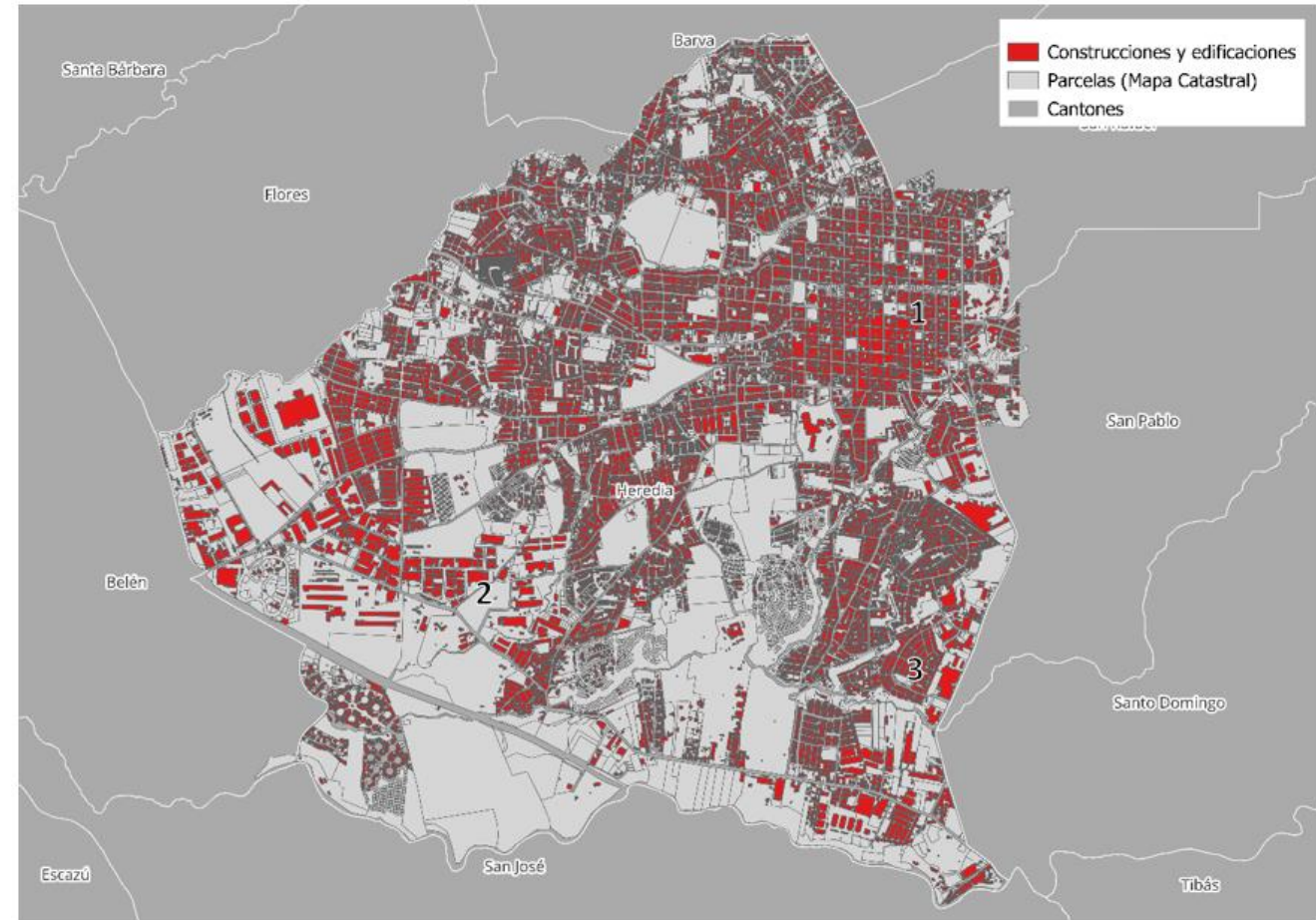
Actividades

1. Modelo inundación río Pirro
2. Modelo amenaza sísmica
- 3. Efectos de sitio Heredia**



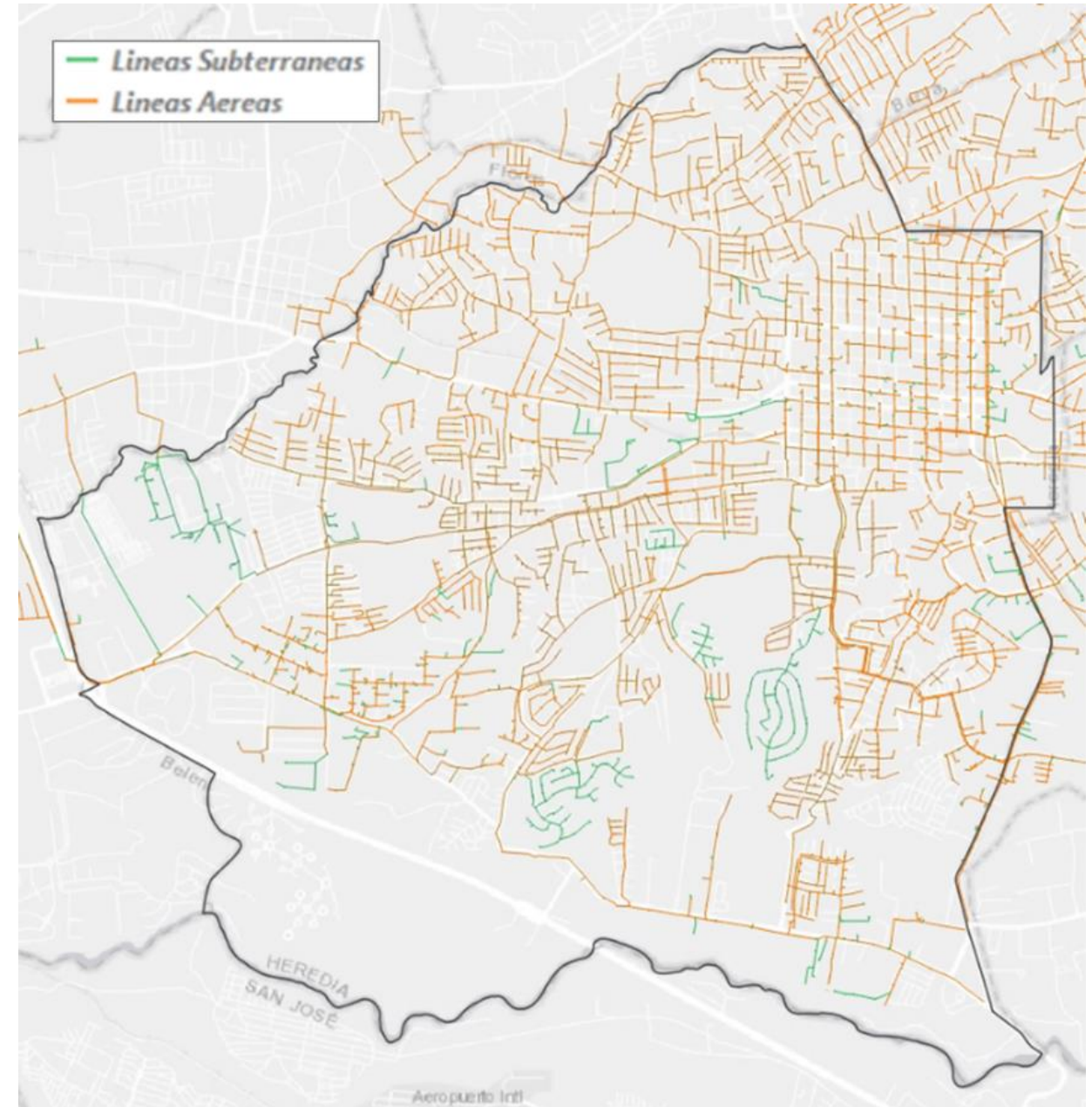
Actividades

1. Modelo inundación río Pirro
2. Modelo amenaza sísmica
3. Efectos de sitio Heredia
- 4. Exposición de edificaciones**



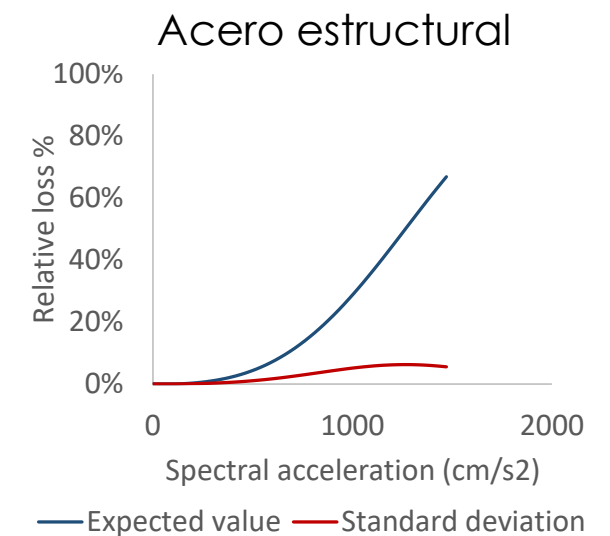
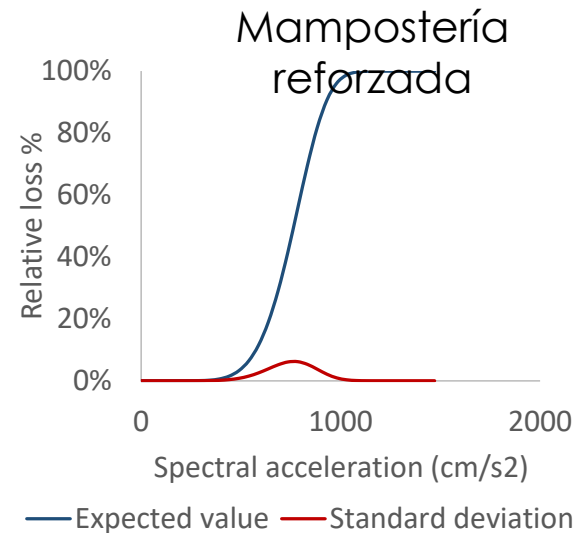
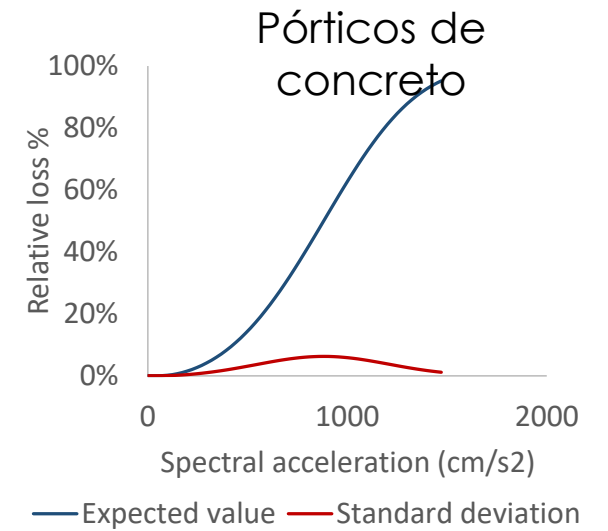
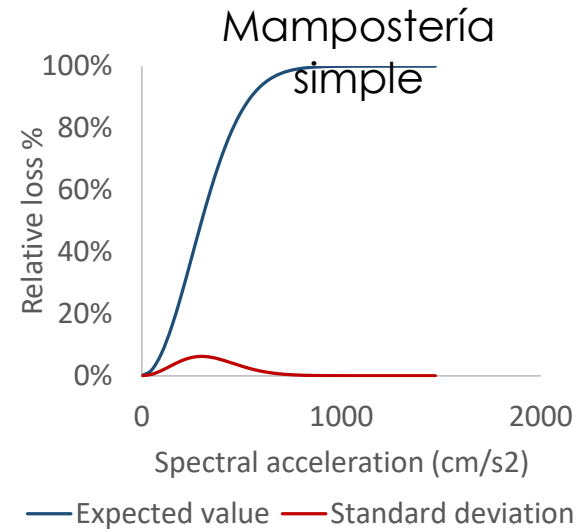
Actividades

1. Modelo inundación río Pirro
2. Modelo amenaza sísmica
3. Efectos de sitio Heredia
4. Exposición de edificaciones
5. **Exposición de infraestructura**



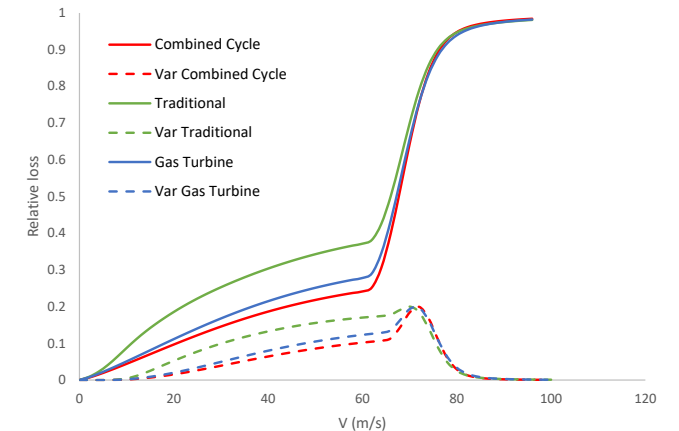
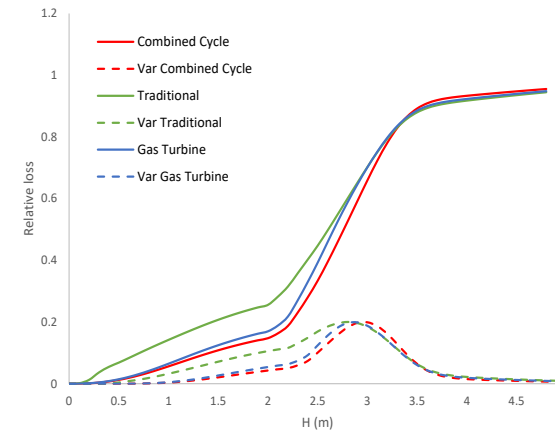
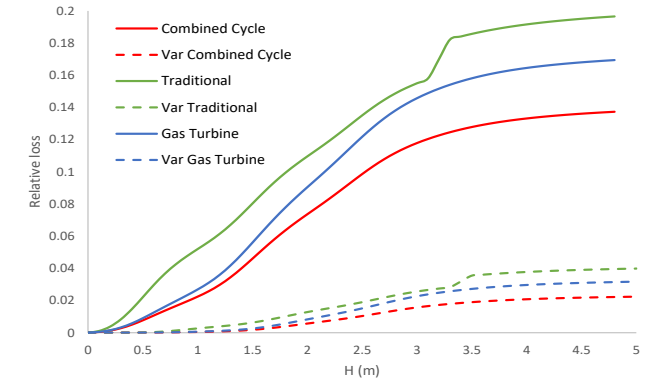
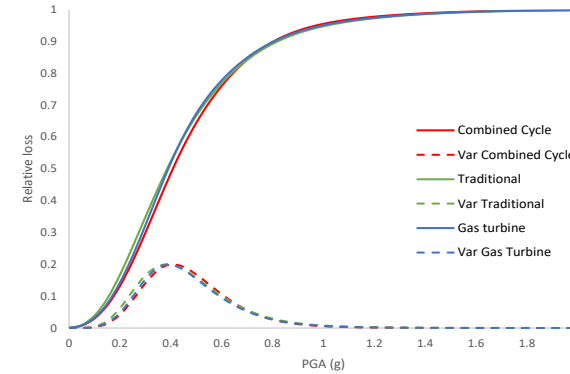
Actividades

1. Modelo inundación río Pirro
2. Modelo amenaza sísmica
3. Efectos de sitio Heredia
4. Exposición de edificaciones
5. Exposición de infraestructura
- 6. Vulnerabilidad edificios**



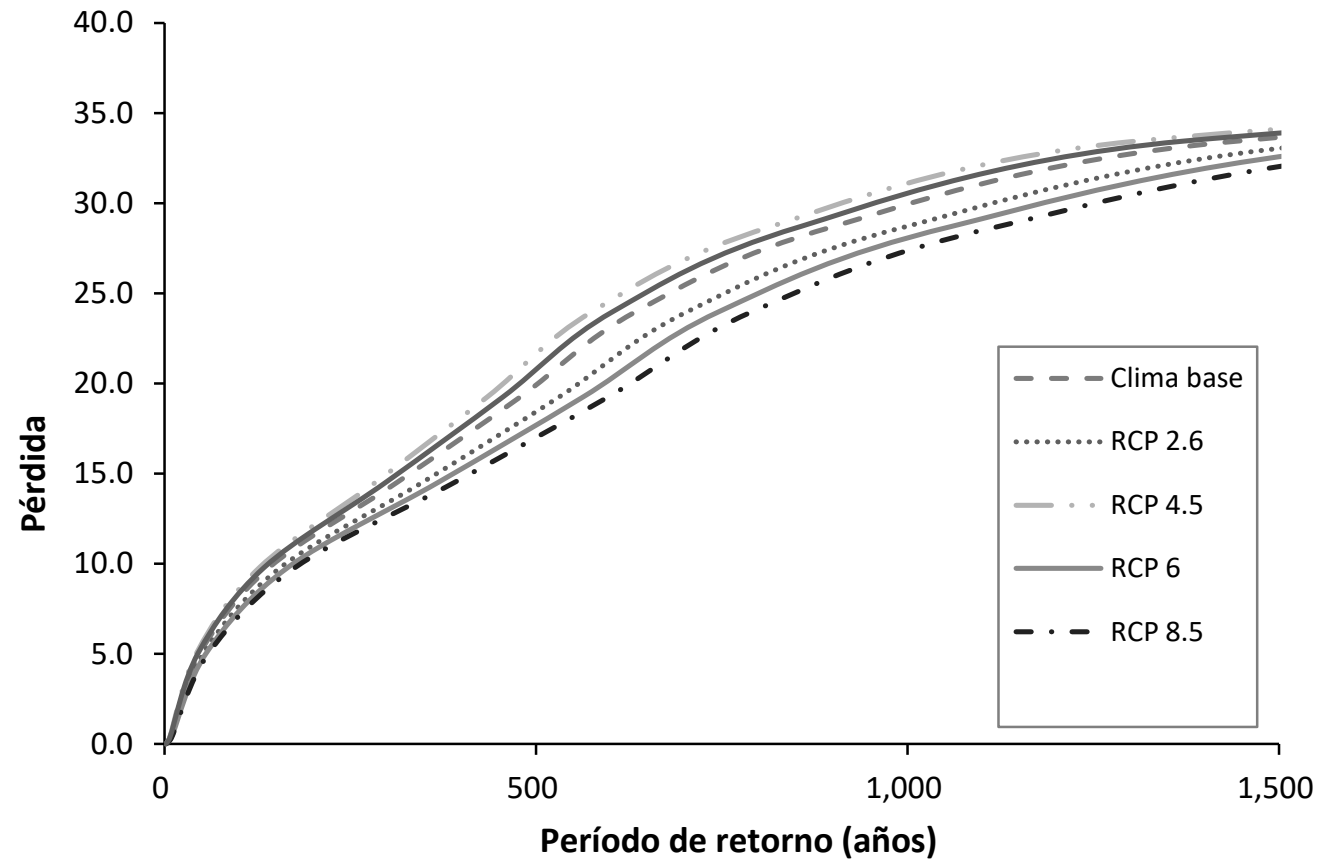
Actividades

1. Modelo inundación río Pirro
2. Modelo amenaza sísmica
3. Efectos de sitio Heredia
4. Exposición de edificaciones
5. Exposición de infraestructura
6. Vulnerabilidad edificios
- 7. Vulnerabilidad infraestructura**



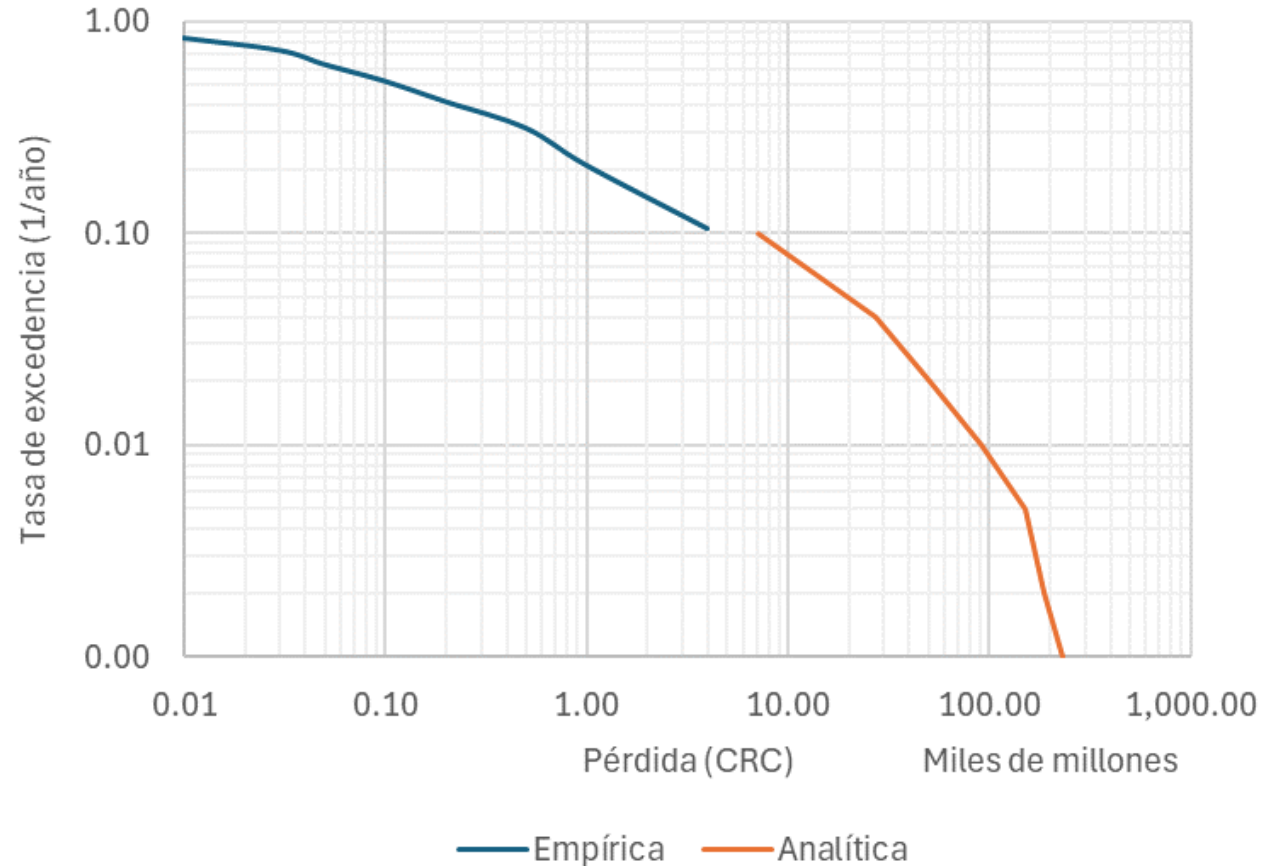
Actividades

1. Modelo inundación río Pirro
2. Modelo amenaza sísmica
3. Efectos de sitio Heredia
4. Exposición de edificaciones
5. Exposición de infraestructura
6. Vulnerabilidad edificios
7. Vulnerabilidad infraestructura
8. **Evaluación del riesgo**



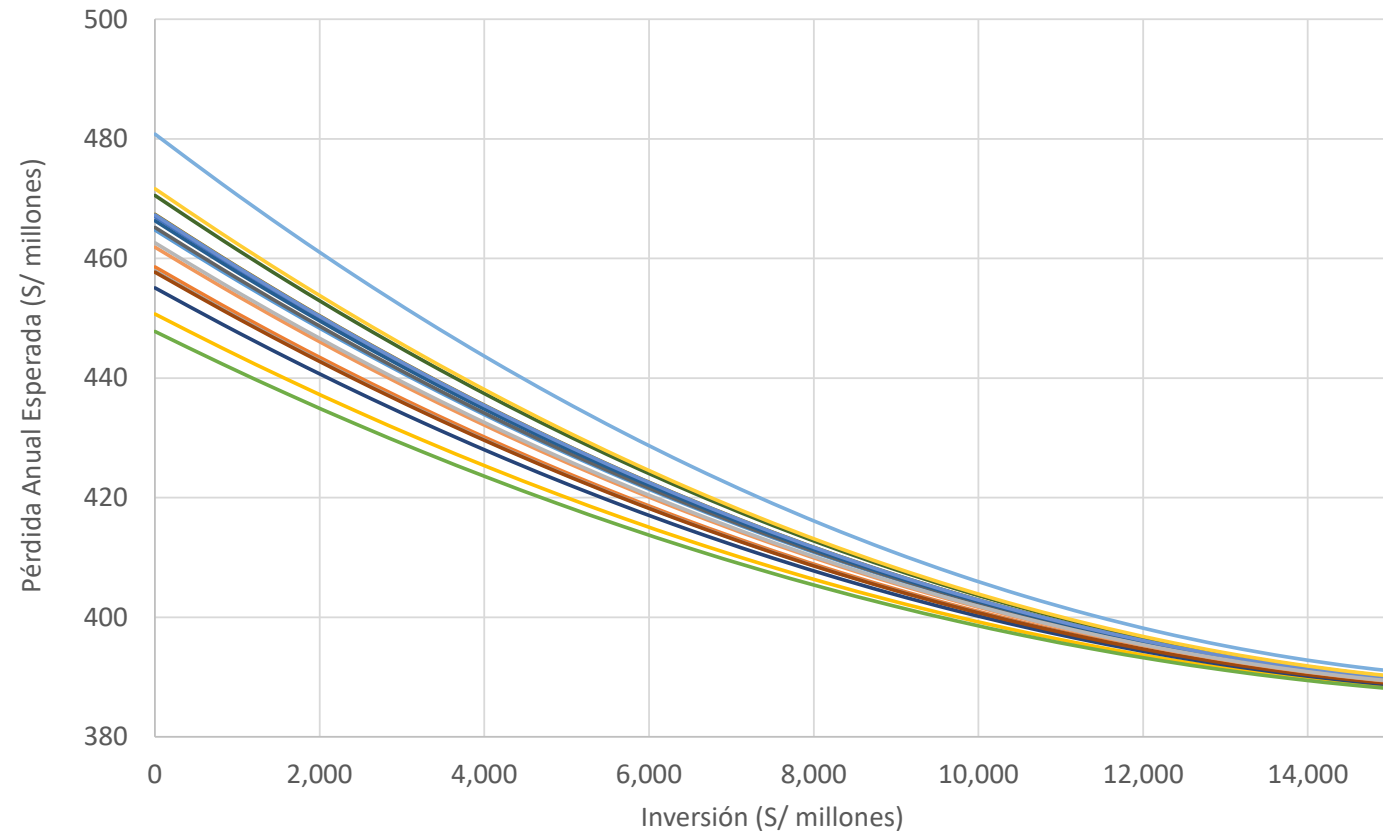
Actividades

1. Modelo inundación río Pirro
2. Modelo amenaza sísmica
3. Efectos de sitio Heredia
4. Exposición de edificaciones
5. Exposición de infraestructura
6. Vulnerabilidad edificios
7. Vulnerabilidad infraestructura
8. Evaluación del riesgo
9. **Verificación del resultado**



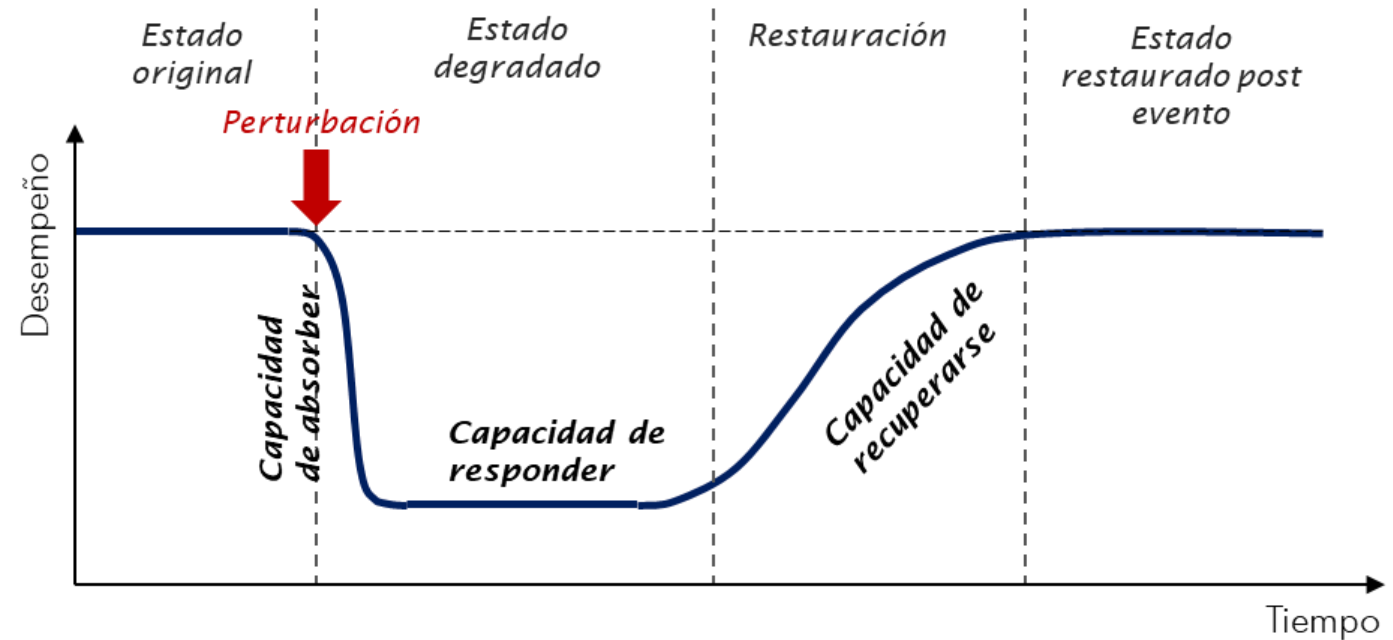
Actividades

1. Modelo inundación río Pirro
2. Modelo amenaza sísmica
3. Efectos de sitio Heredia
4. Exposición de edificaciones
5. Exposición de infraestructura
6. Vulnerabilidad edificios
7. Vulnerabilidad infraestructura
8. Evaluación del riesgo
9. Verificación del resultado
- 10. Curva de inversión**

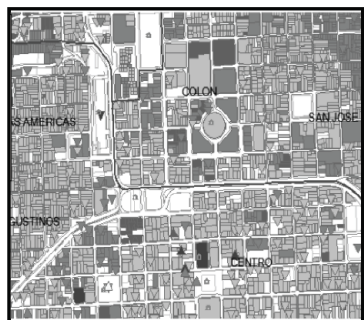


Actividades

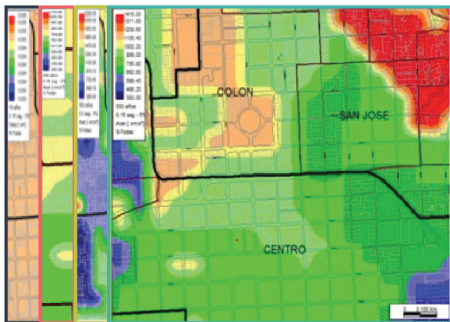
1. Modelo inundación río Pirro
2. Modelo amenaza sísmica
3. Efectos de sitio Heredia
4. Exposición de edificaciones
5. Exposición de infraestructura
6. Vulnerabilidad edificios
7. Vulnerabilidad infraestructura
8. Evaluación del riesgo
9. Verificación del resultado
10. Curva de inversión
- 11. Evaluación de la resiliencia**



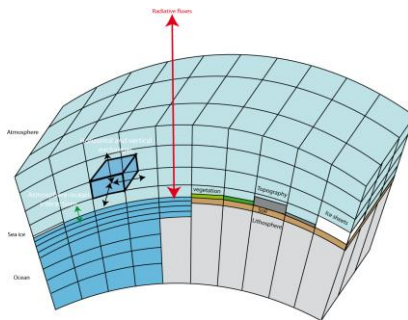
EXPOSICIÓN



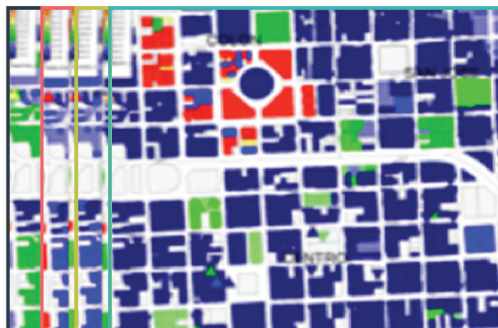
AMENAZA



CAMBIO CLIMÁTICO

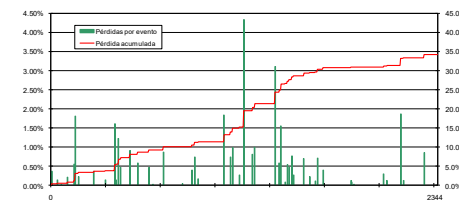


RIESGO

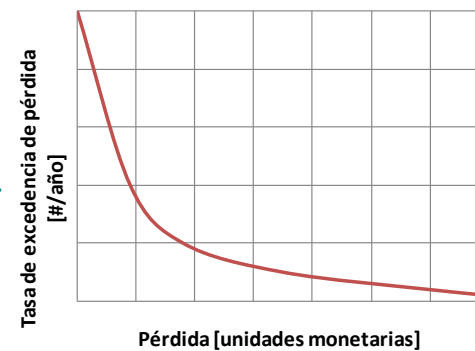


MÉTRICAS DE RIESGO

Pérdida Anual Esperada



Curva de Excedencia de Pérdidas



GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

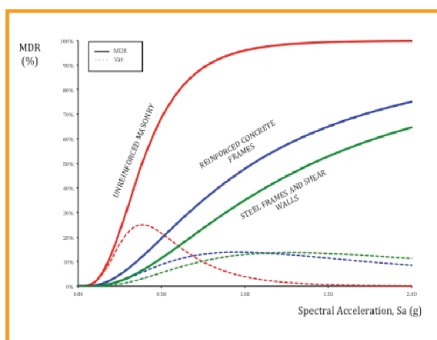
Intervención física

Protección financiera

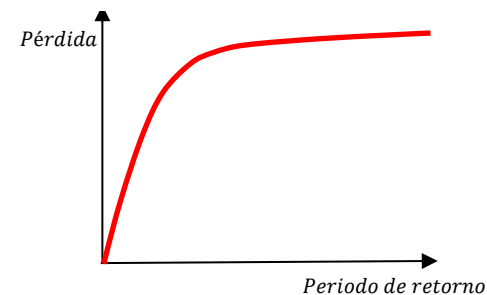
Respuesta

...

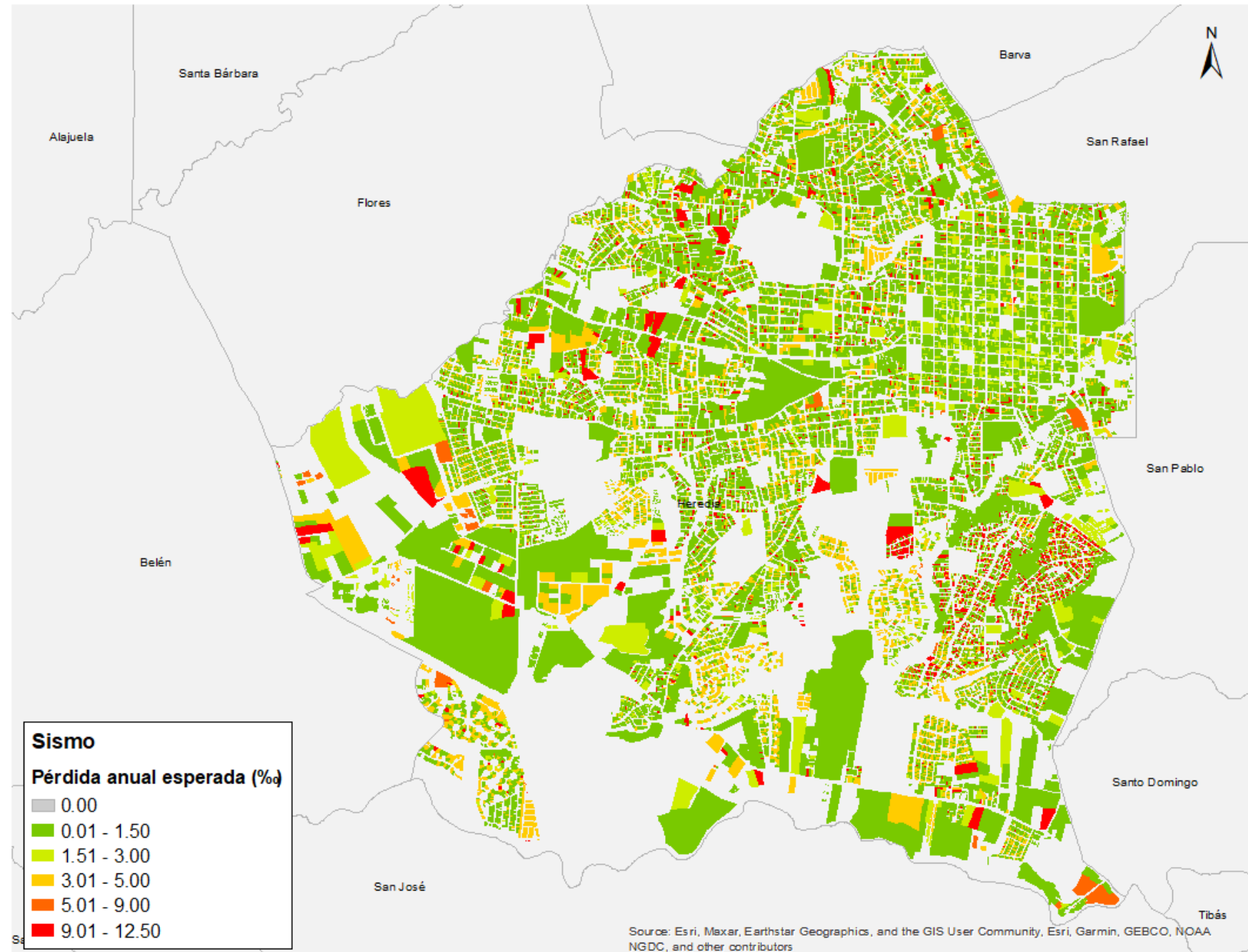
VULNERABILIDAD



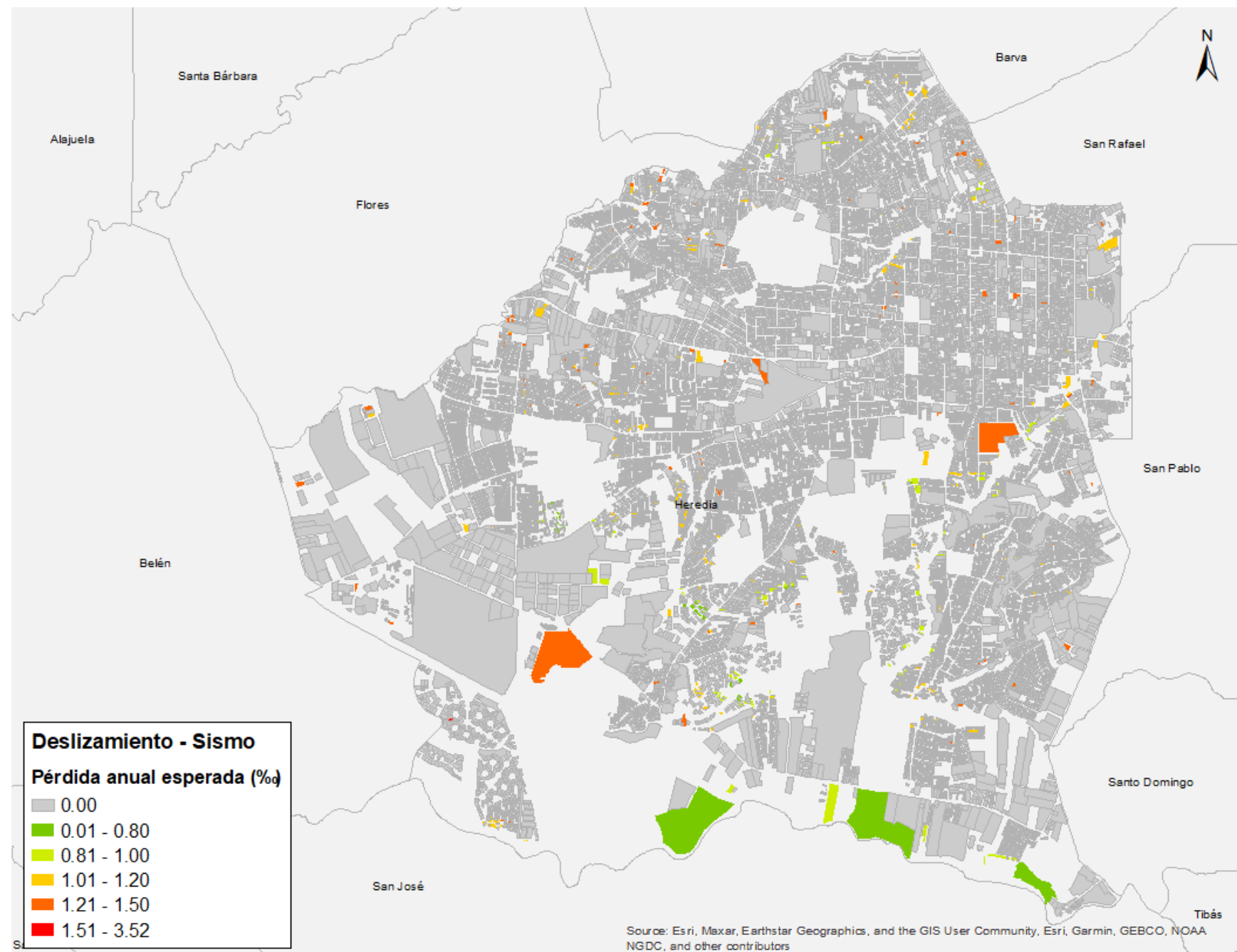
Curva de PML



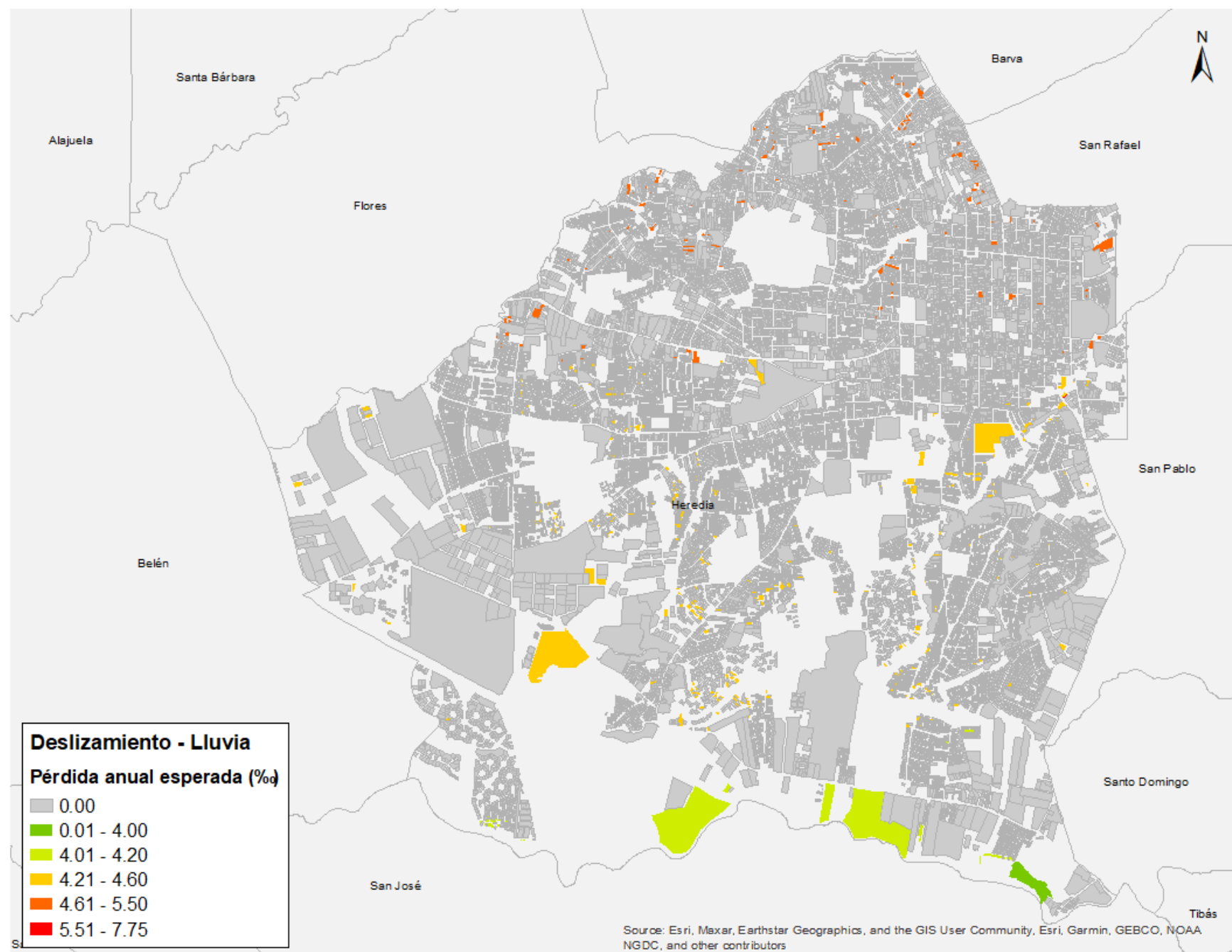
Sismo



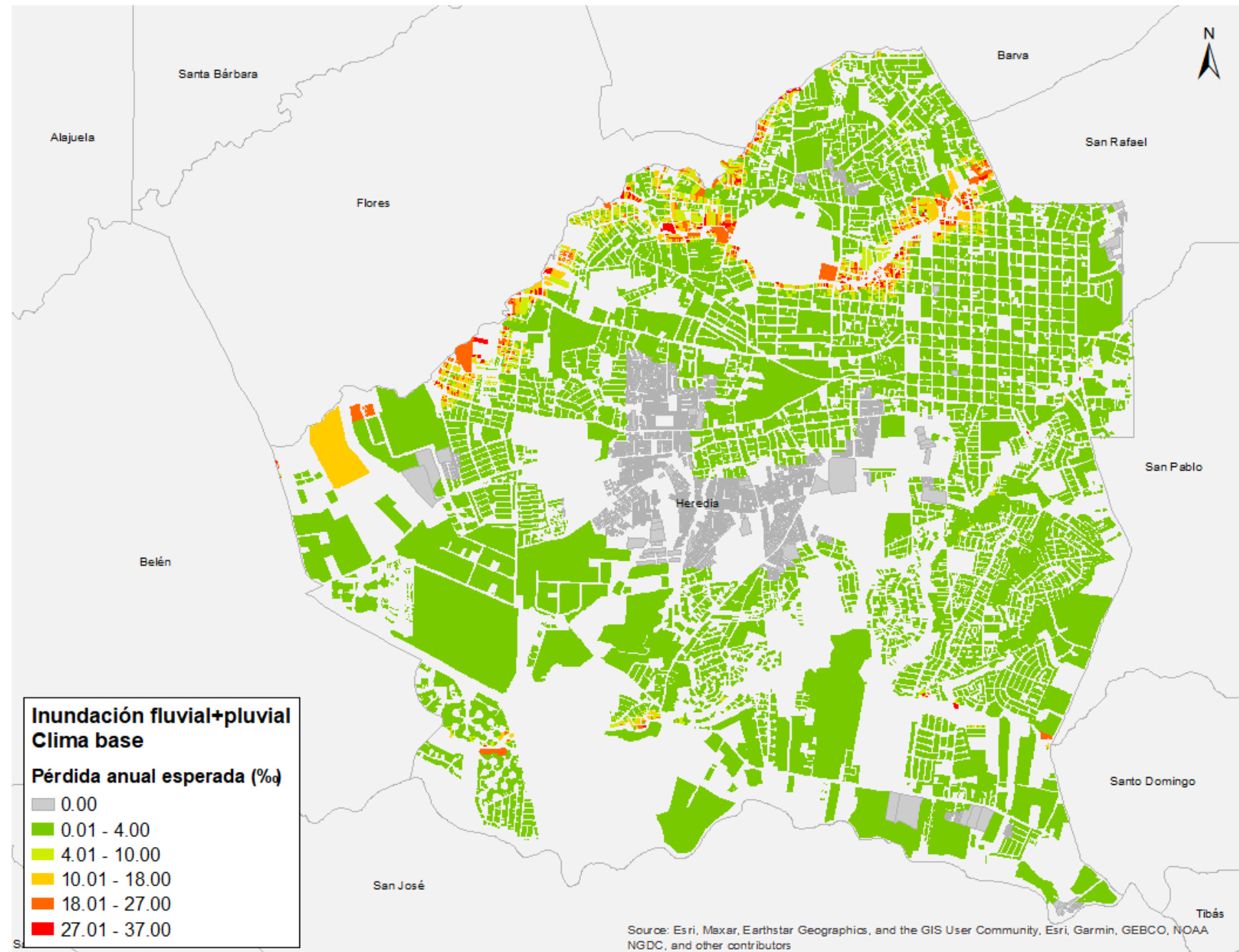
Deslizamientos detonados por sismo



*Deslizamientos
detonados por
lluvia
(clima base)*

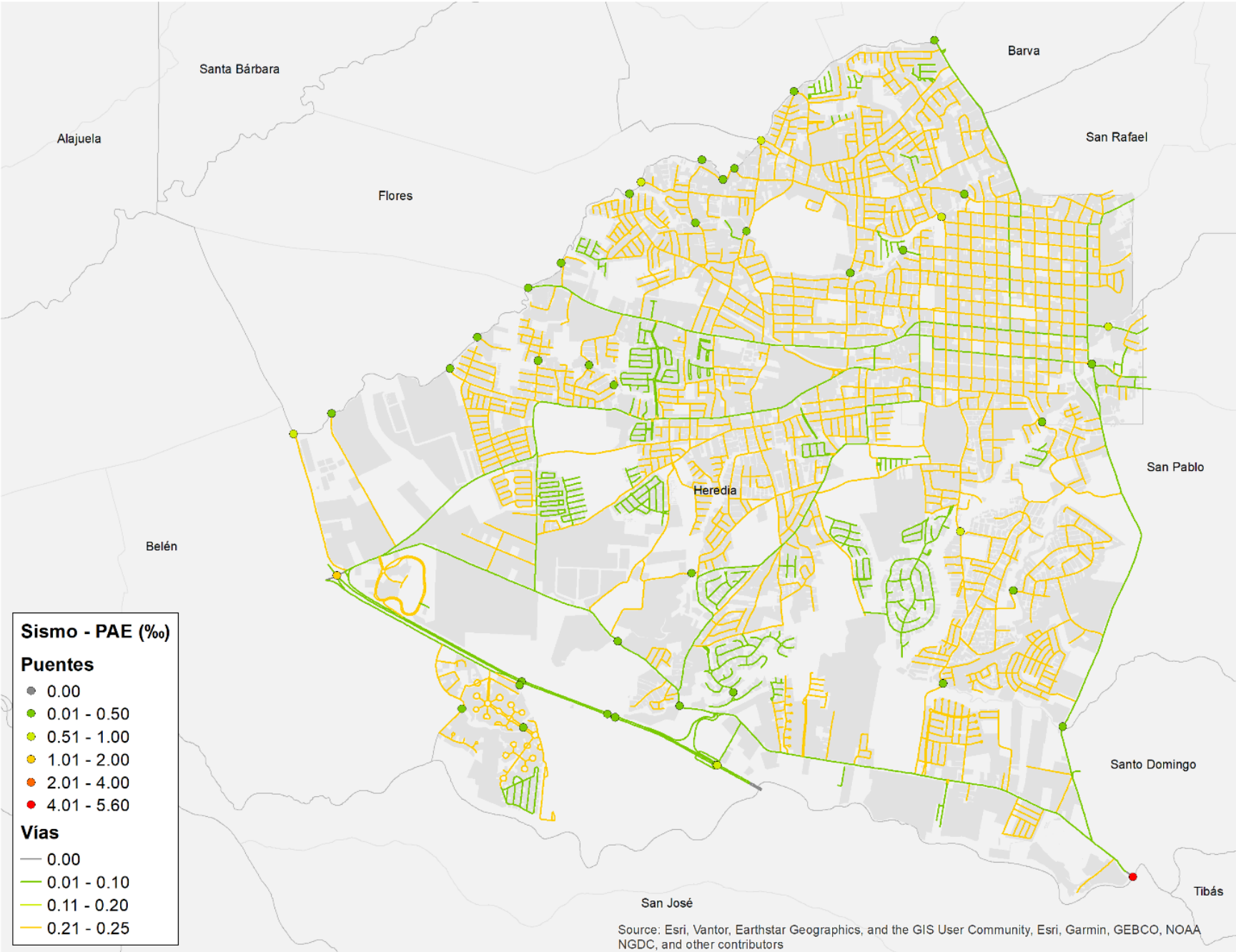


*Inundación fluvial
+ pluvial
(clima base)*



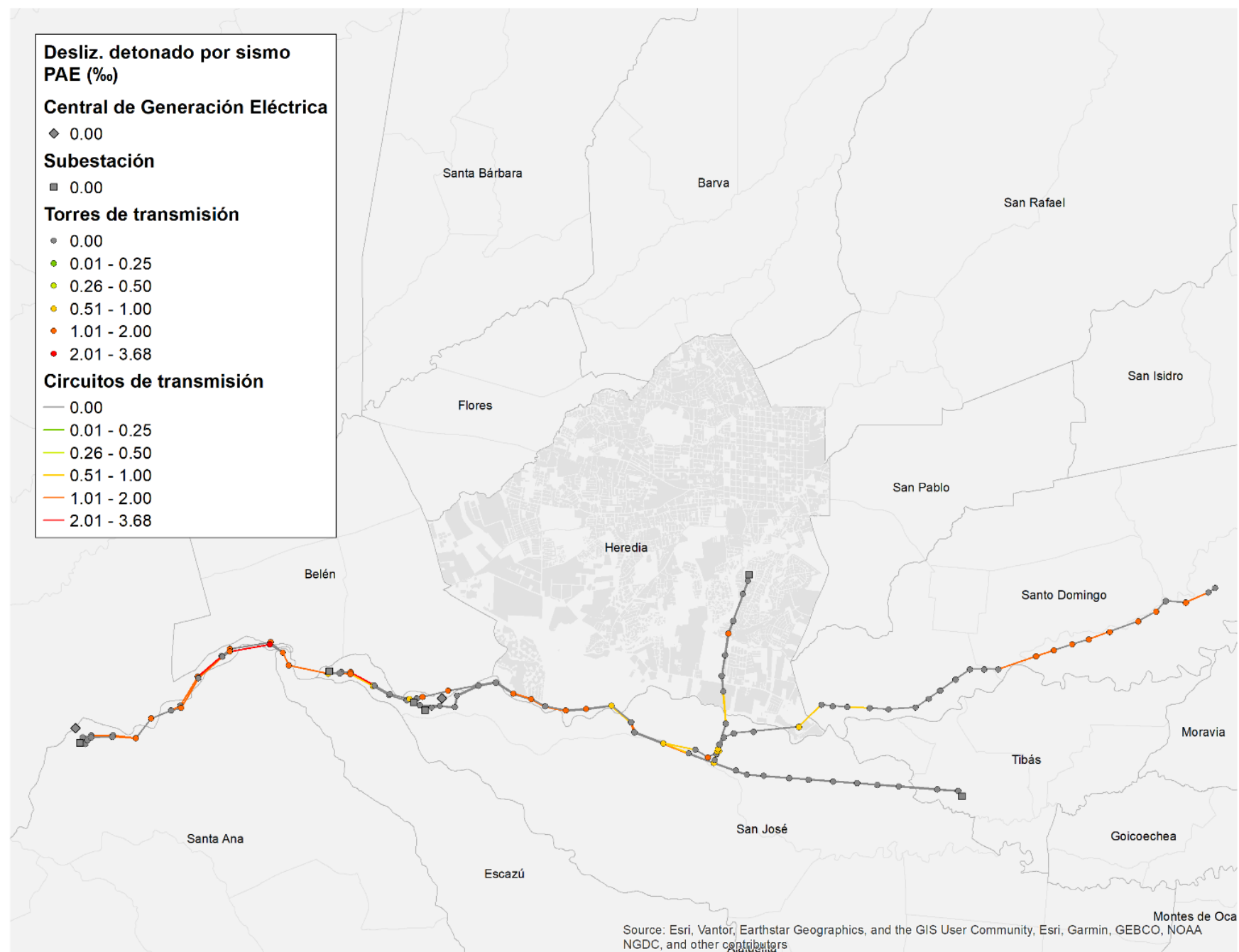
Sector carretero

Sismo



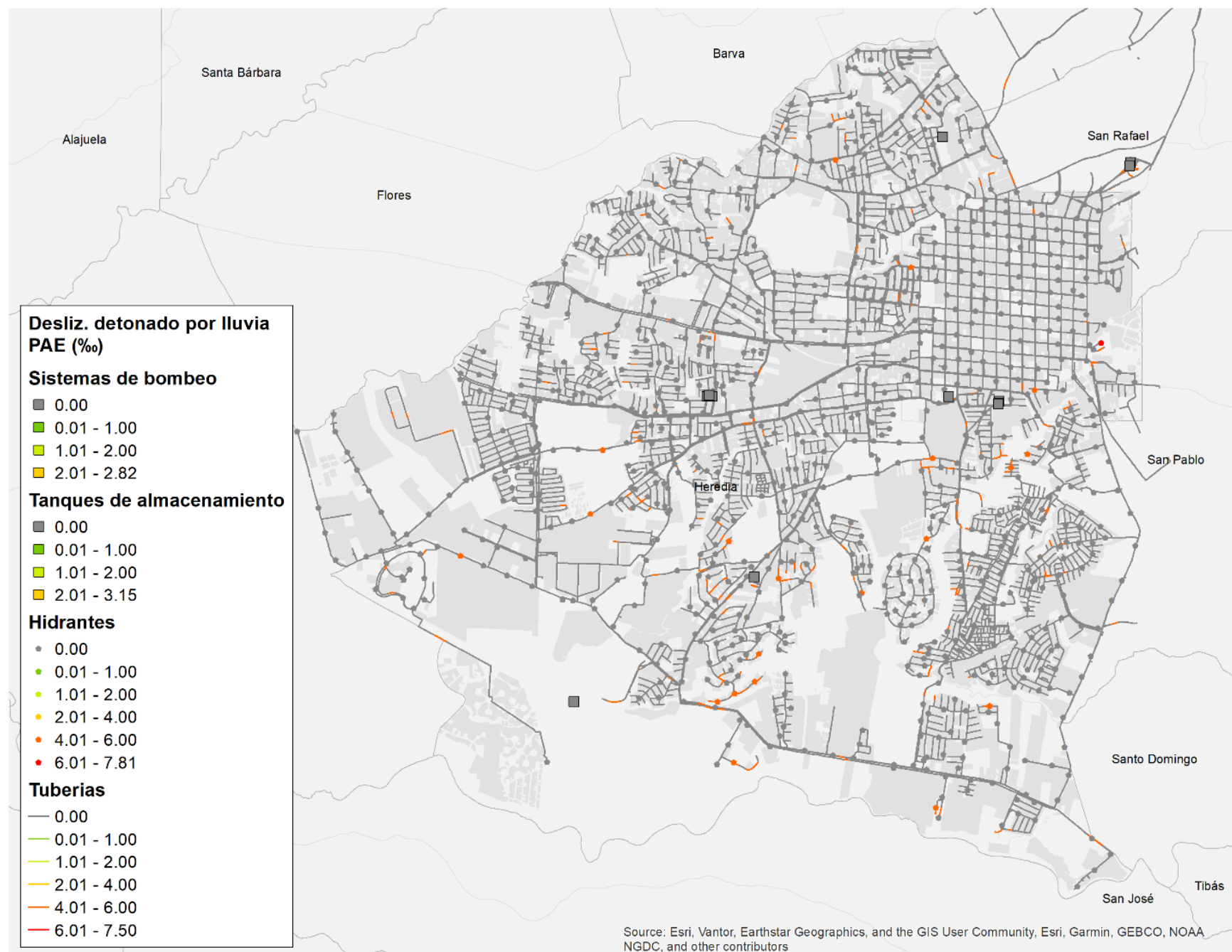
Sector eléctrico

Deslizamientos detonados por sismo



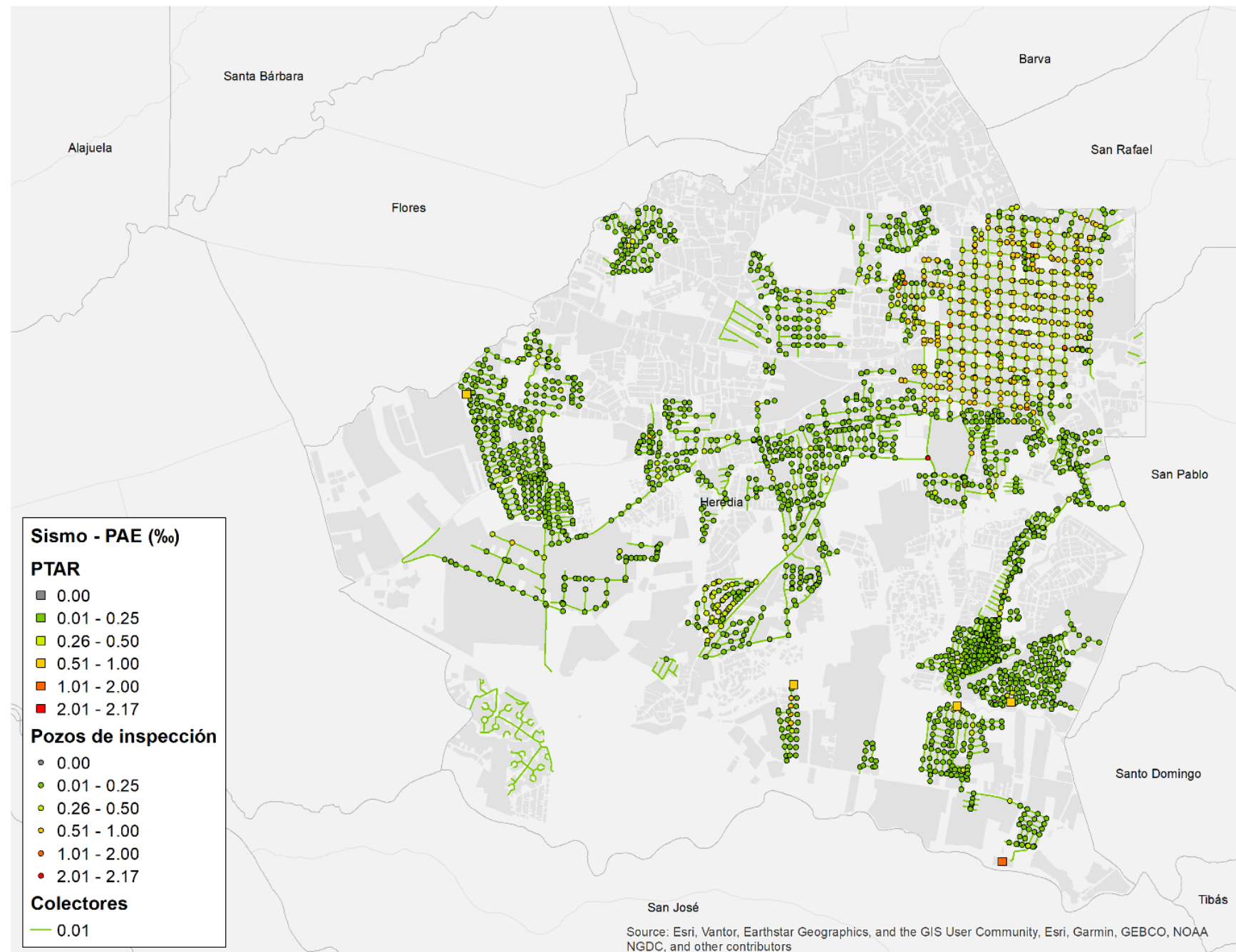
Sector agua potable

Deslizamientos detonados por lluvia (clima base)



*Sector agua
residual*

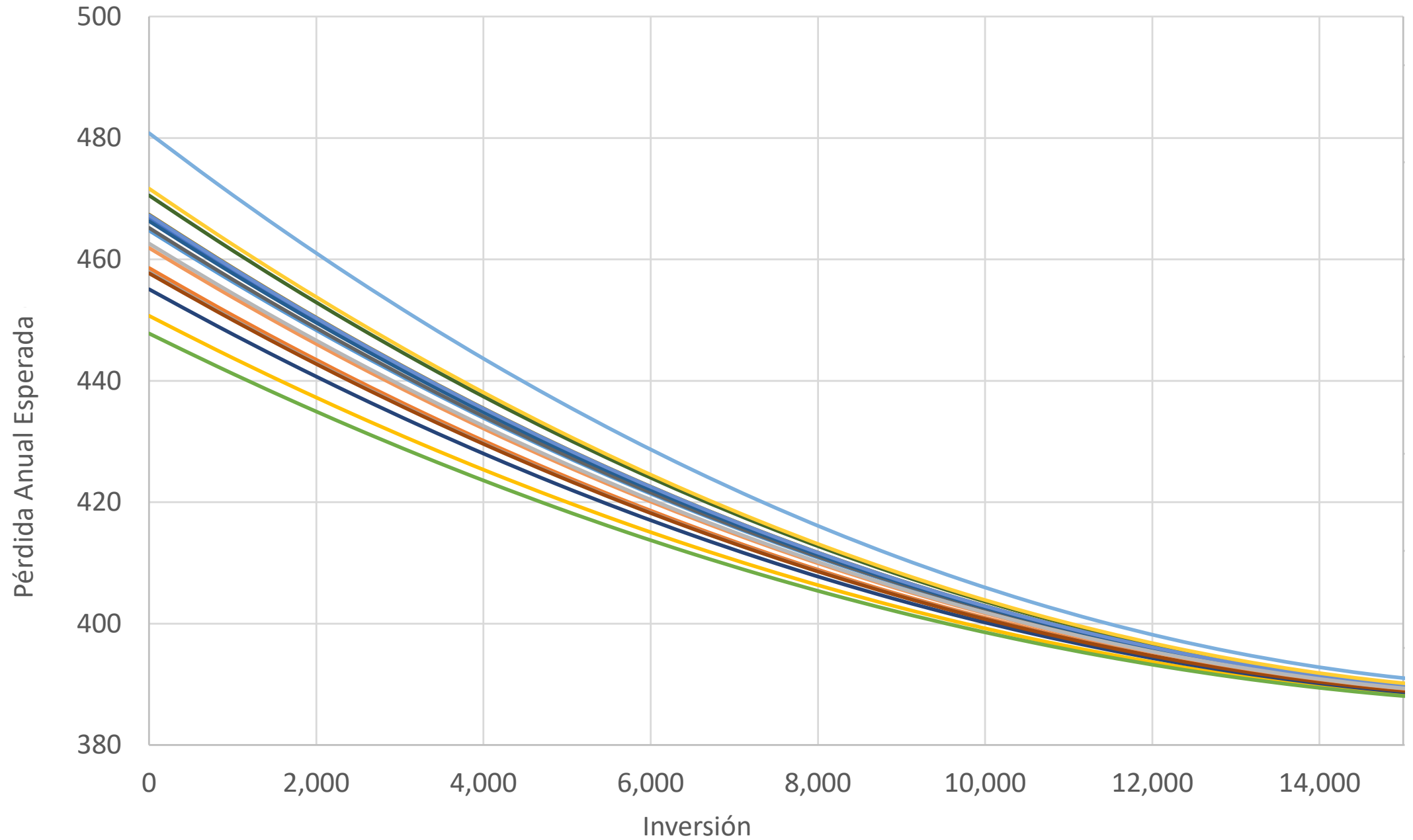
Sismo



Curvas de inversión

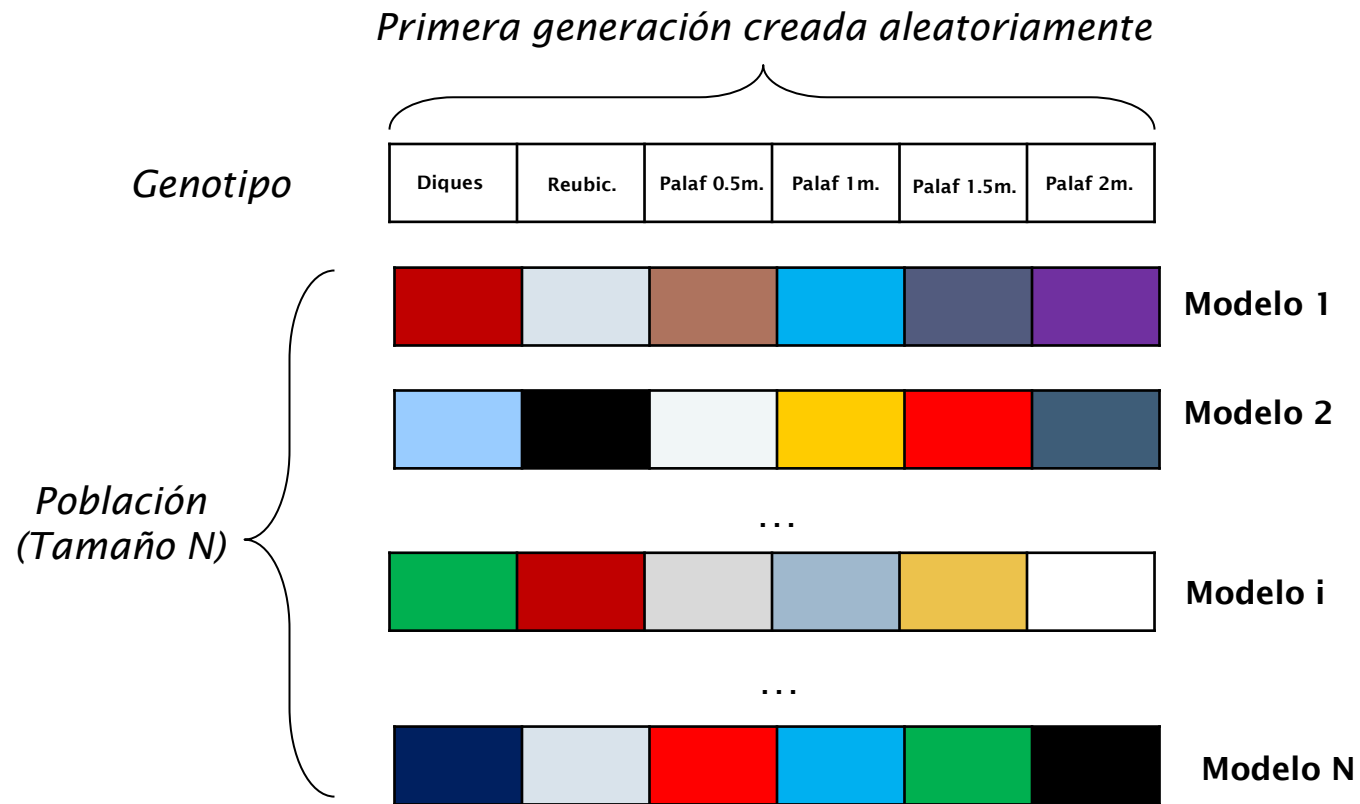
Cuantificación del riesgo con medidas de adaptación al cambio climático y gestión del riesgo

Curva de inversión

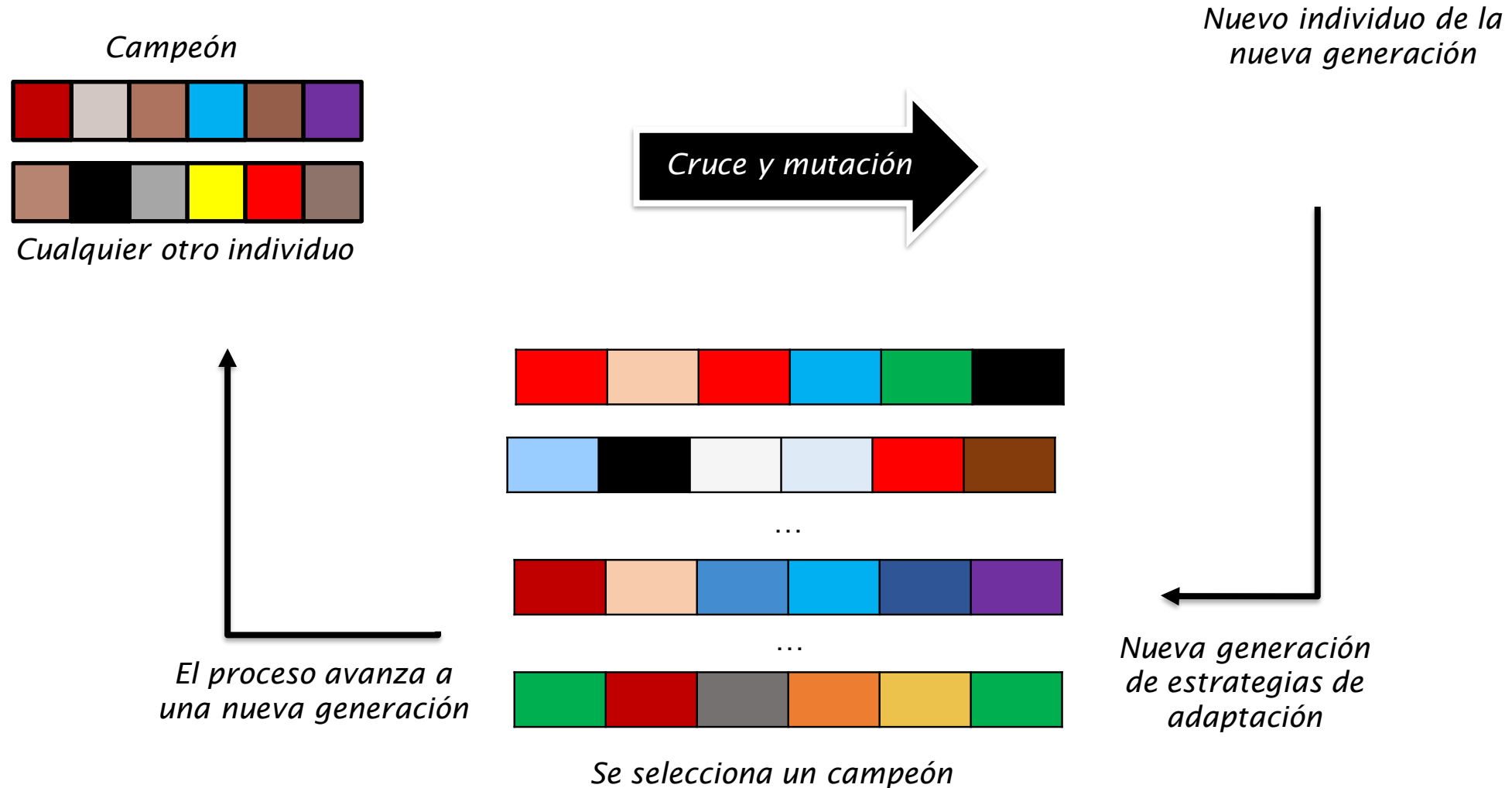


Curva de inversión
Se construye un algoritmo genético en el cual el genotipo de cada individuo está conformado por medidas de adaptación con diferentes parámetros y alcances.

Los individuos son estrategias de adaptación

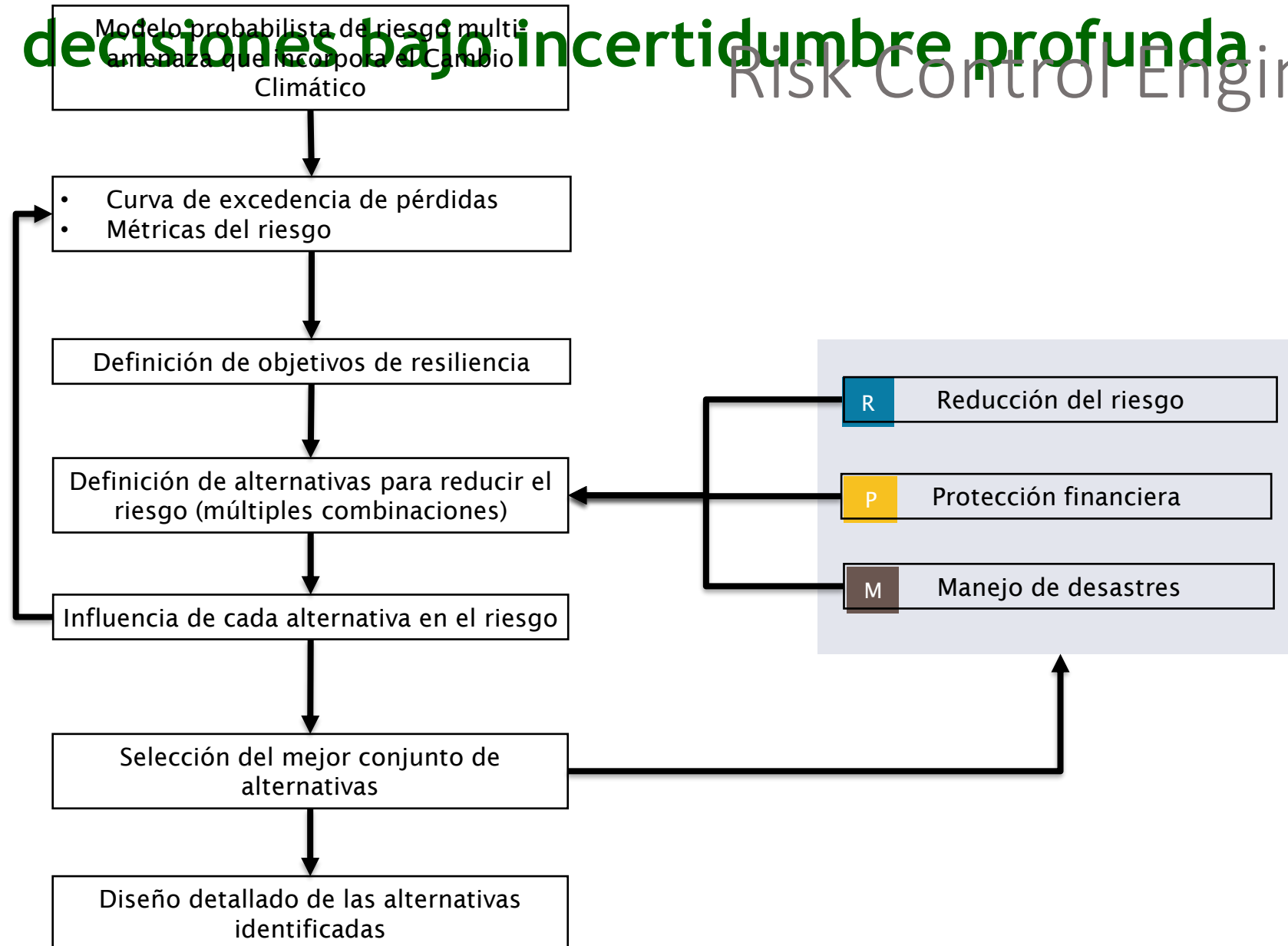


Curva de inversión
La población evoluciona mediante el cruce de los individuos de cada generación. El individuo que más eficiente en reducir la pérdida es el campeón de su generación.

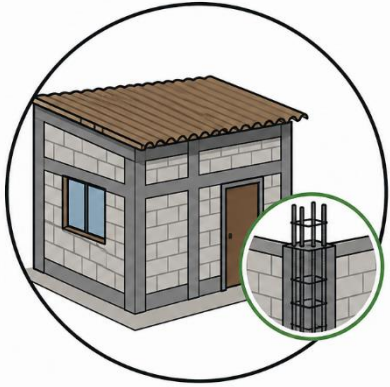


Toma de decisiones bajo incertidumbre profunda

Risk Control Engineering

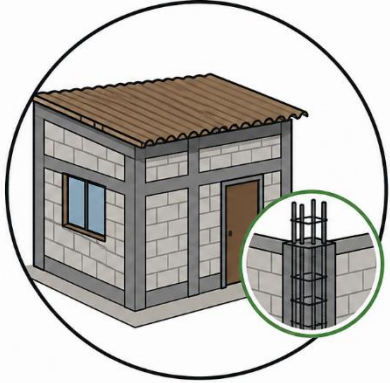


Medidas de adaptación a ser evaluadas en el Cantón de Heredia - Sismo



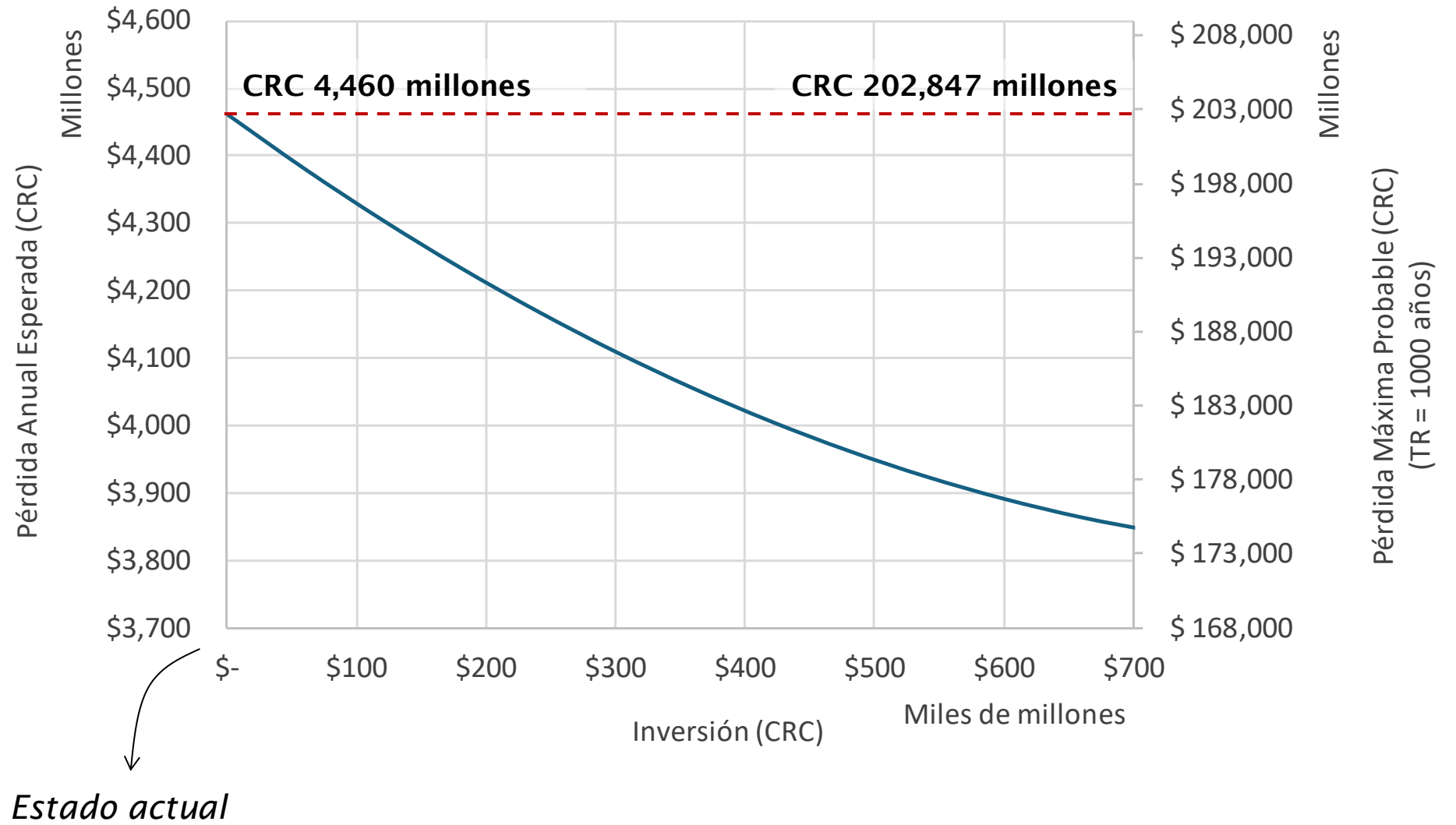
Reforzamiento sísmico
(Confinamiento de muros de edificaciones residenciales)

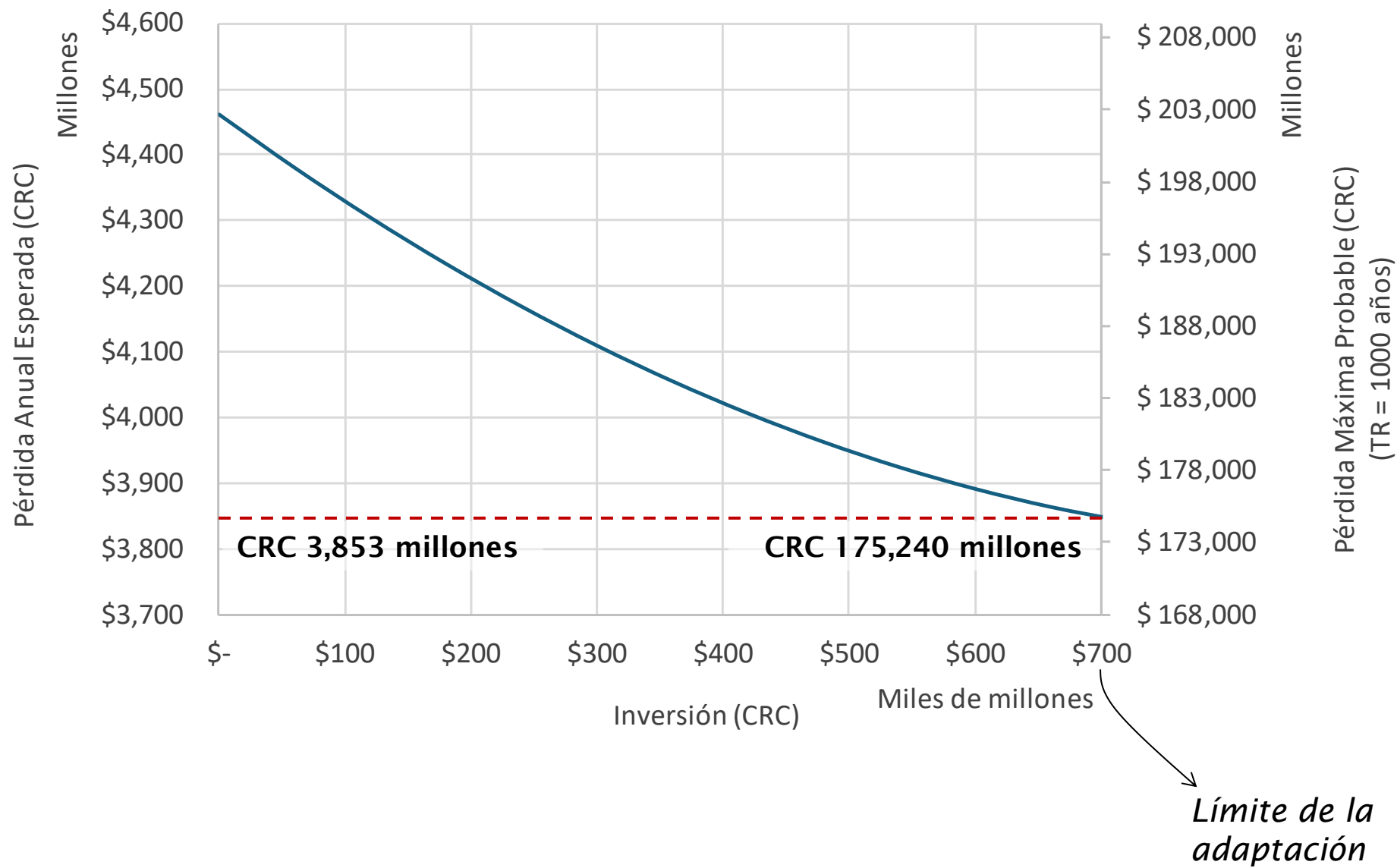
$0.062 * \text{Valoración económica}$



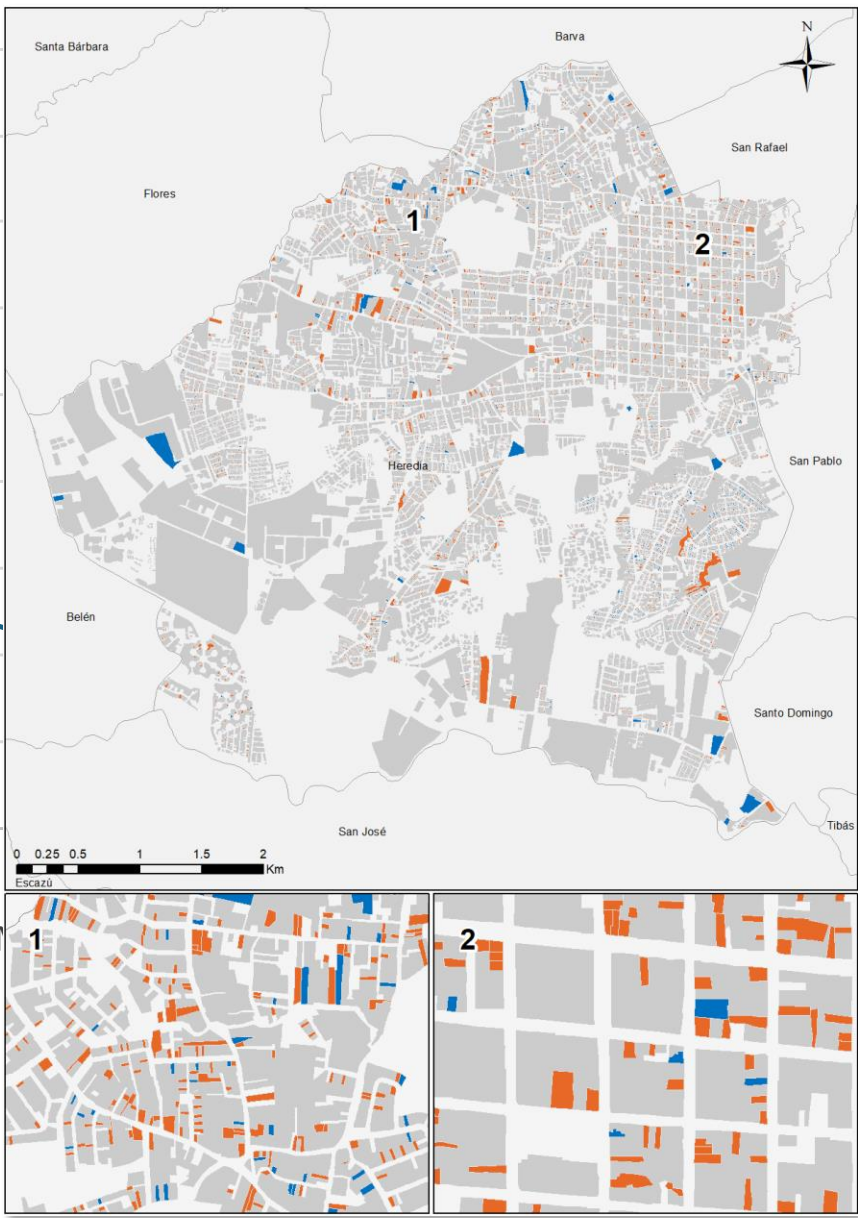
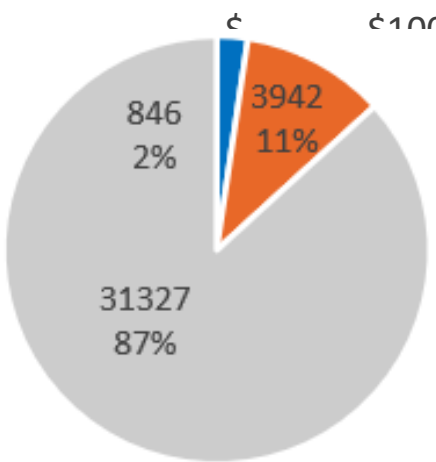
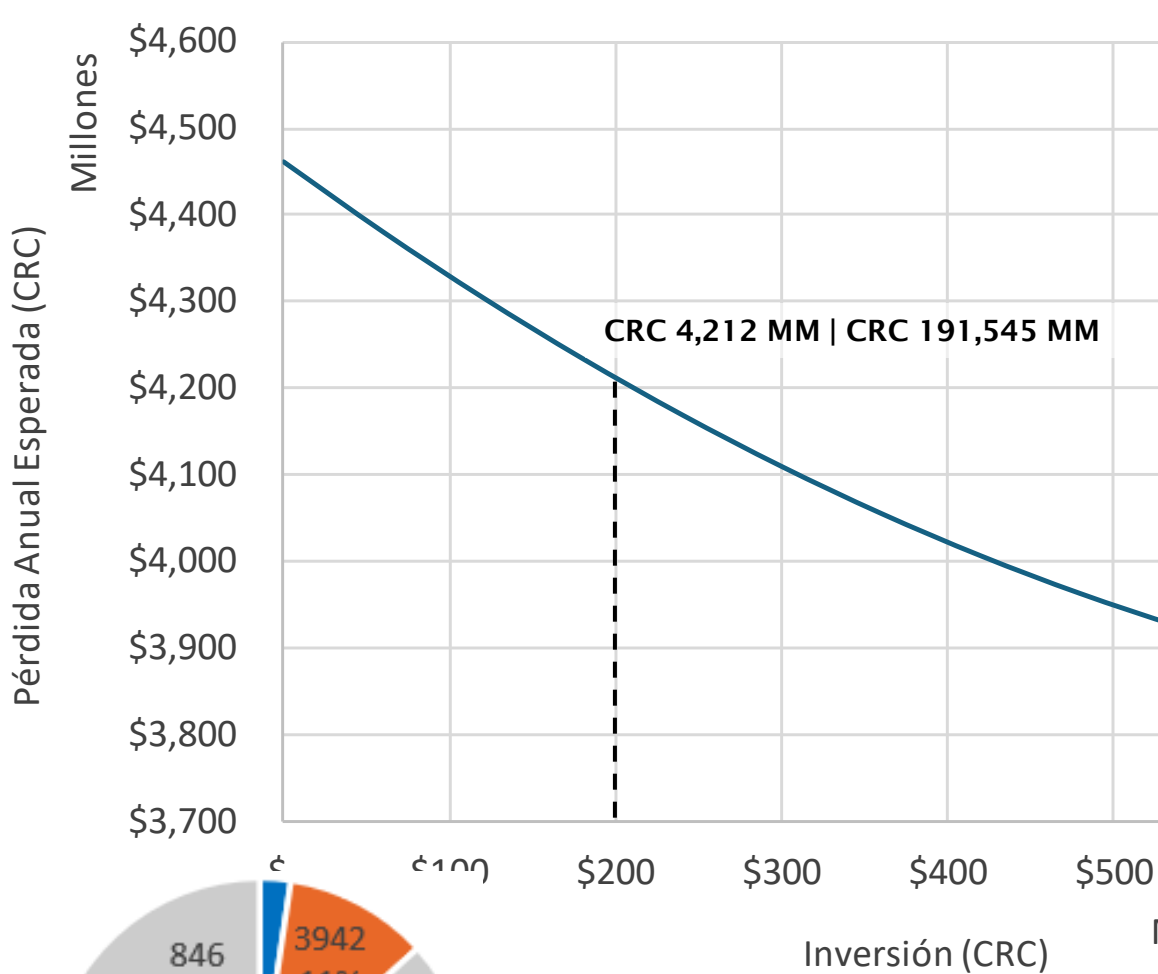
Reconstrucción
(Viviendas en madera, construcción informal por viviendas en mampostería confinada)

$372,000 * \text{Área-construida (CRC)}$





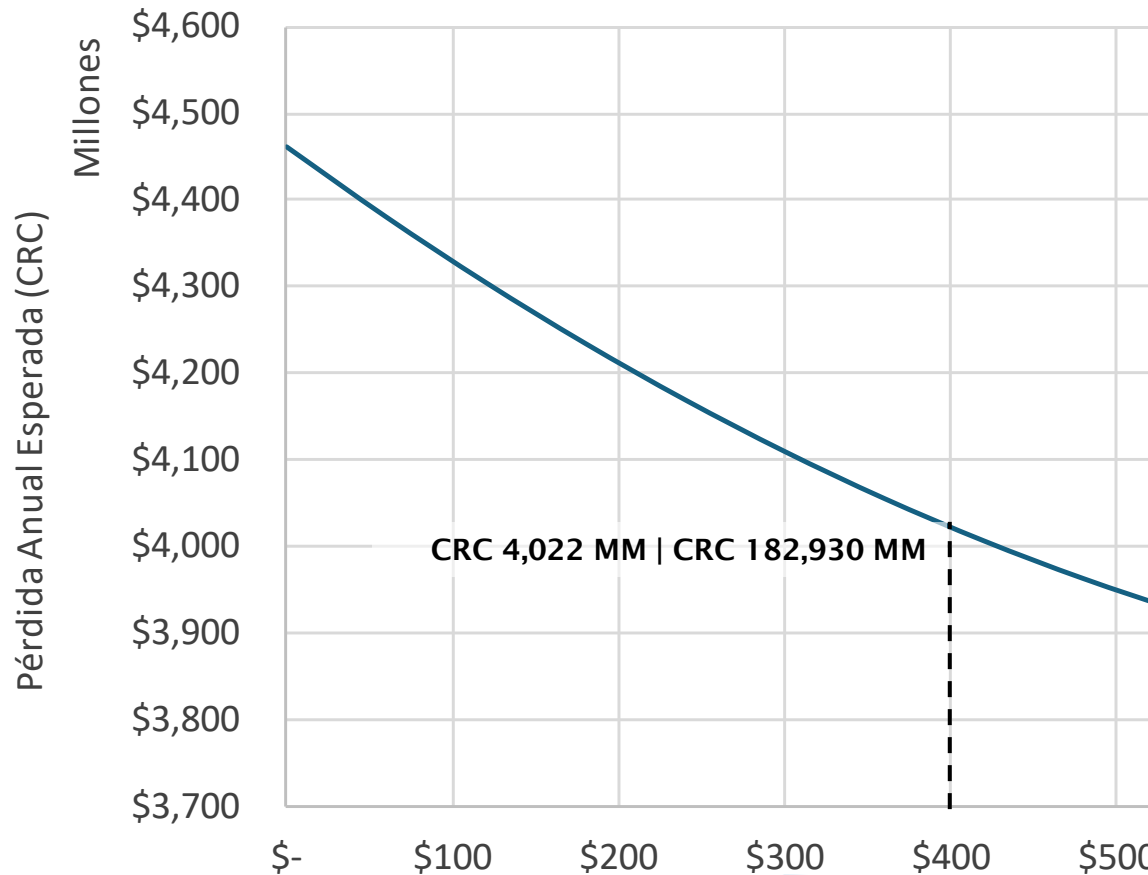
CRC 200,000 millones



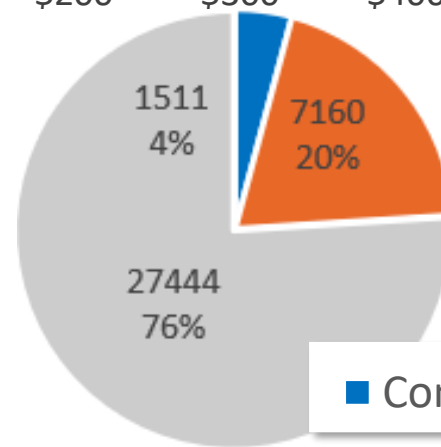
■ Confinamiento

■ Reconstrucción

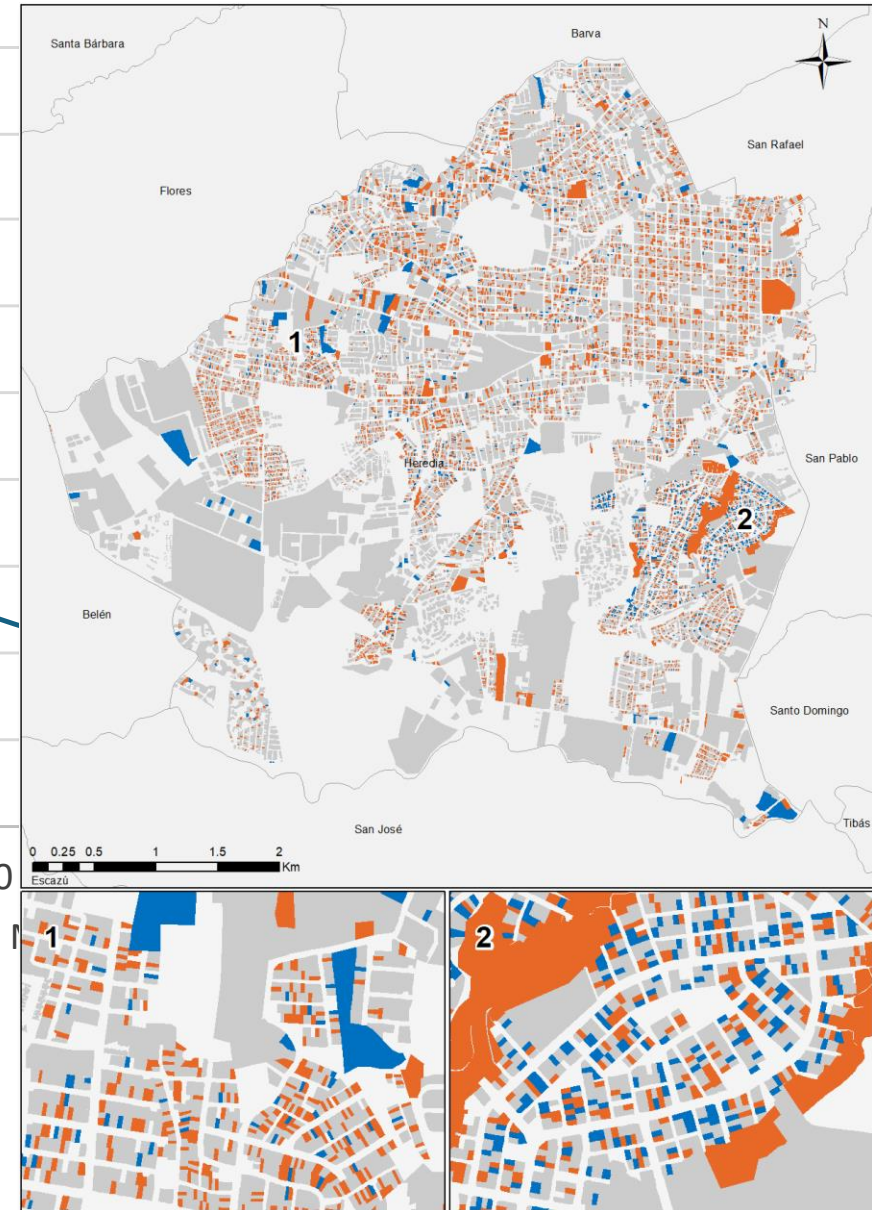
■ Sin intervenir



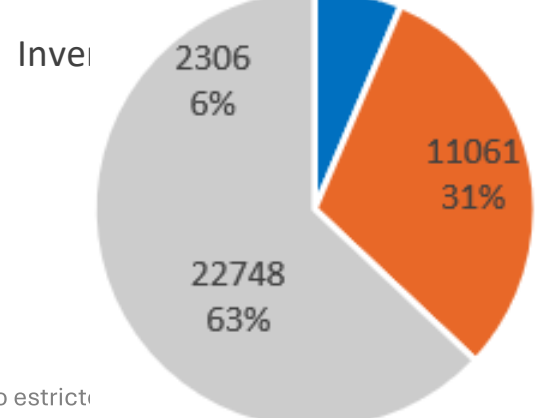
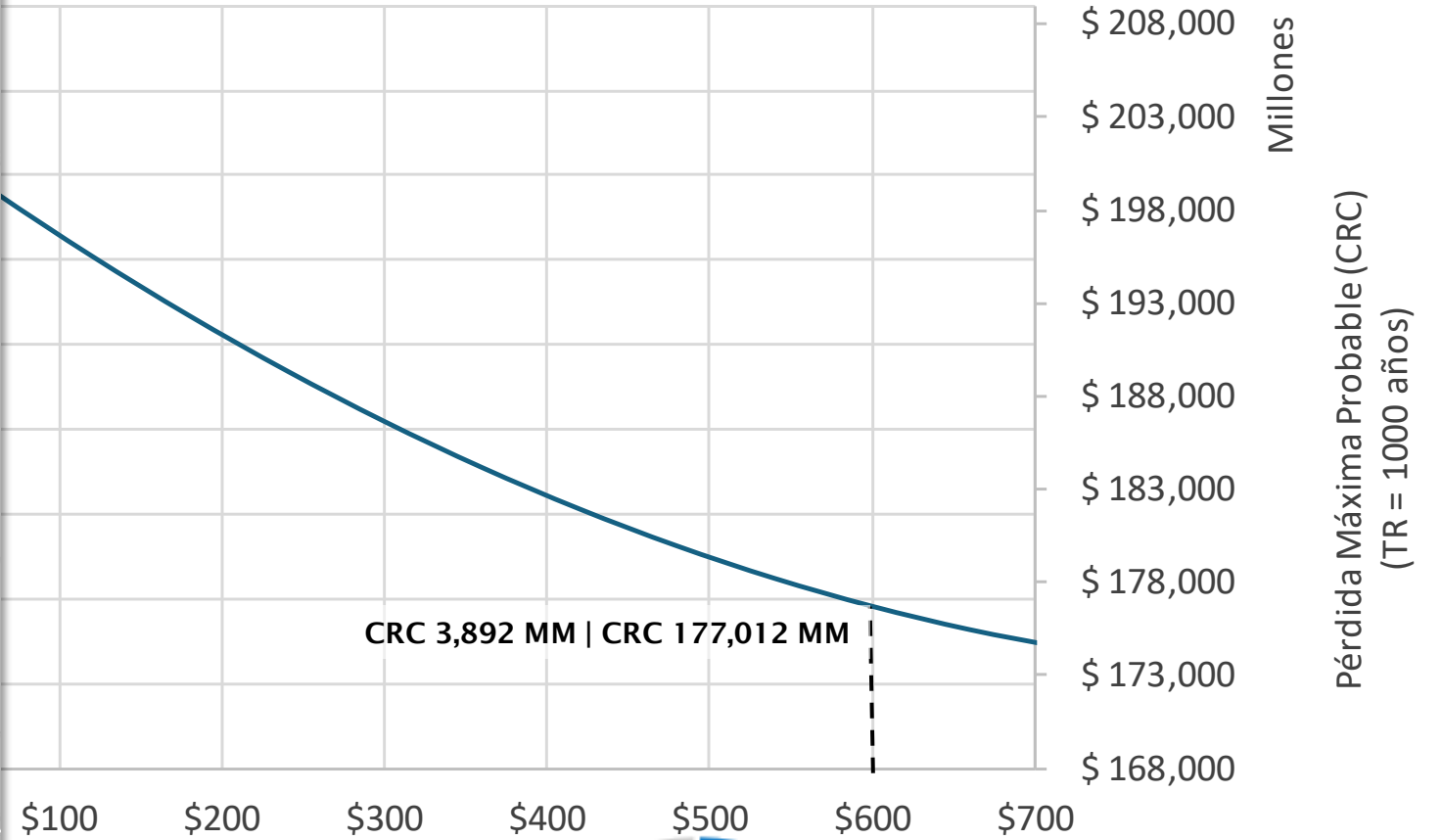
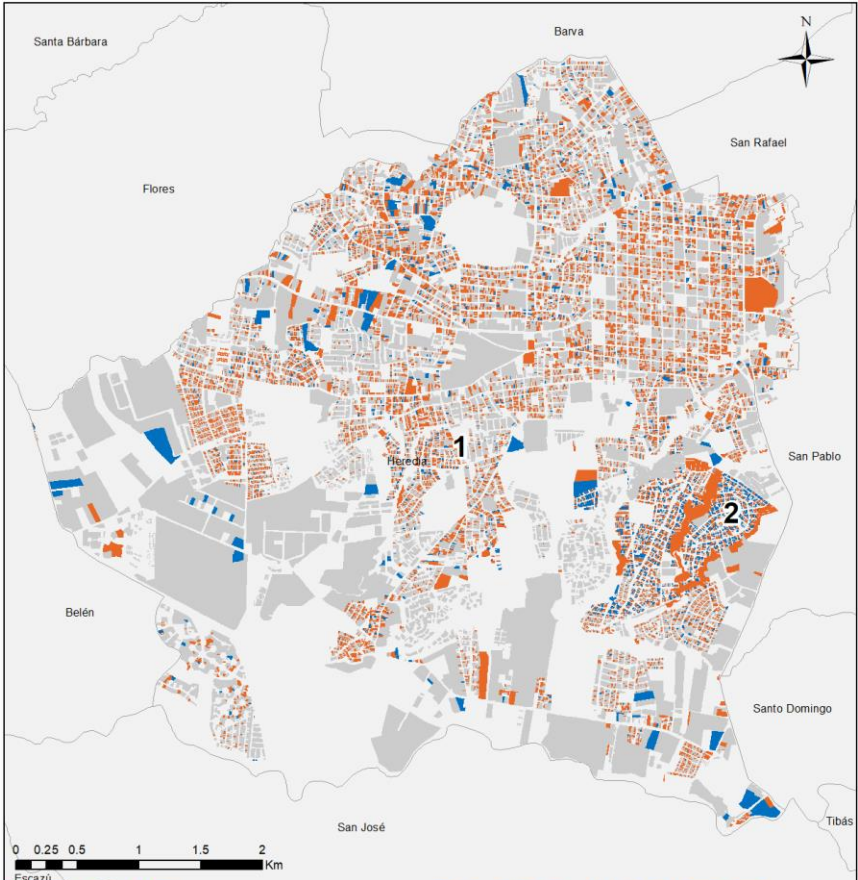
CRC 400,000 millones



RC)



■ Confinamiento ■ Reconstrucción ■ Sin intervenir

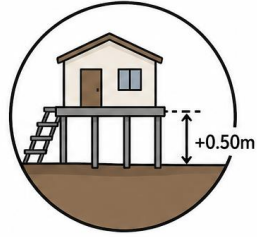


CRC 600,000 millones

■ Confinamiento ■ Reconstrucción ■ Sin intervenir

so Interno estricto

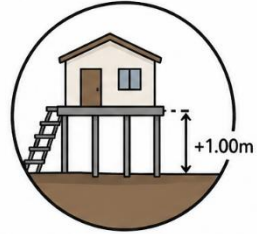
Mec
Inui



daptación a ser evaluadas en el Cantón de Heredia -

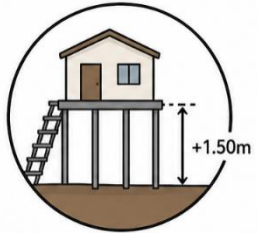
Estructura
palafítica (+0.50m)

A*Valoración económica
(0.18 < A < 0.48)



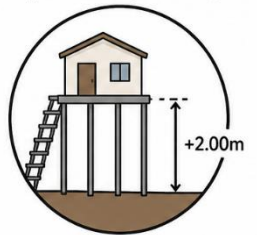
Estructura
palafítica (+1.00m)

A*Valoración económica
(0.24 < A < 0.58)



Estructura
palafítica (+1.50m)

A*Valoración económica
(0.30 < A < 0.70)



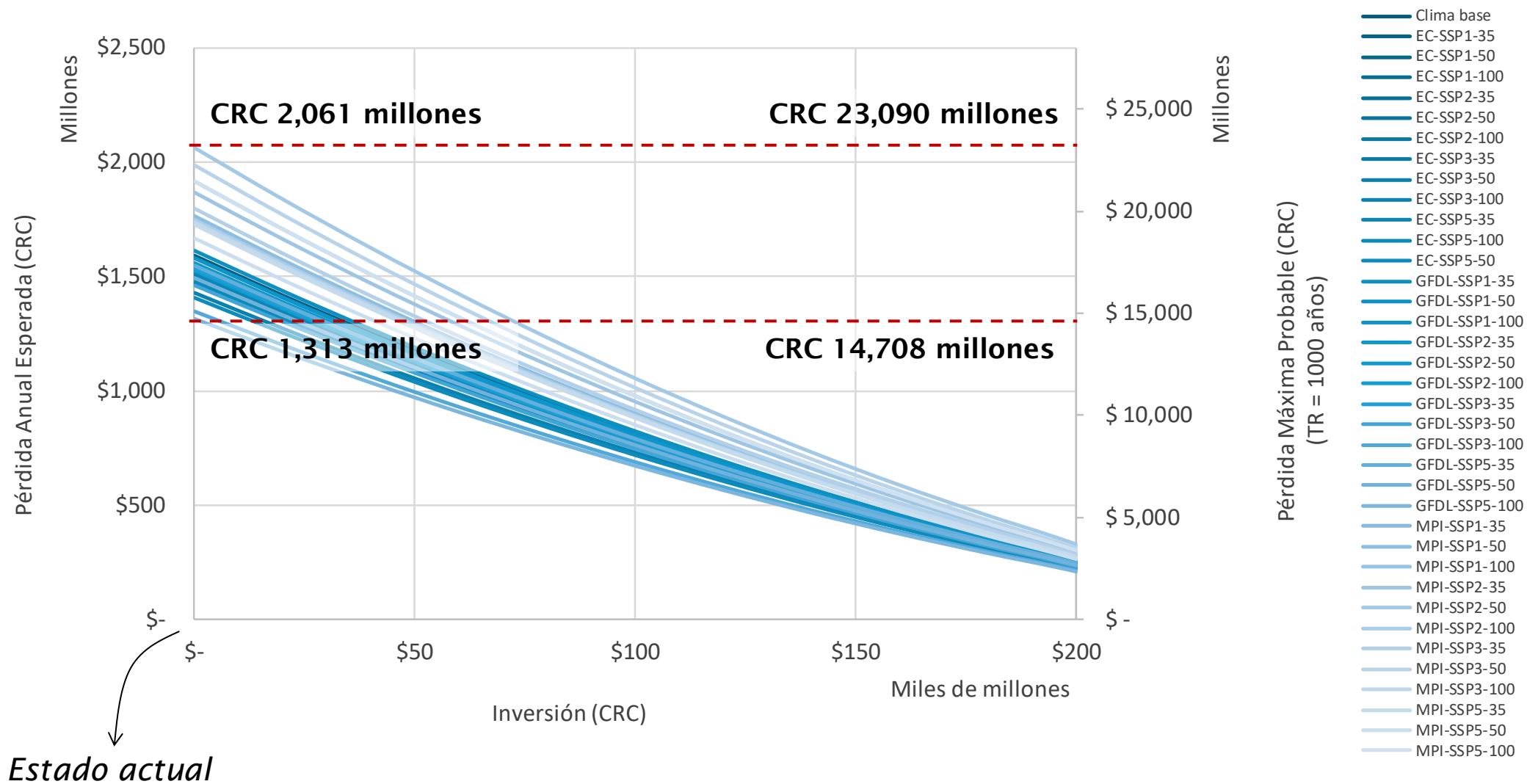
Estructura
palafítica (+2.00m)

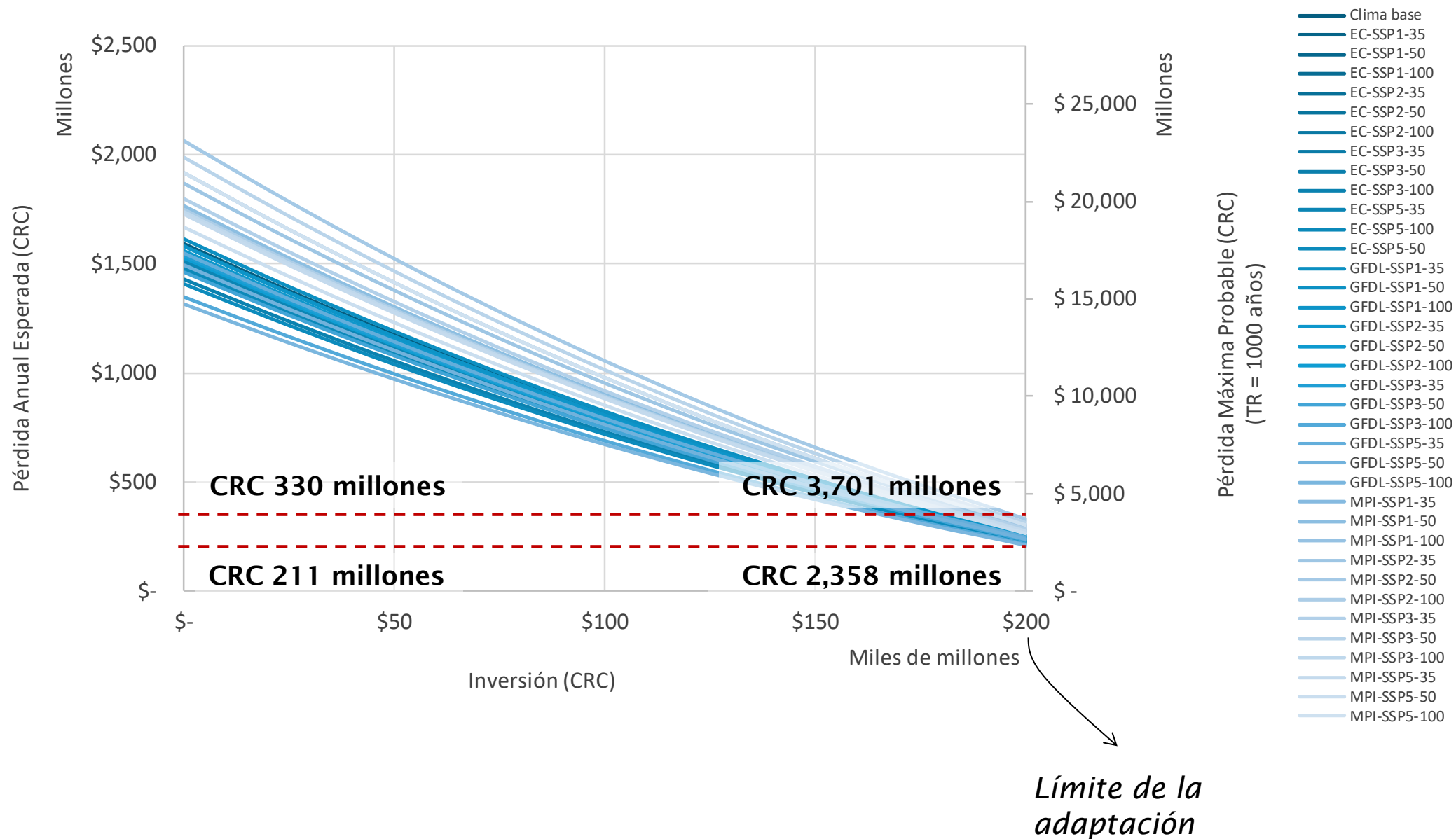
A*Valoración económica
(0.36 < A < 0.82)



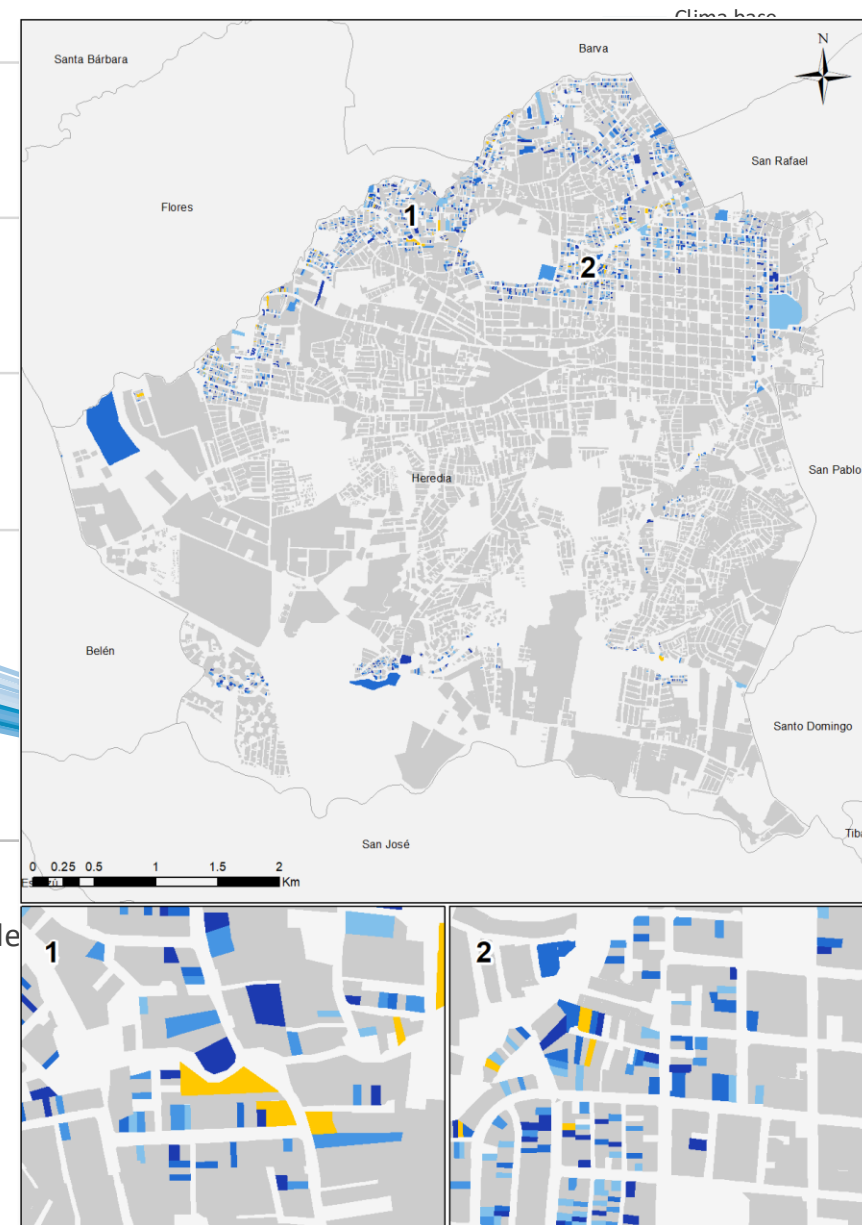
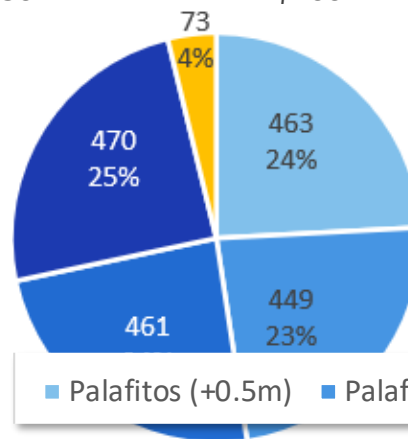
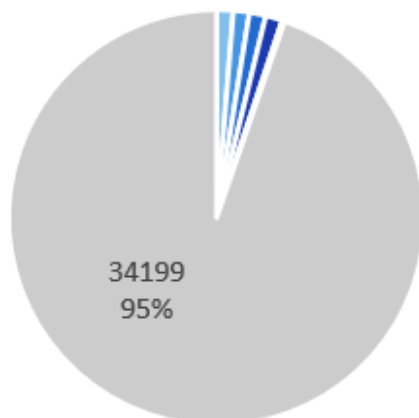
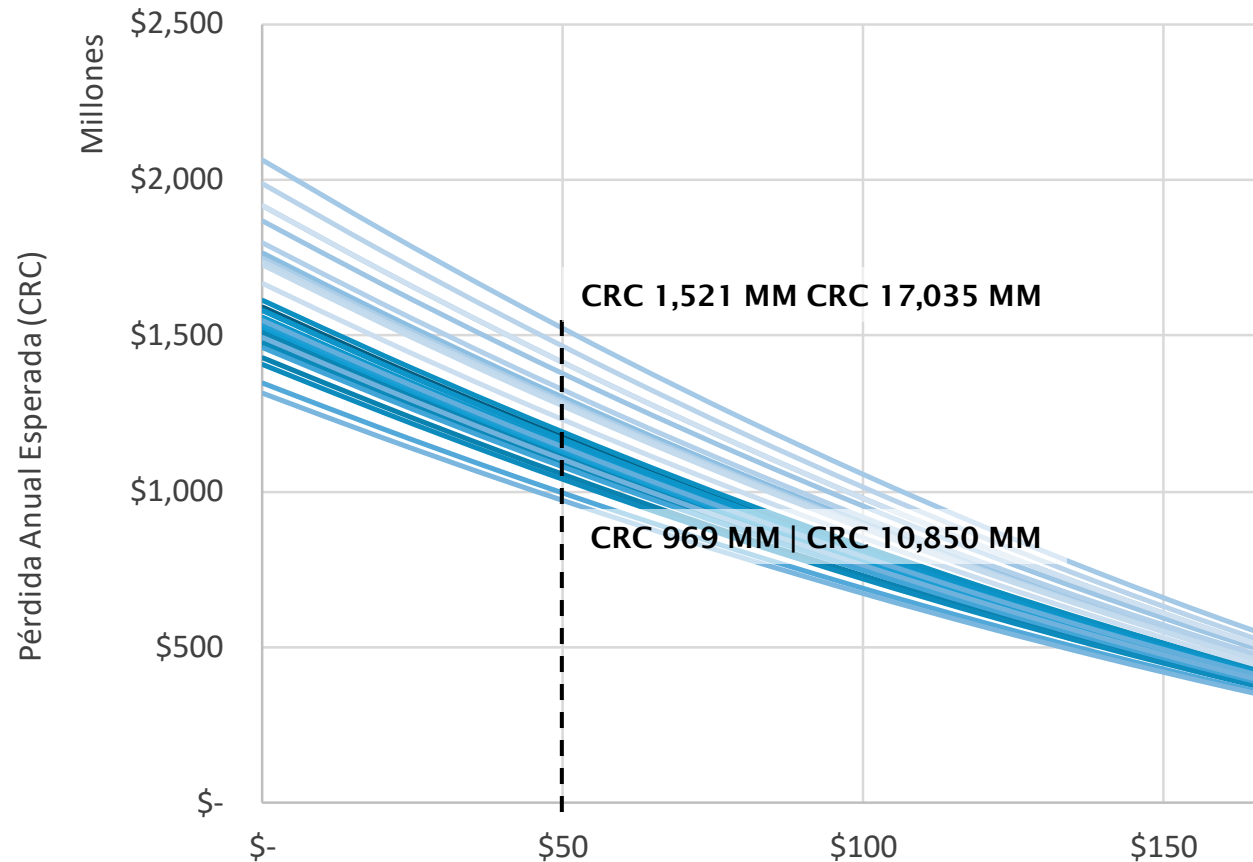
Reubicación

1.60*Valoración económica



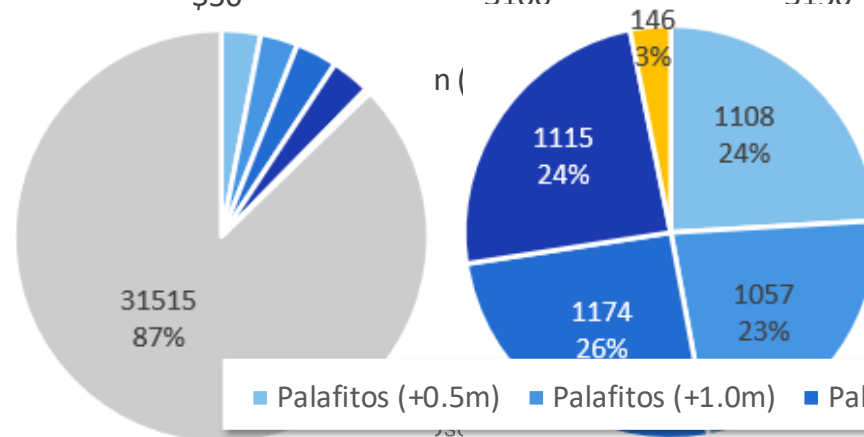
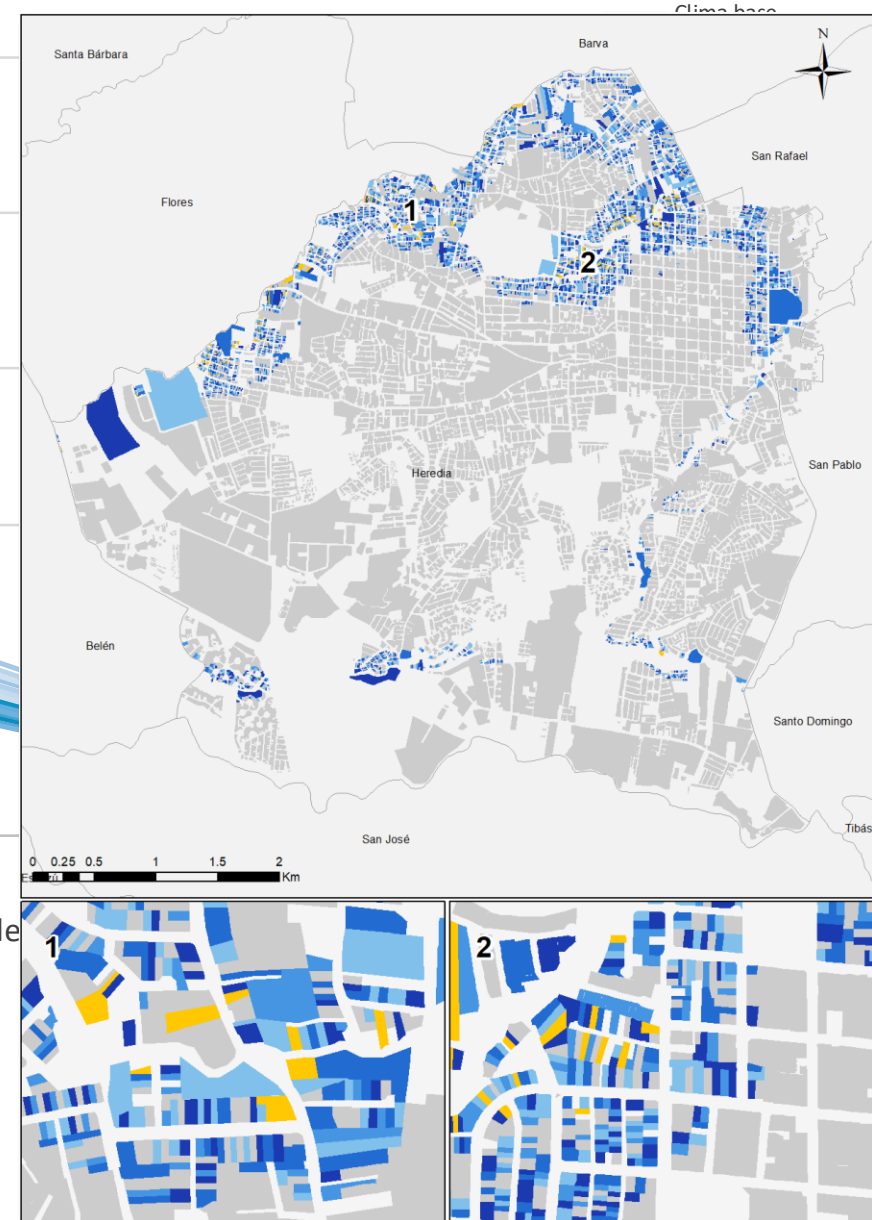
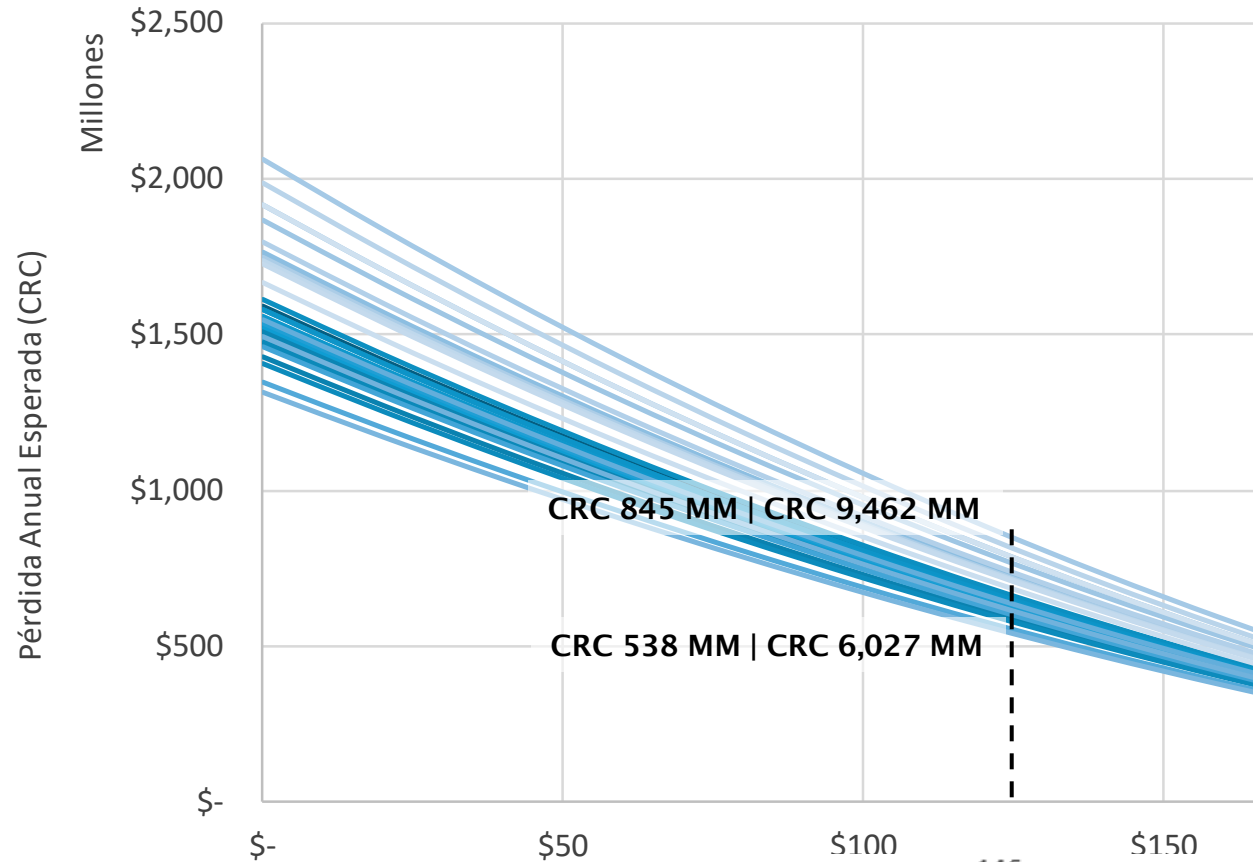


CRC 50,000 millones

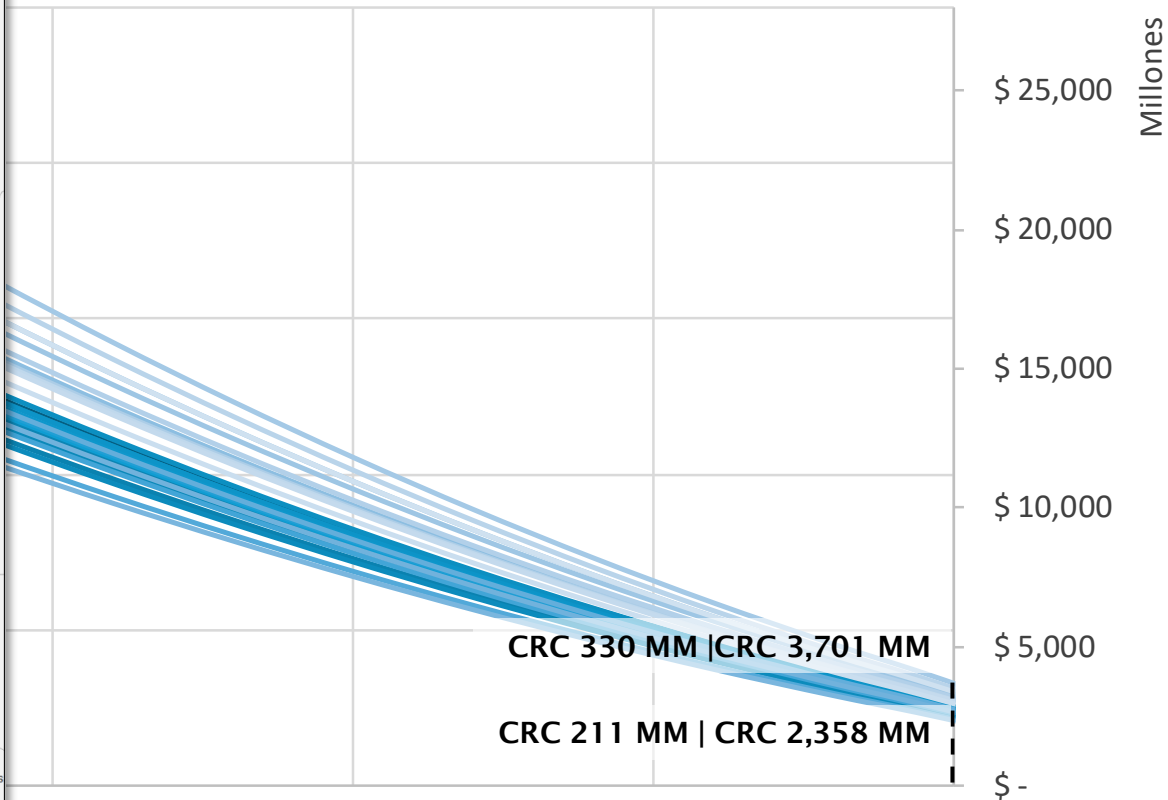
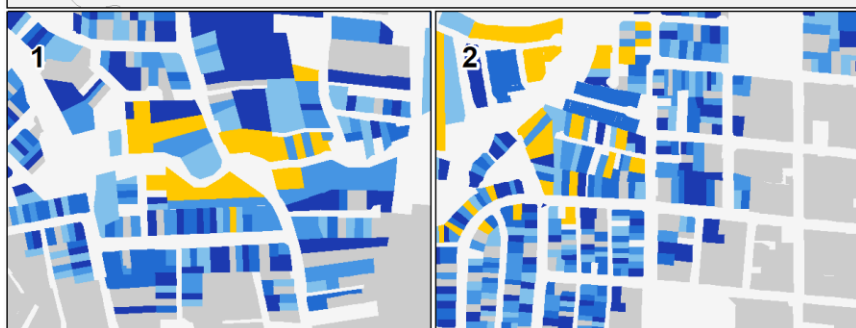
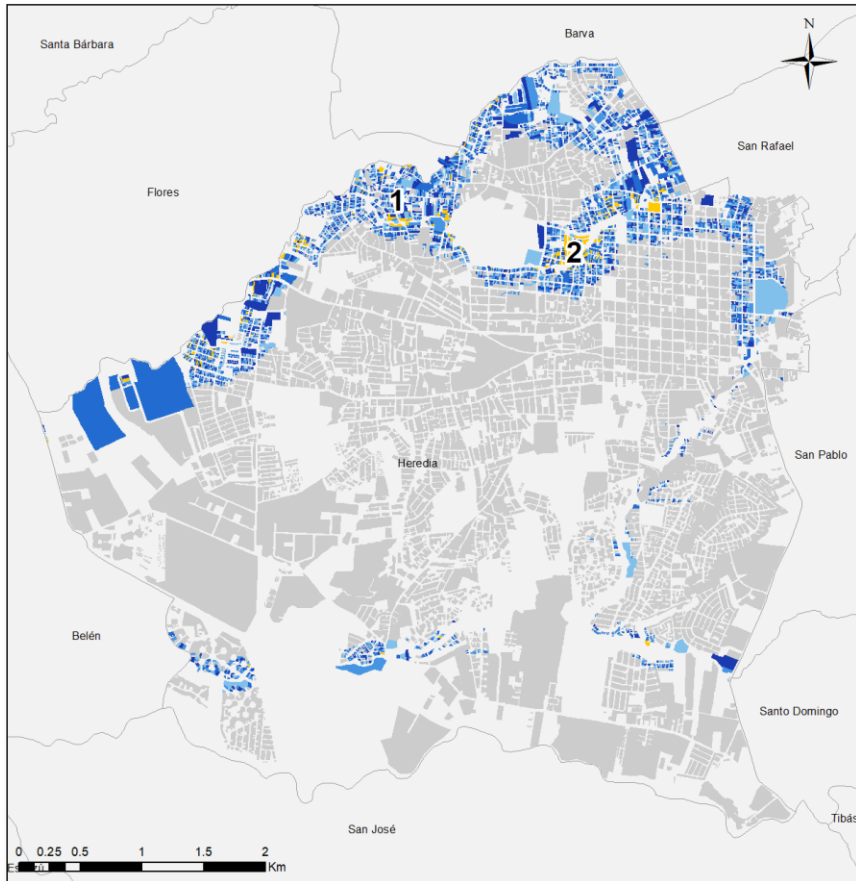


Palafitos (+0.5m) Palafitos (+1.0m) Palafitos (+1.5m) Palafitos (+2.0m) Reubicación Sin intervenir

CRC 125,000 millones

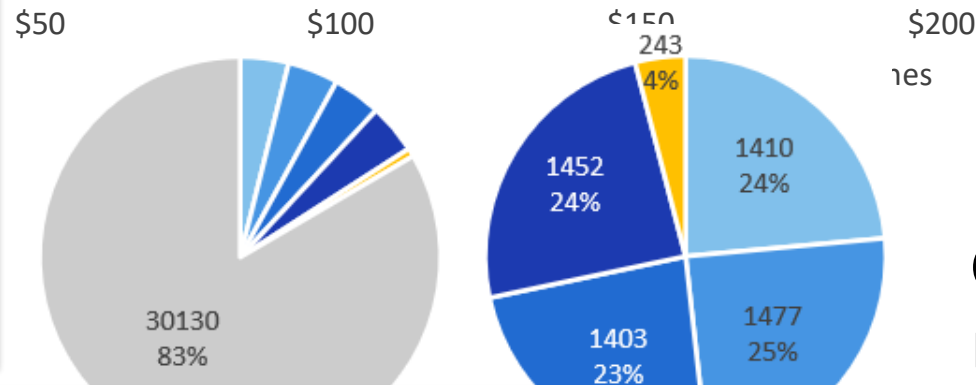


Palafitos (+0.5m) Palafitos (+1.0m) Palafitos (+1.5m) Palafitos (+2.0m) Reubicación Sin intervenir



Pérdida Máxima Probable (CRC)
(TR = 1000 años)

- Clima base
- EC-SSP1-35
- EC-SSP1-50
- EC-SSP1-100
- EC-SSP2-35
- EC-SSP2-50
- EC-SSP2-100
- EC-SSP3-35
- EC-SSP3-50
- EC-SSP3-100
- EC-SSP5-35
- EC-SSP5-50
- EC-SSP5-100
- GFDL-SSP1-35
- GFDL-SSP1-50
- GFDL-SSP1-100
- GFDL-SSP2-35
- GFDL-SSP2-50
- GFDL-SSP2-100
- GFDL-SSP3-35
- GFDL-SSP3-50
- GFDL-SSP3-100
- GFDL-SSP5-35
- GFDL-SSP5-50
- GFDL-SSP5-100
- MPI-SSP1-35
- MPI-SSP1-50
- MPI-SSP1-100
- MPI-SSP2-35
- MPI-SSP2-50
- MPI-SSP2-100
- MPI-SSP3-35
- MPI-SSP3-50
- MPI-SSP3-100
- MPI-SSP5-35
- MPI-SSP5-50
- MPI-SSP5-100



CRC 200,000 millones

■ Palafitos (+0.5m) ■ Palafitos (+1.0m) ■ Palafitos (+1.5m) ■ Palafitos (+2.0m) ■ Reubicación ■ Sin intervenir

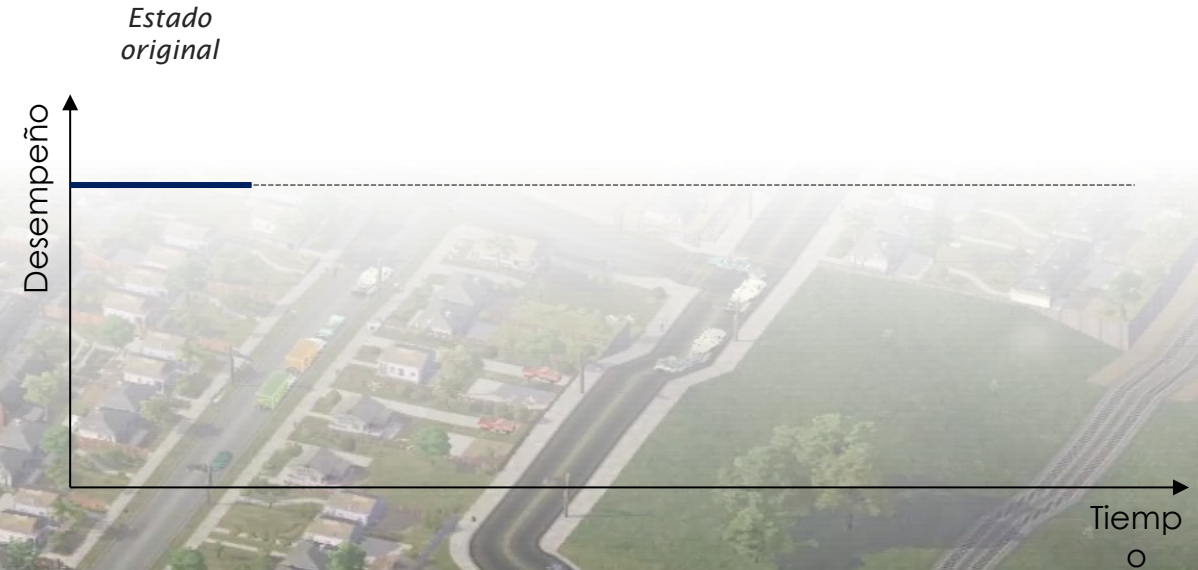
Evaluación de la resiliencia

Medición de la resiliencia de la infraestructura

Atributos de resiliencia

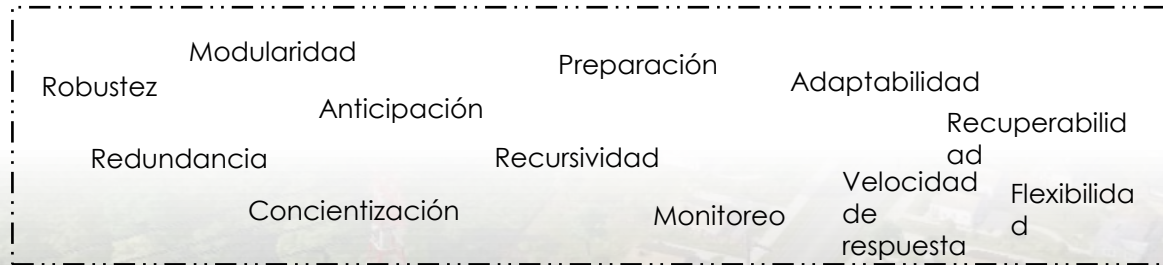
Robustez Modularidad Preparación Adaptabilidad Recuperabilidad
Anticipación Redundancia Recursividad Velocidad de respuesta Flexibilidad
Concientización Monitoreo

Curva de desempeño



Medición de la resiliencia de la infraestructura

Atributos de resiliencia



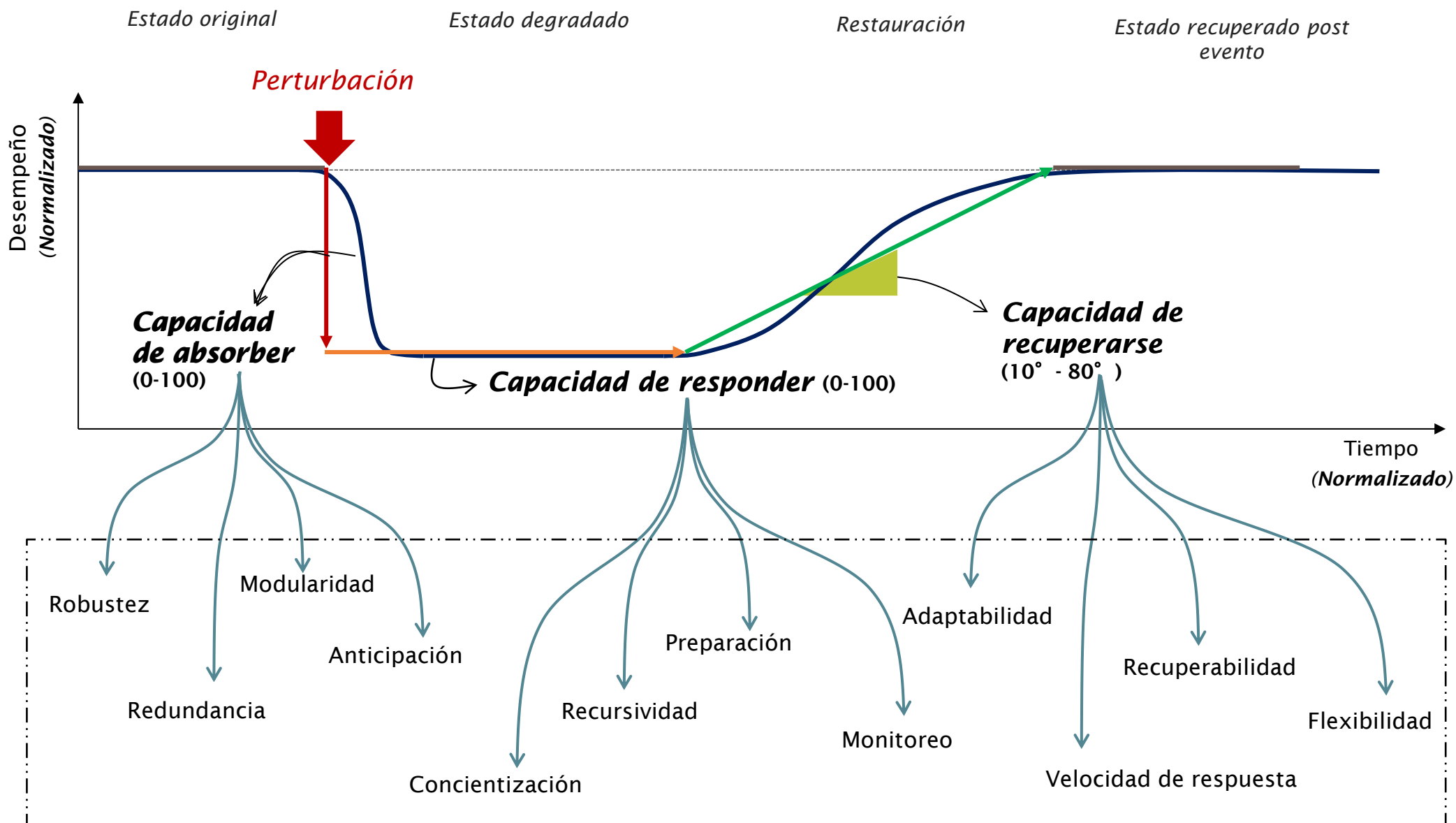
Curva de desempeño



Índice de Resiliencia de la Infraestructura

Curva de desempeño

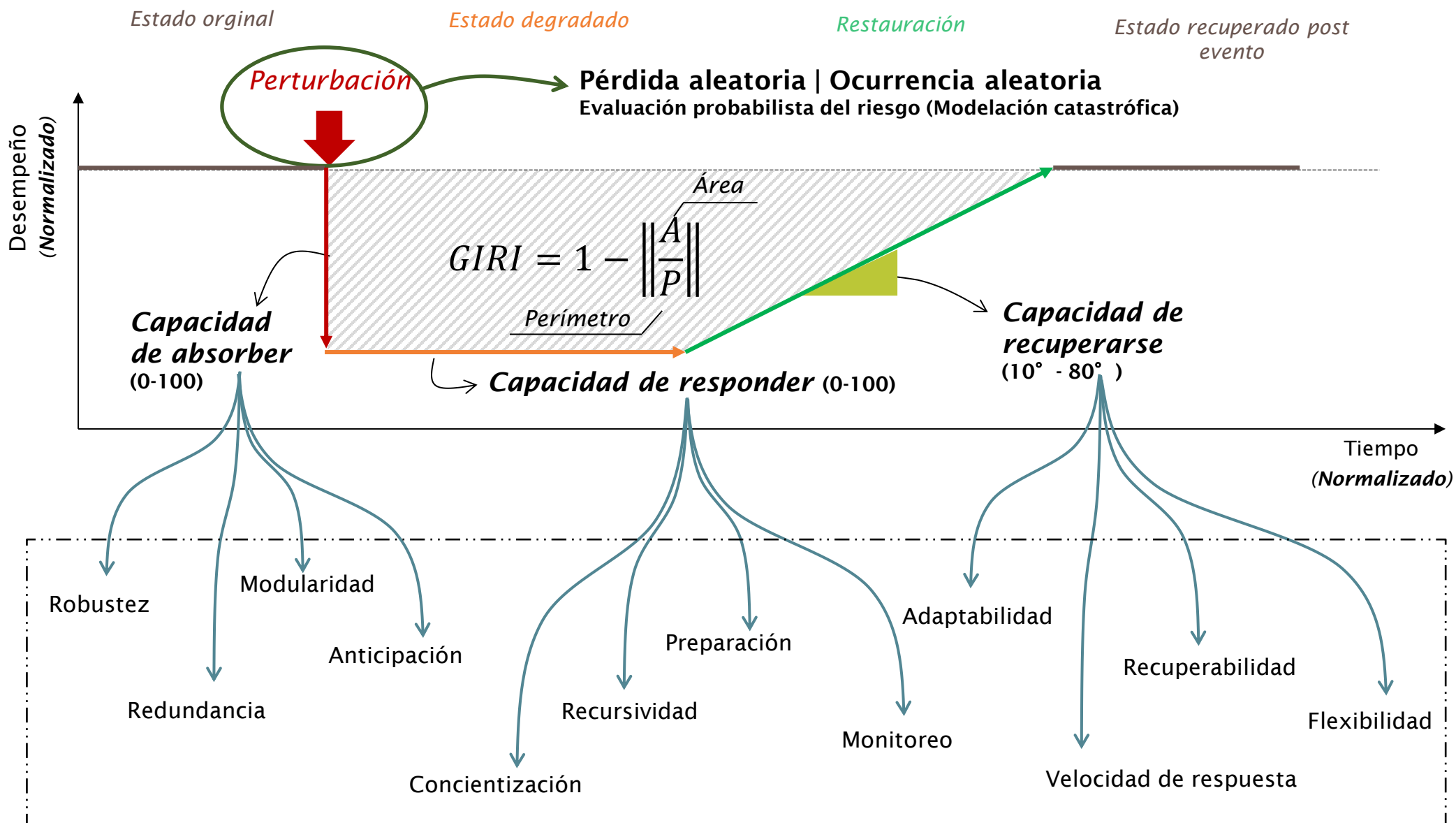
Atributos
(Principios de la resiliencia)



Índice de Resiliencia de la Infraestructura

Curva de desempeño

Atributos
(Principios de la resiliencia)

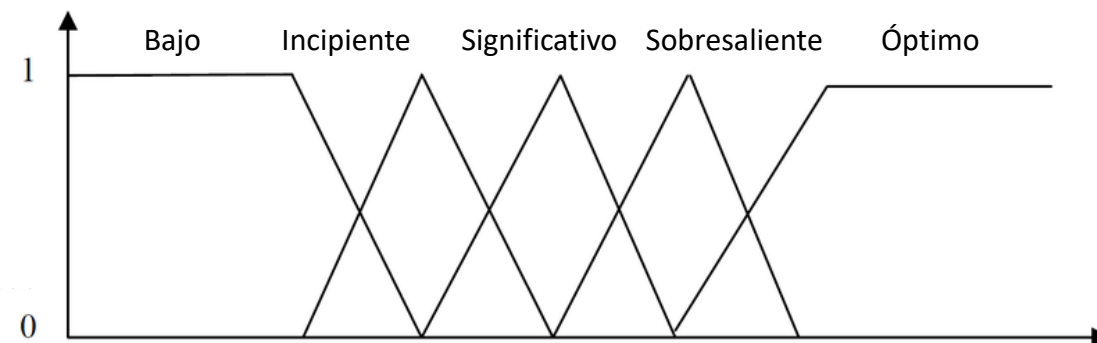


Índice de Resiliencia de la Infraestructura

Ind	1. Capacidad para anticiparse y resistir
AR1	Evaluación y mapeo de amenazas
AR2	Evaluación de vulnerabilidad y riesgo
AR3	Integración del riesgo en la definición de usos del suelo y la planificación territorial
AR4	Implementación de técnicas de protección y control de eventos peligrosos
AR5	Actualización y cumplimiento de normas de seguridad y códigos de construcción
AR6	Refuerzo e intervención de la vulnerabilidad de bienes públicos y privados

Ind	2. Capacidad para prepararse y responder
PR1	Organización y coordinación de operaciones de emergencia
PR2	Monitoreo de amenazas y pronóstico y sistemas de alerta
PR3	Planificación de la respuesta en caso de emergencia
PR4	Dotación de equipos, herramientas e infraestructura
PR5	Simulación, actualización y prueba de la respuesta interinstitucional
PR6	Información pública y toma de conciencia

Ind	3. Capacidad para recuperarse y adaptarse
RA1	Organización interinstitucional, multisectorial y descentralizada
RA2	Planificación para la reconstrucción y recuperación
RA3	Asignación y movilización de recursos del presupuesto
RA4	Fondos para la gestión del riesgo de desastres
RA5	Cobertura de seguros y estrategias de transferencia de pérdidas de activos públicos
RA6	Cobertura de seguros y reaseguros de vivienda y del sector privado

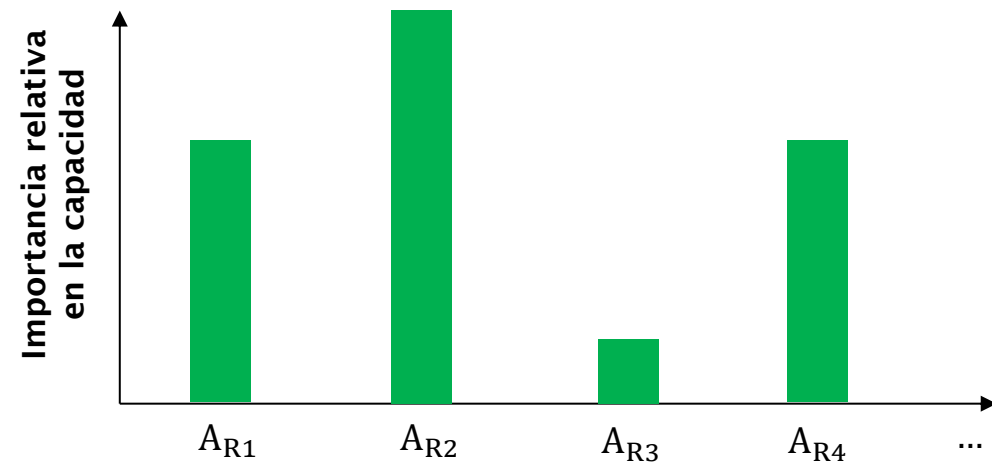


Índice de Resiliencia de la Infraestructura

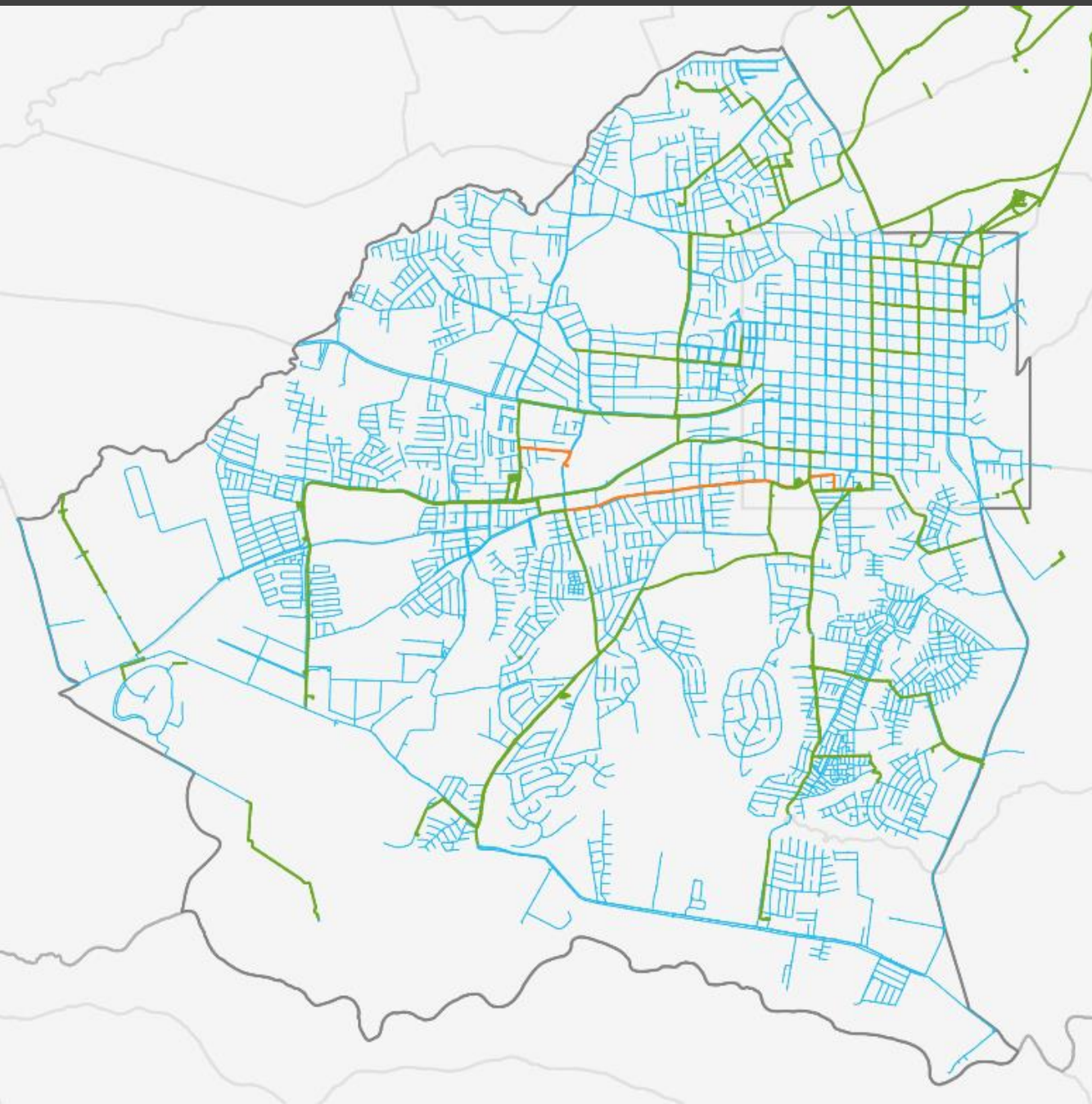
Ind	1. Capacidad para anticiparse y resistir
AR1	Evaluación y mapeo de amenazas
AR2	Evaluación de vulnerabilidad y riesgo
AR3	Integración del riesgo en la definición de usos del suelo y la planificación territorial
AR4	Implementación de técnicas de protección y control de eventos peligrosos
AR5	Actualización y cumplimiento de normas de seguridad y códigos de construcción
AR6	Refuerzo e intervención de la vulnerabilidad de bienes públicos y privados

Ind	2. Capacidad para prepararse y responder
PR1	Organización y coordinación de operaciones de emergencia
PR2	Monitoreo de amenazas y pronóstico y sistemas de alerta
PR3	Planificación de la respuesta en caso de emergencia
PR4	Dotación de equipos, herramientas e infraestructura
PR5	Simulación, actualización y prueba de la respuesta interinstitucional
PR6	Información pública y toma de conciencia

Ind	3. Capacidad para recuperarse y adaptarse
RA1	Organización interinstitucional, multisectorial y descentralizada
RA2	Planificación para la reconstrucción y recuperación
RA3	Asignación y movilización de recursos del presupuesto
RA4	Fondos para la gestión del riesgo de desastres
RA5	Cobertura de seguros y estrategias de transferencia de pérdidas de activos públicos
RA6	Cobertura de seguros y reaseguros de vivienda y del sector privado

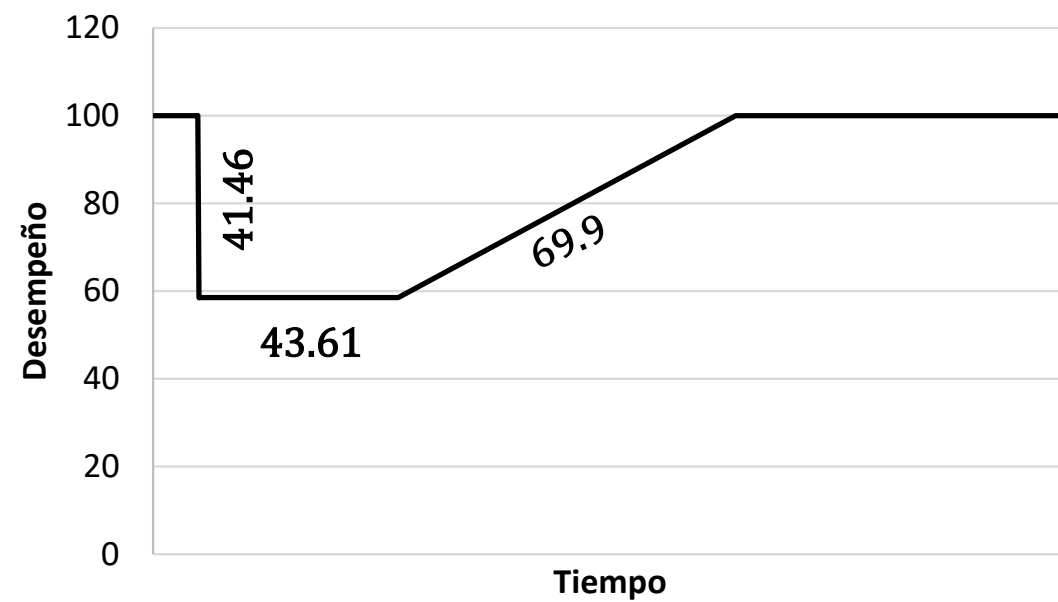


Índice de Resiliencia de la Infraestructura



$AAL = 1.25\text{‰}$ (multiamenaza)

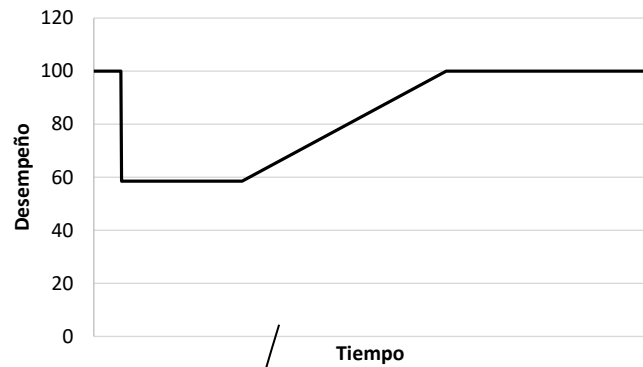
$IRI = 62.32$



Índice de Resiliencia de la Infraestructura

$$AAL = 1.25\text{‰}$$

$$IRI = 62.32$$



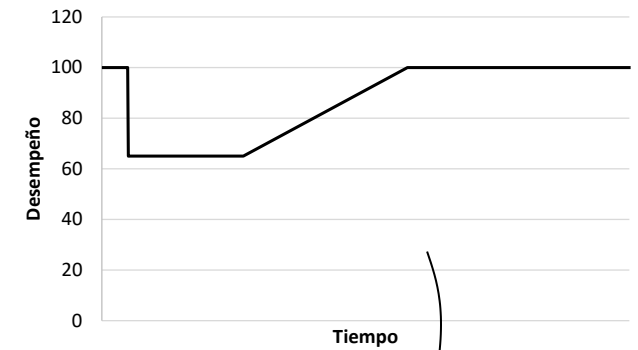
$$AAL = 0.88\text{‰}$$

$$IRI = 65.71$$



$$AAL = 0.84\text{‰}$$

$$IRI = 66.18$$



\$- \$100 \$200 \$300 \$400 \$500 \$600 \$700

Inversión (CRC)

Miles de millones

Casos de aplicación

Seguro Colectivo de Manizales



www.ingeniar-risk.com



www.cimne.com



GRMA – Costa Rica

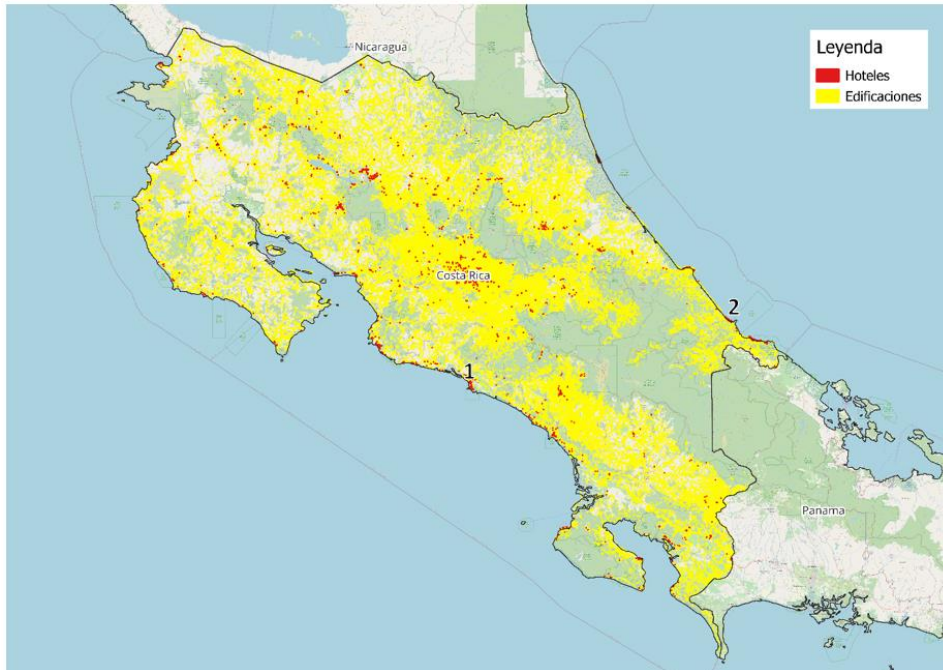
Proyecto Operacional 3: Turismo

Alcance de la modelación

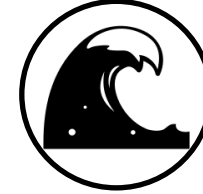
Edificaciones hoteleras

Índice de riesgo sector turismo

Riesgo implícito



Terremoto



Inund. costera /
Tsunami



Inund. costera /
Ciclón

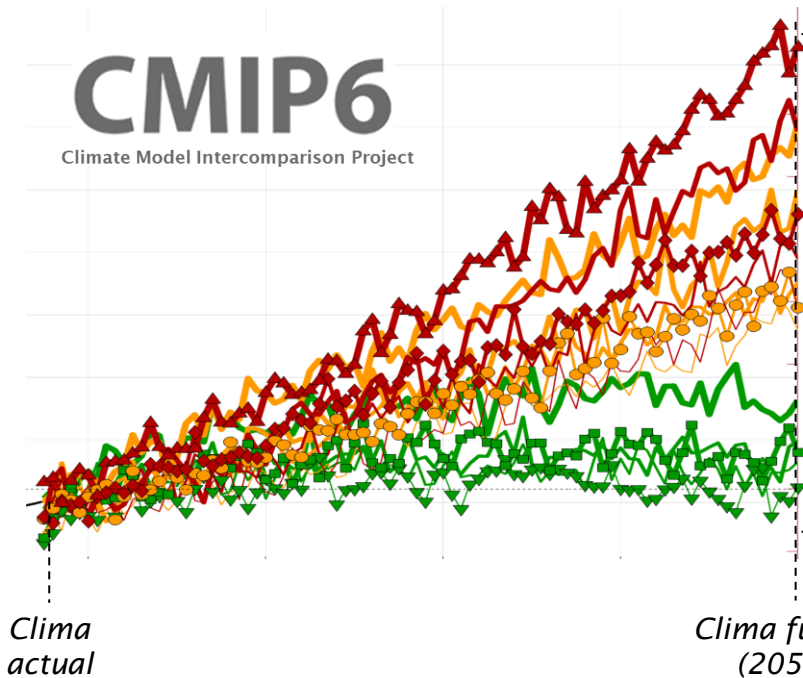


Inundaciones
fluviales

Cambio climático



Edificaciones



Proyecto Operacional 3 - Fu-Turismo

Proyecto Operacional 3
Turismo

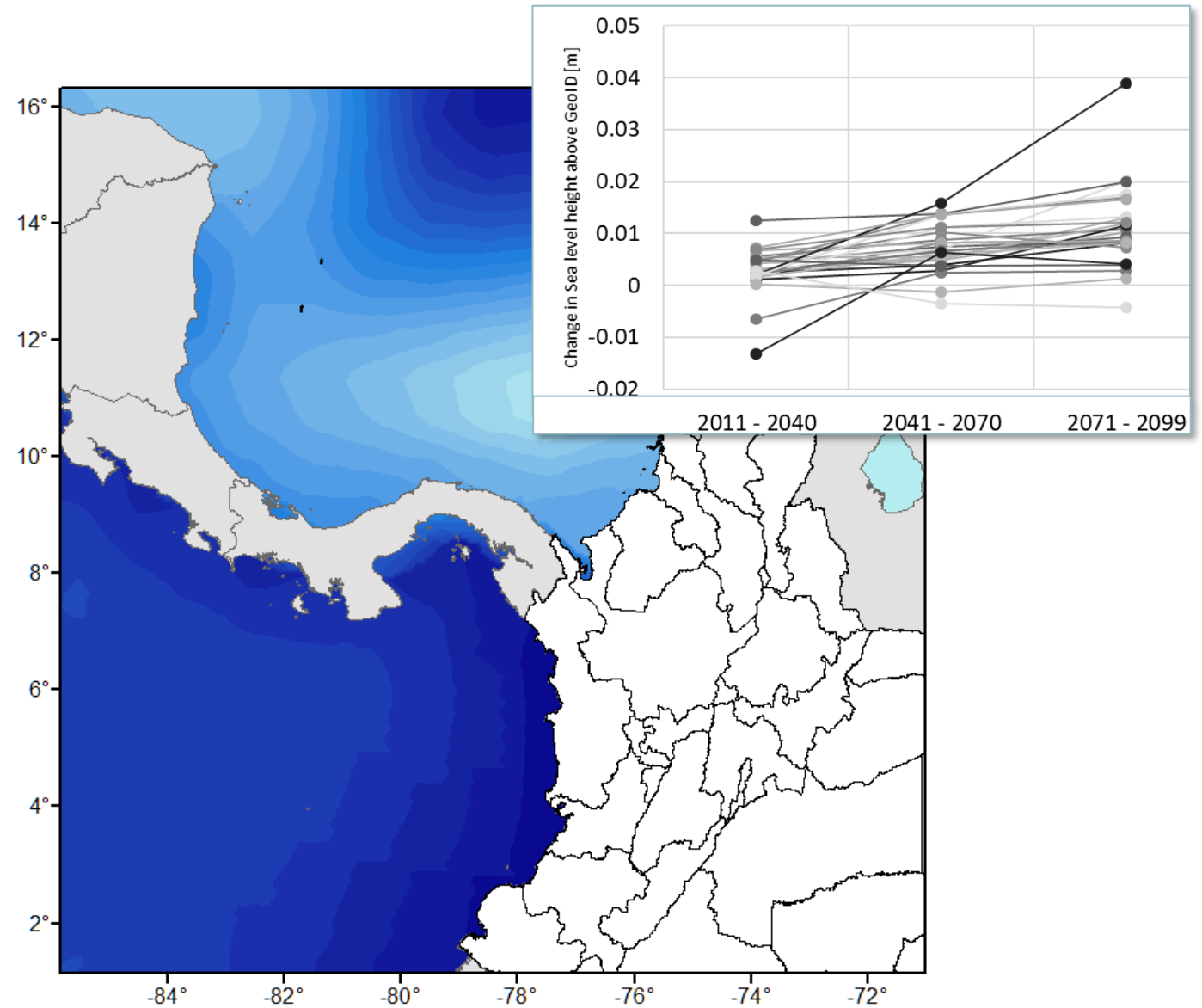


Evaluación multi-amenaza del riesgo para pequeñas y medianas empresas del sector turismo (hoteles y hostales)

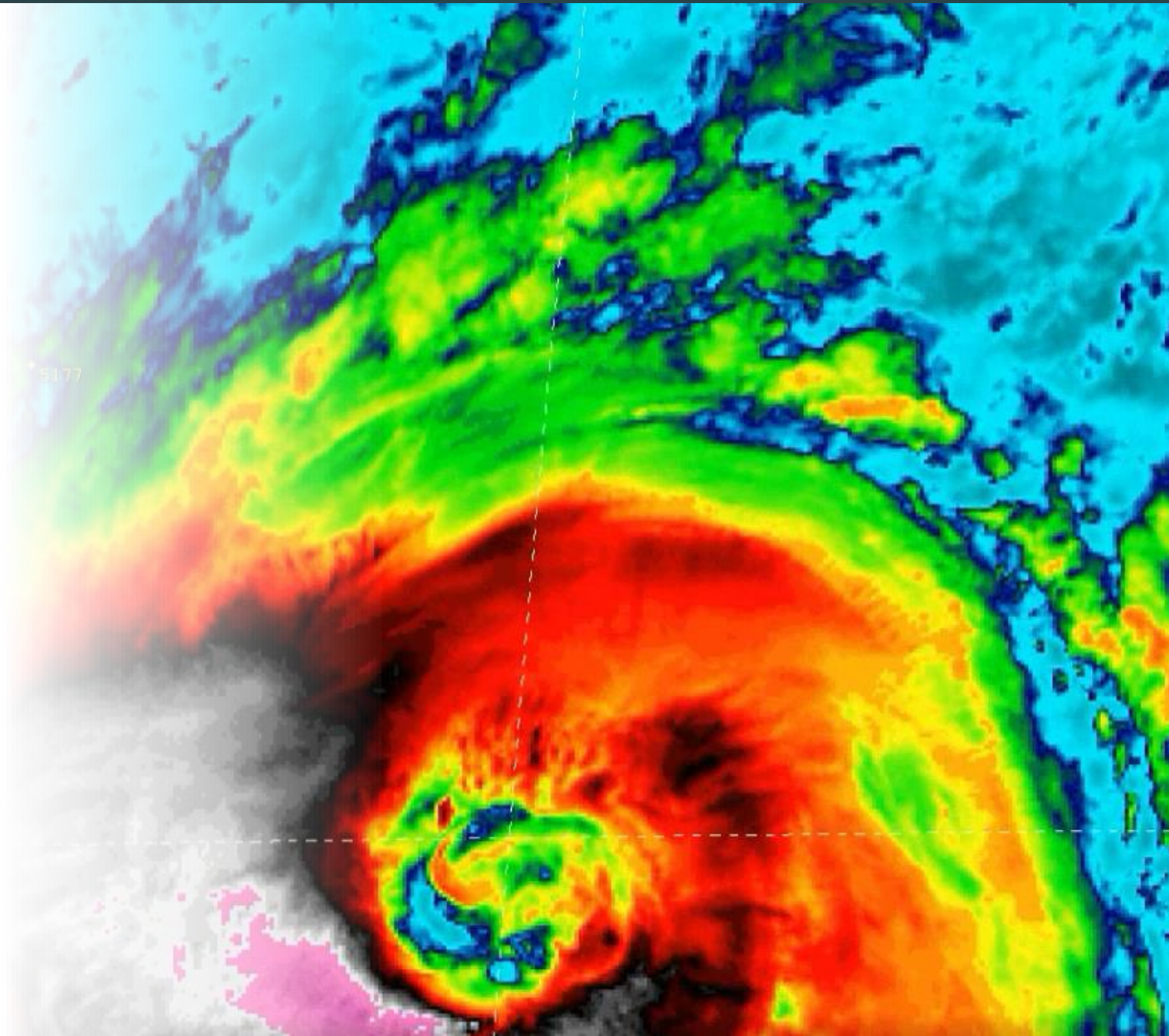
Tarea	15 Ene 25		Mes													15 Abr 26	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Proyecto Operacional 3: Evaluación de exposición y riesgo de pequeños y medianos hoteles y hostales del programa Futurismo.																	
Modelo de clima																	
Modelo nacional inundación																	
Modelo elevación del nivel del mar CC																	
Modelo ciclones (marea de tormenta)																	
Modelo Tsunami																	
Exposición hoteles																	
Vulnerabilidad hoteles																	
Evaluación del riesgo																	
Calibración resultado																	
Índicadores de riesgo																	
Curva de inversión																	



1. Elevación nivel del mar

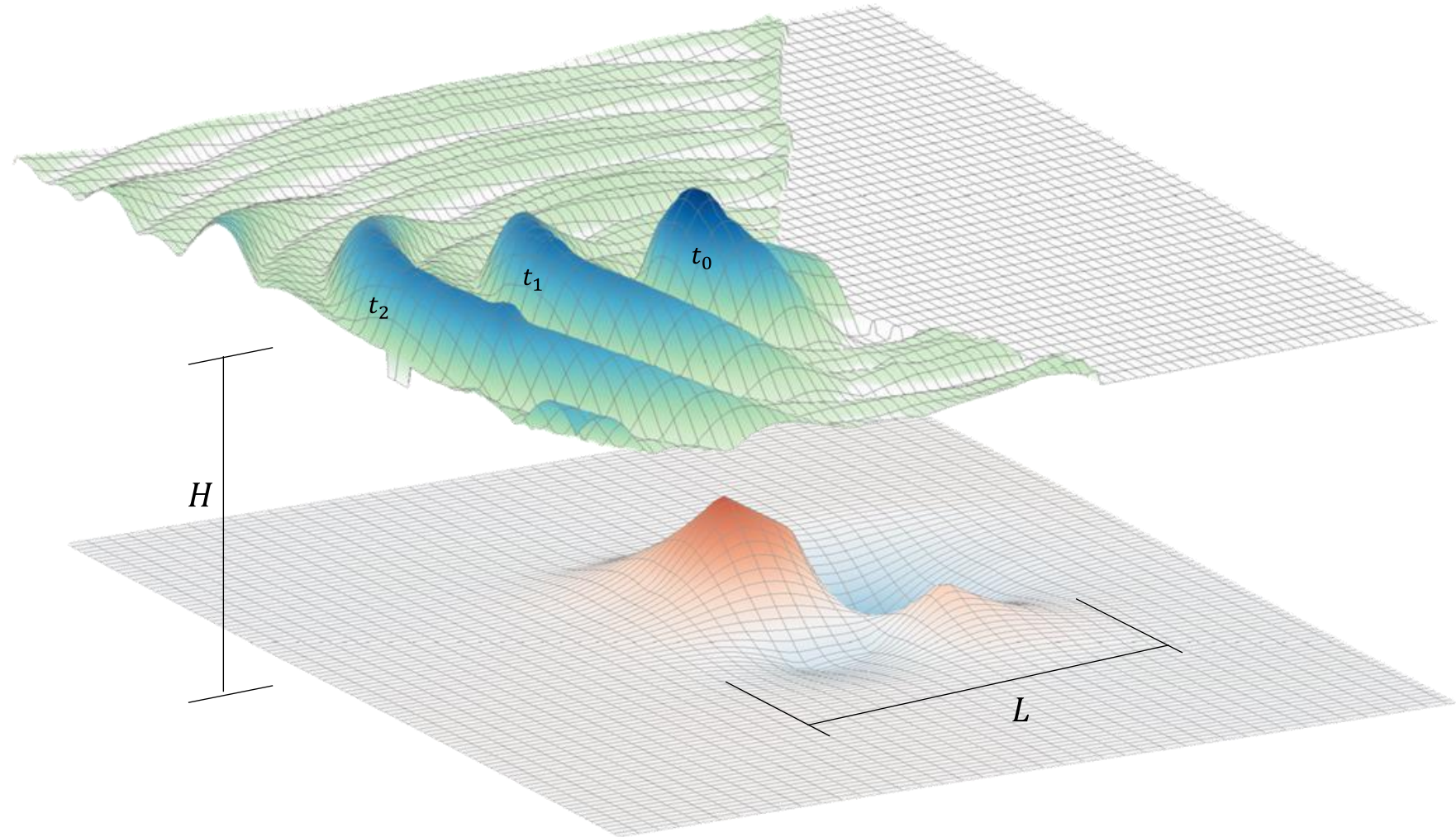


1. Elevación nivel del mar
- 2. Modelo ciclones**



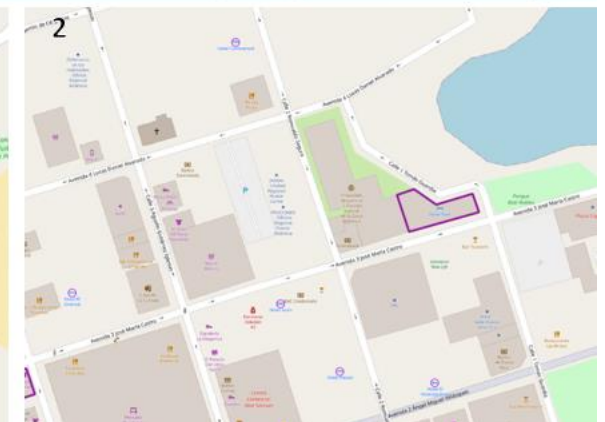
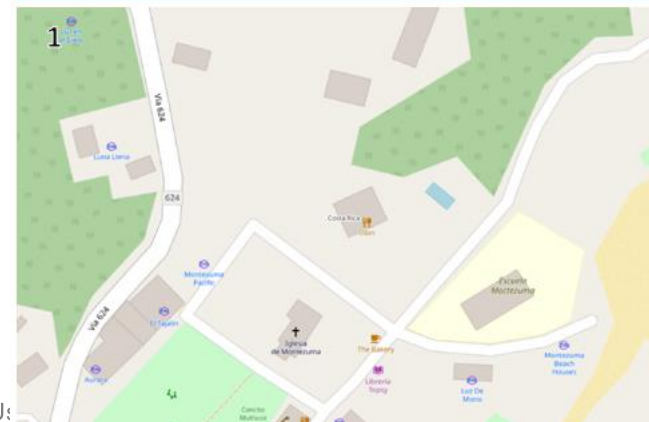
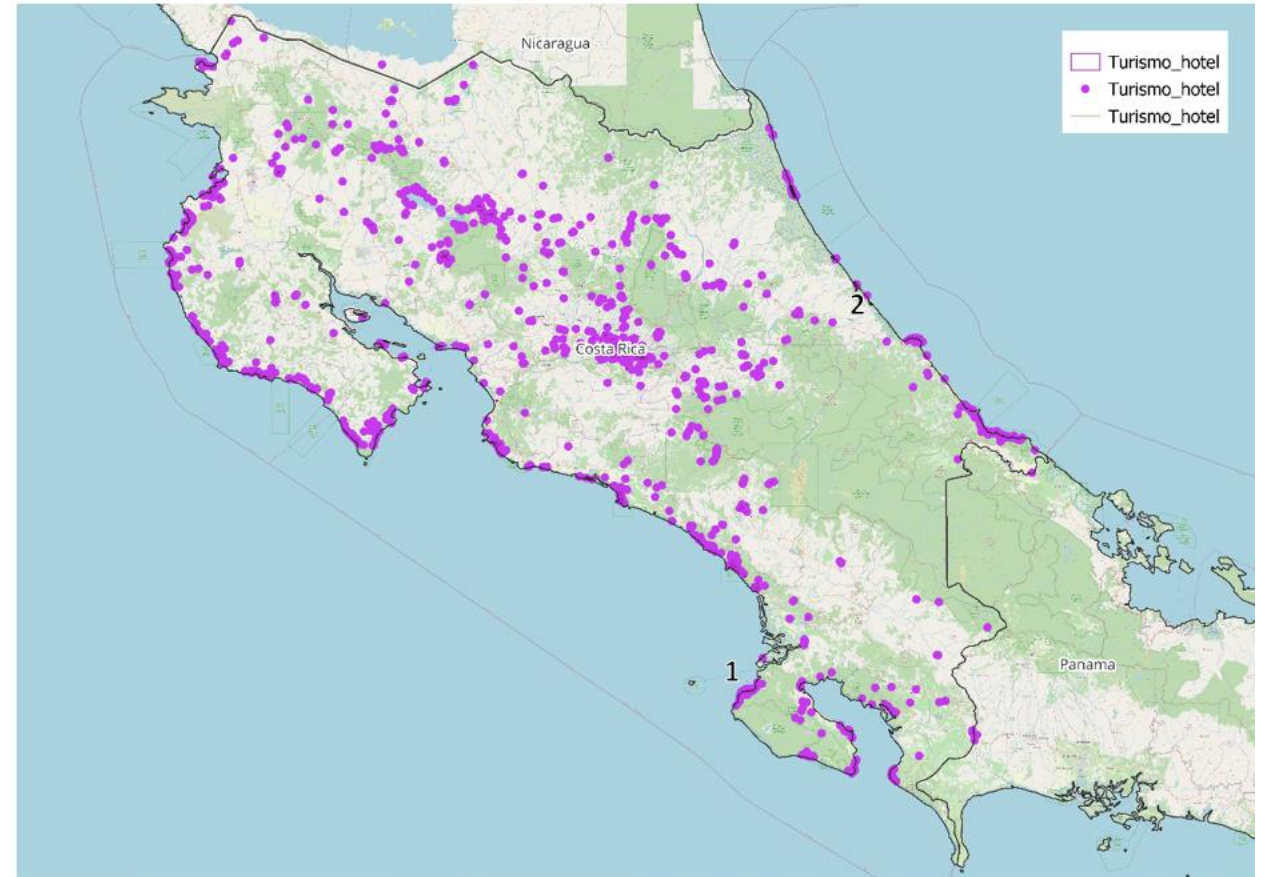
Actividades

1. Elevación nivel del mar
2. Modelo ciclones
3. **Modelo tsunami**



Actividades

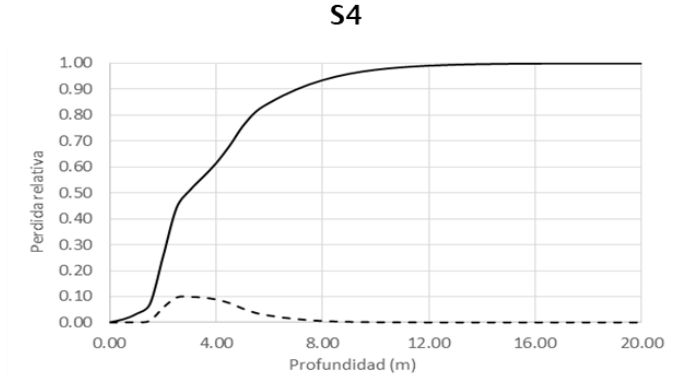
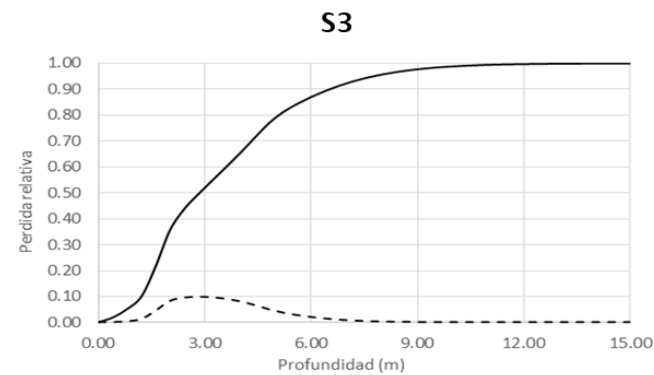
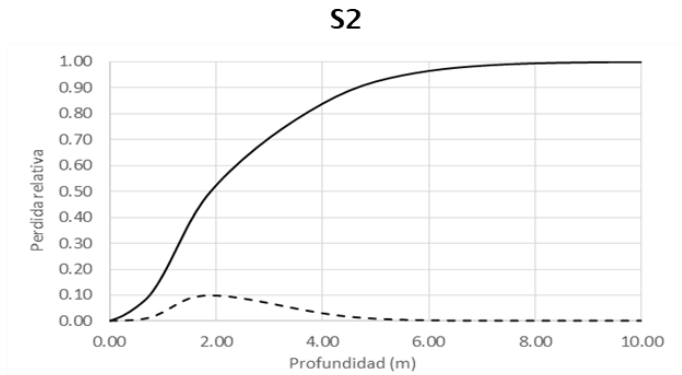
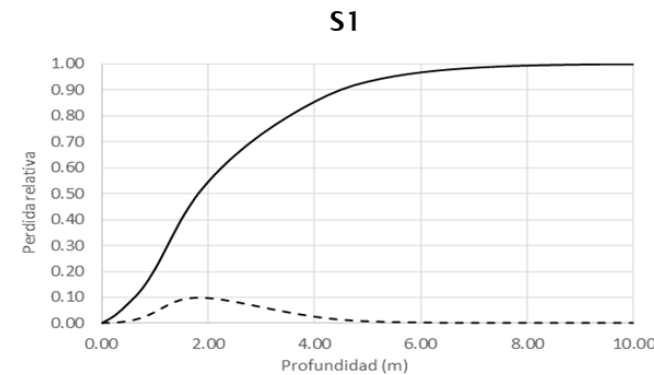
1. Elevación nivel del mar
2. Modelo ciclones
3. Modelo tsunami
- 4. Exposición de hoteles**



Actividades

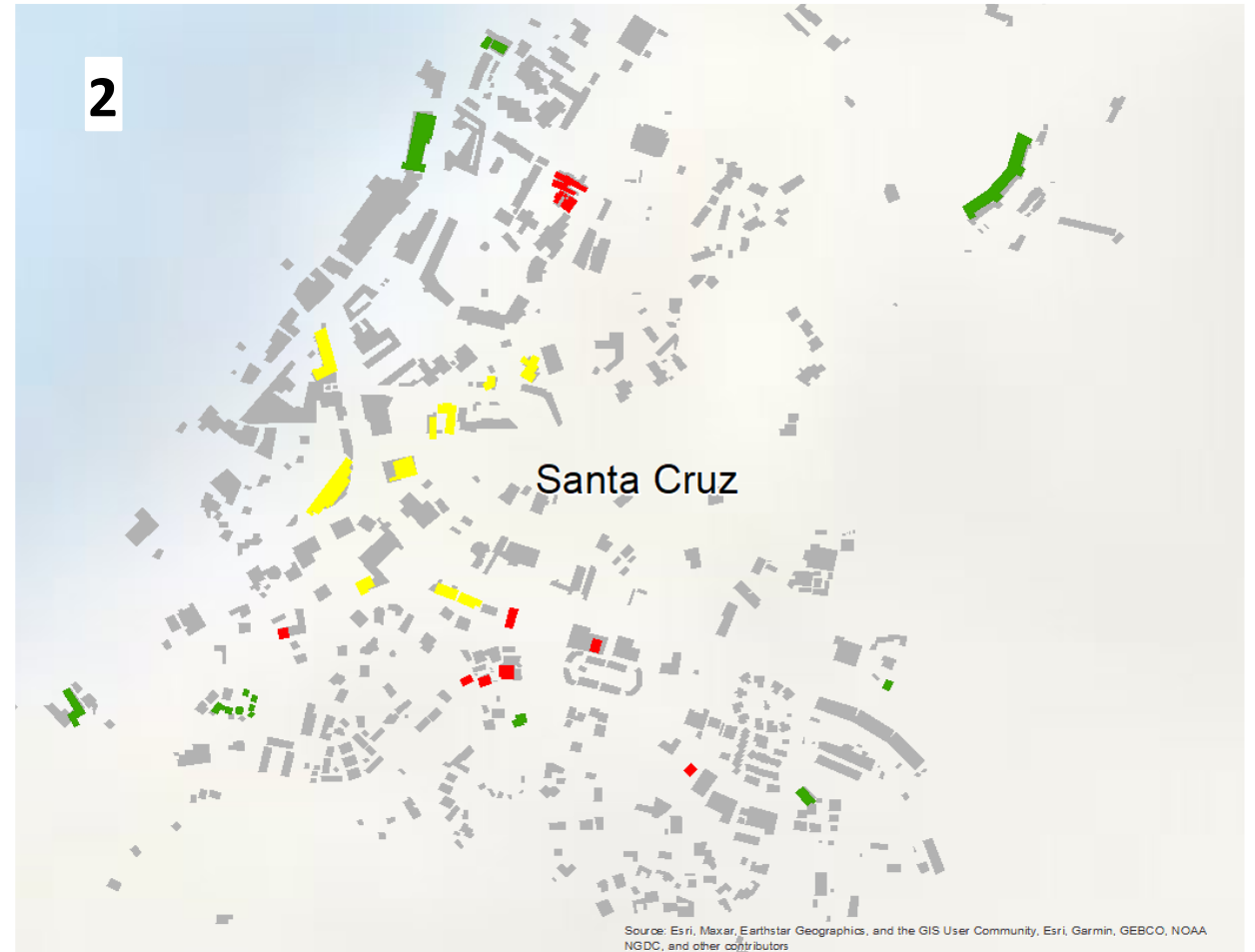
1. Elevación nivel del mar
2. Modelo ciclones
3. Modelo tsunami
4. Exposición de hoteles
5. **Vulnerabilidad de hoteles**

Diferentes sistemas estructurales



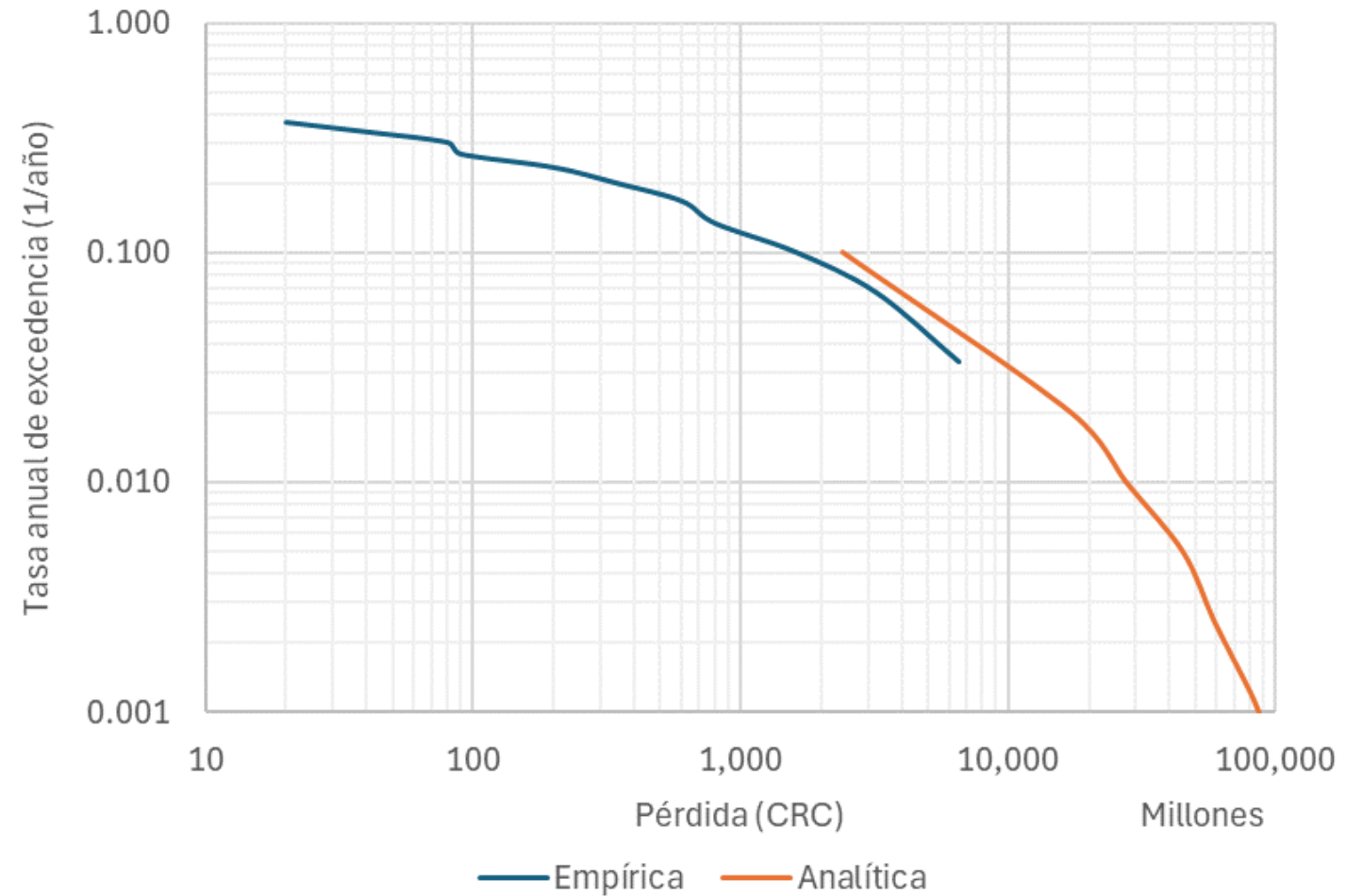
Actividades

1. Elevación nivel del mar
2. Modelo ciclones
3. Modelo tsunami
4. Exposición de hoteles
5. Vulnerabilidad de hoteles
- 6. Evaluación del riesgo**



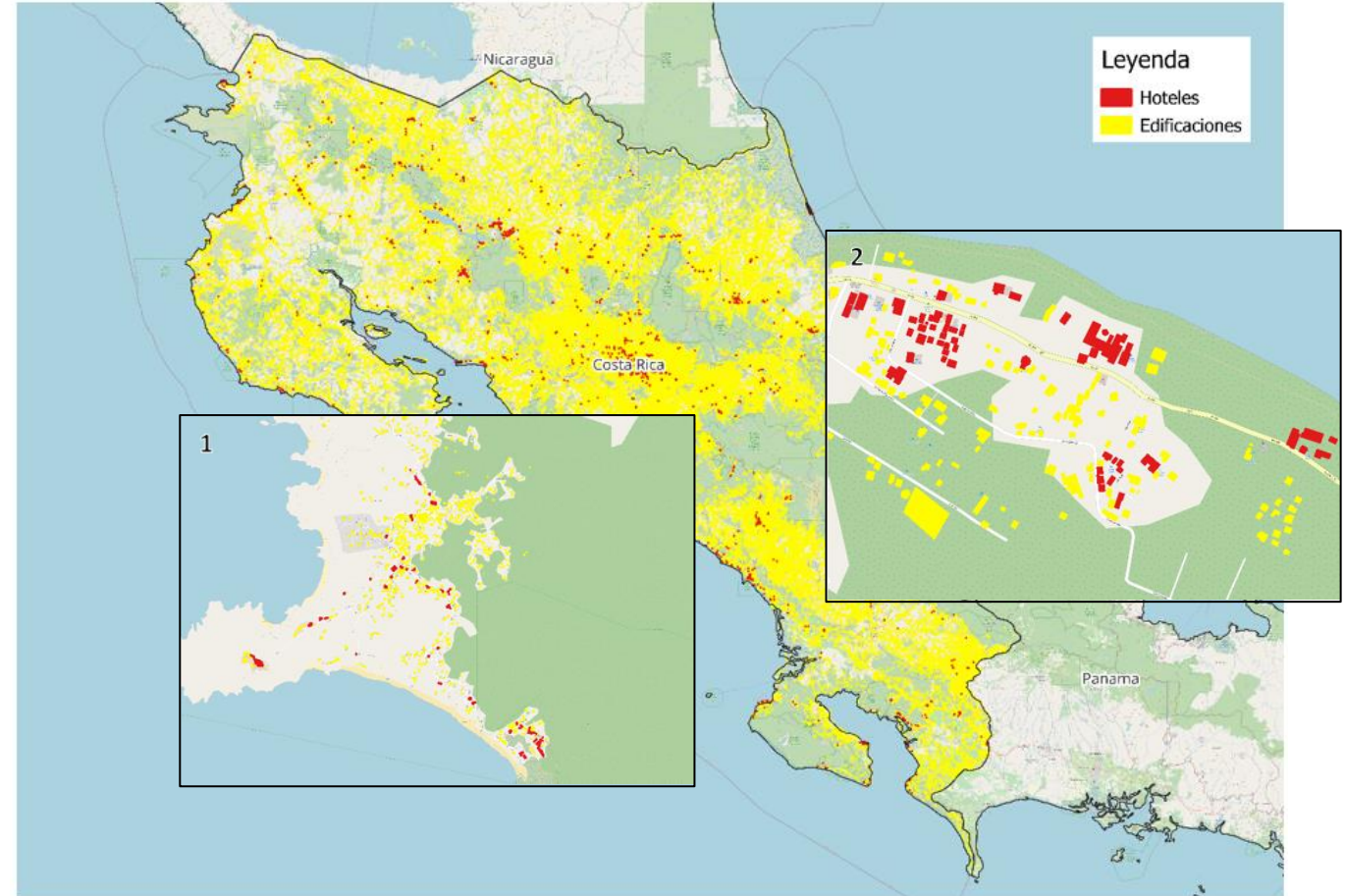
Actividades

1. Elevación nivel del mar
2. Modelo ciclones
3. Modelo tsunami
4. Exposición de hoteles
5. Vulnerabilidad de hoteles
6. Evaluación del riesgo
- 7. Calibración del resultado**



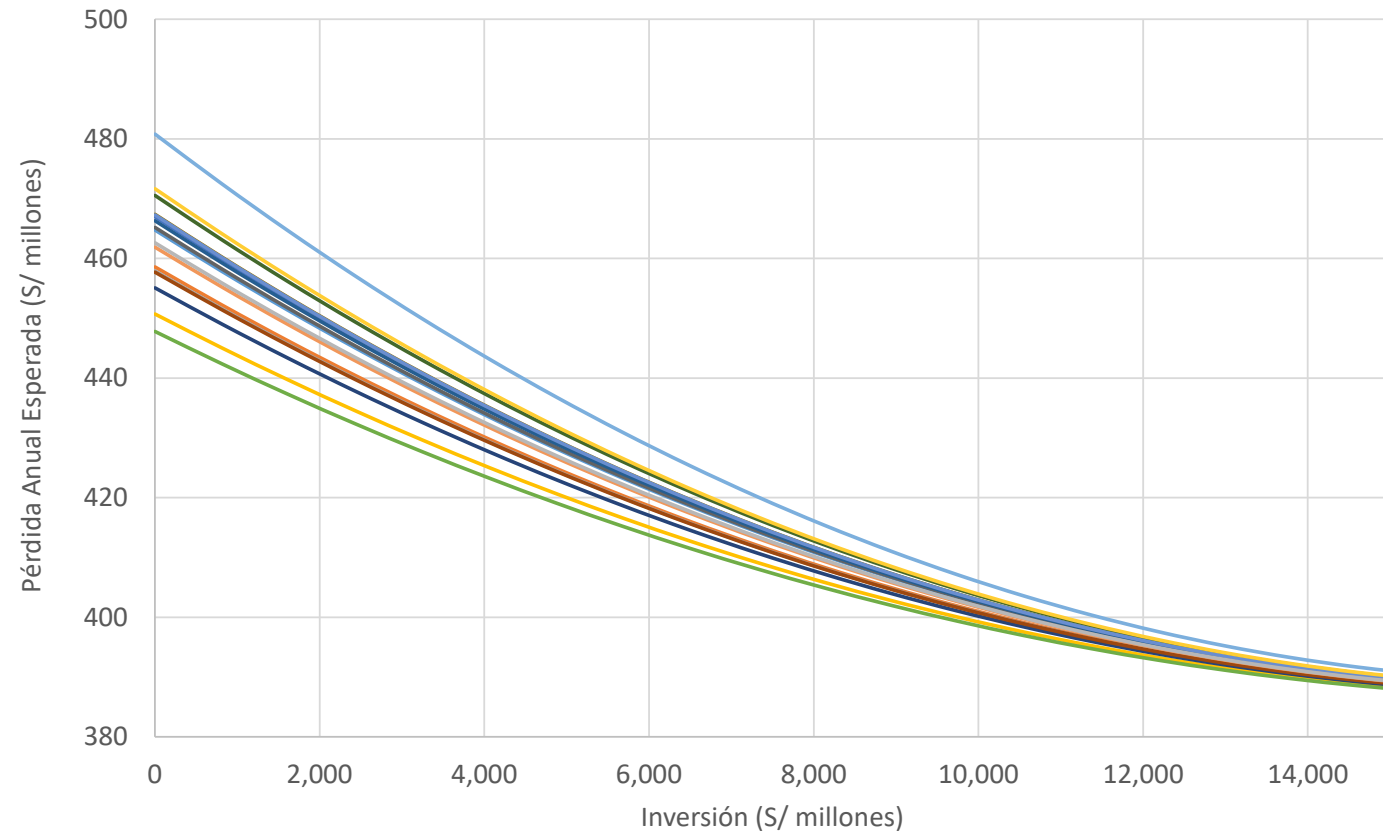
Actividades

1. Elevación nivel del mar
2. Modelo ciclones
3. Modelo tsunami
4. Exposición  hoteles
5. Vulnerabilidad de hoteles
6. Evaluación del riesgo
7. Calibración del resultado
8. **Riesgo implícito**

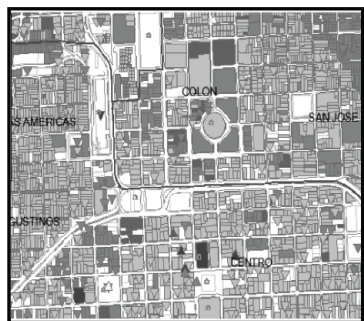


Actividades

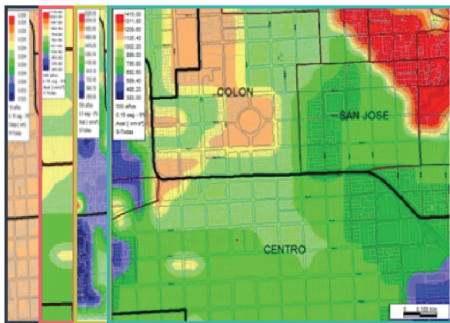
1. Elevación nivel del mar
2. Modelo ciclones
3. Modelo tsunami
4. Exposición de hoteles
5. Vulnerabilidad de hoteles
6. Evaluación del riesgo
7. Calibración del resultado
8. Riesgo implícito
9. **Curva de inversión**



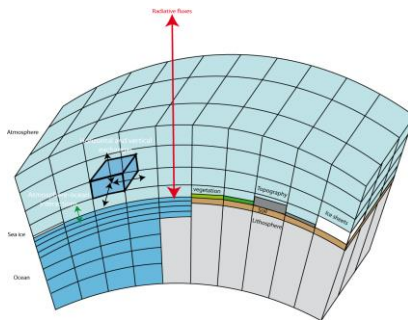
EXPOSICIÓN



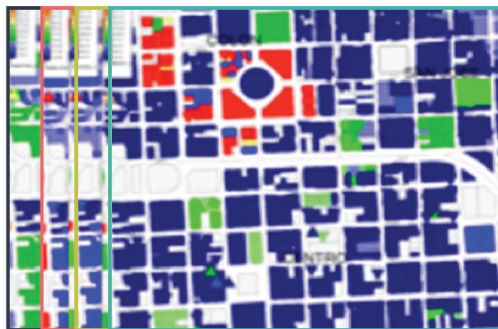
AMENAZA



CAMBIO CLIMÁTICO

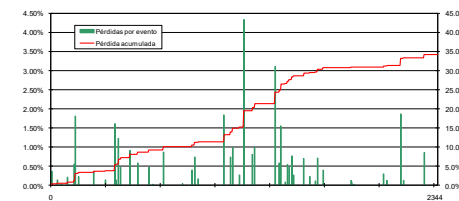


RIESGO

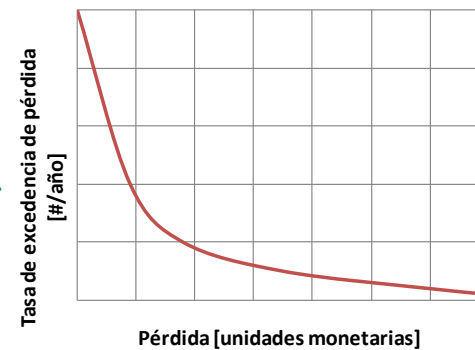


MÉTRICAS DE RIESGO

Pérdida Anual Esperada



Curva de Excedencia de Pérdidas



GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

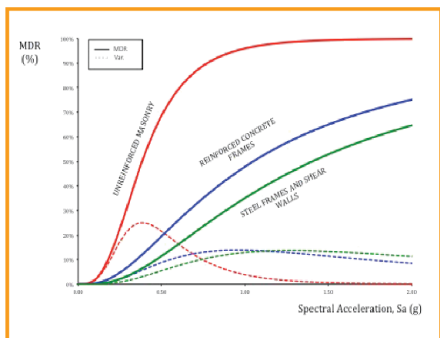
Intervención física

Protección financiera

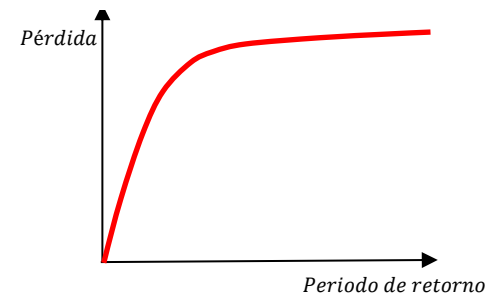
Respuesta

...

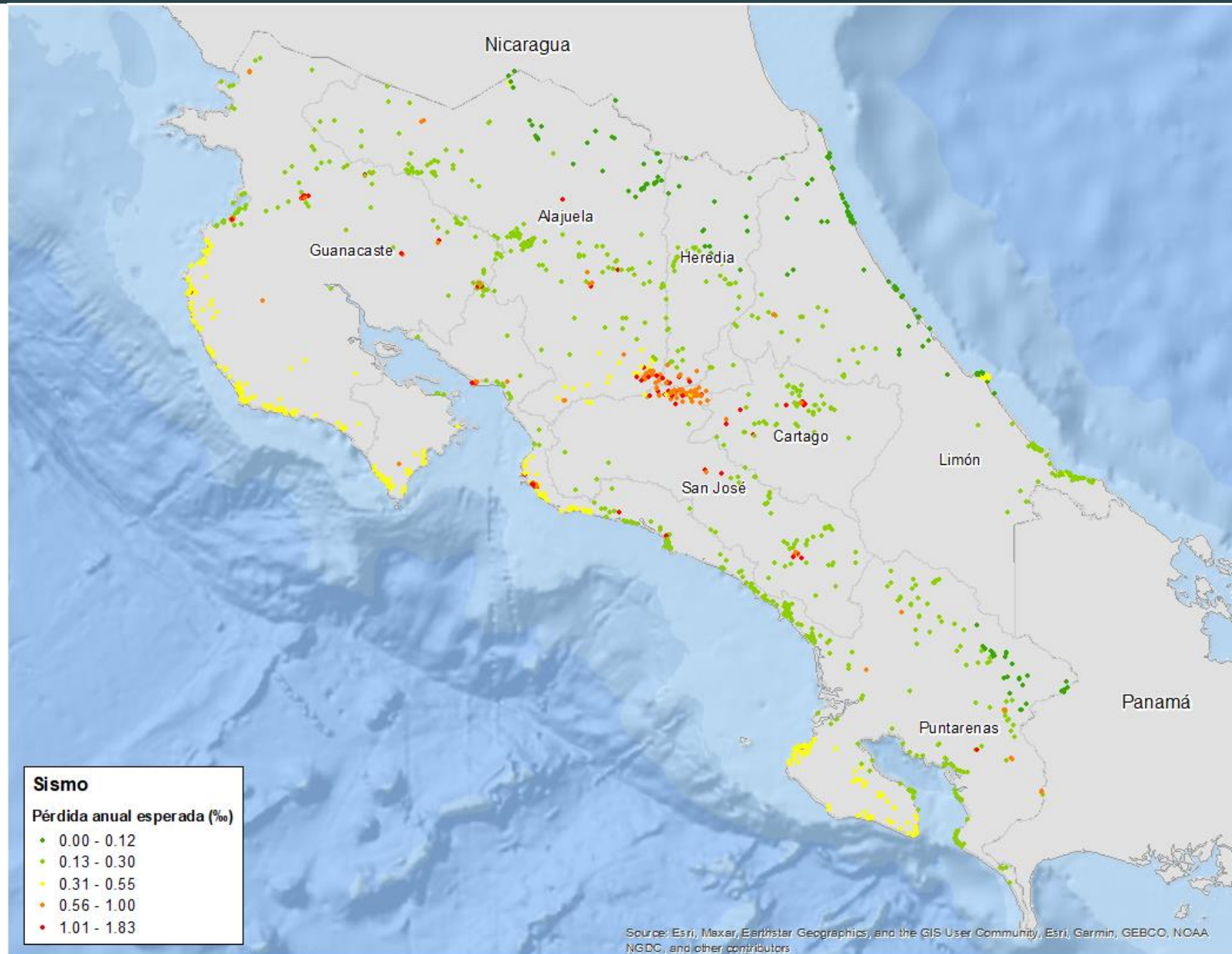
VULNERABILIDAD



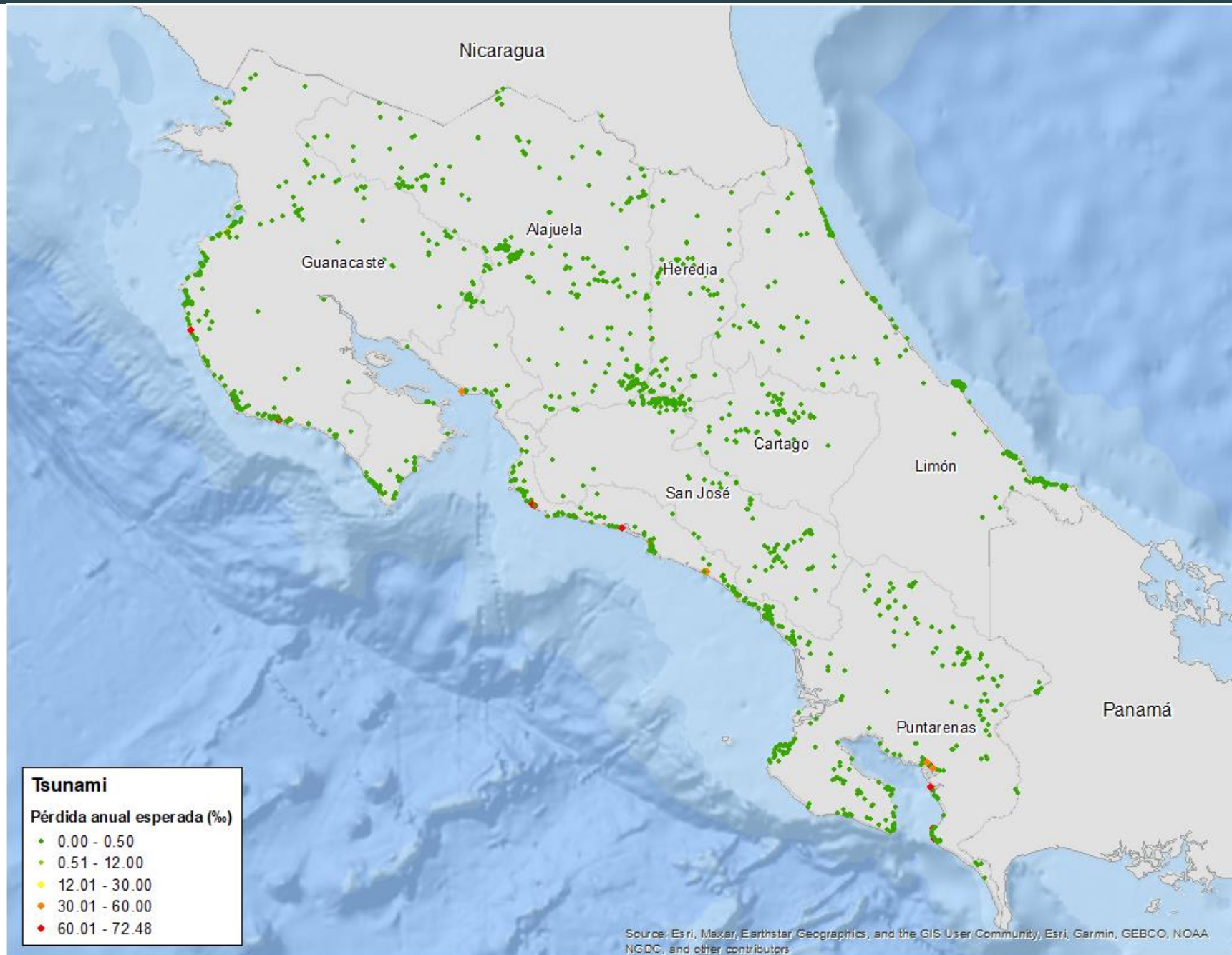
Curva de PML



Pérdida Anual Esperada (PAE) – Sismo

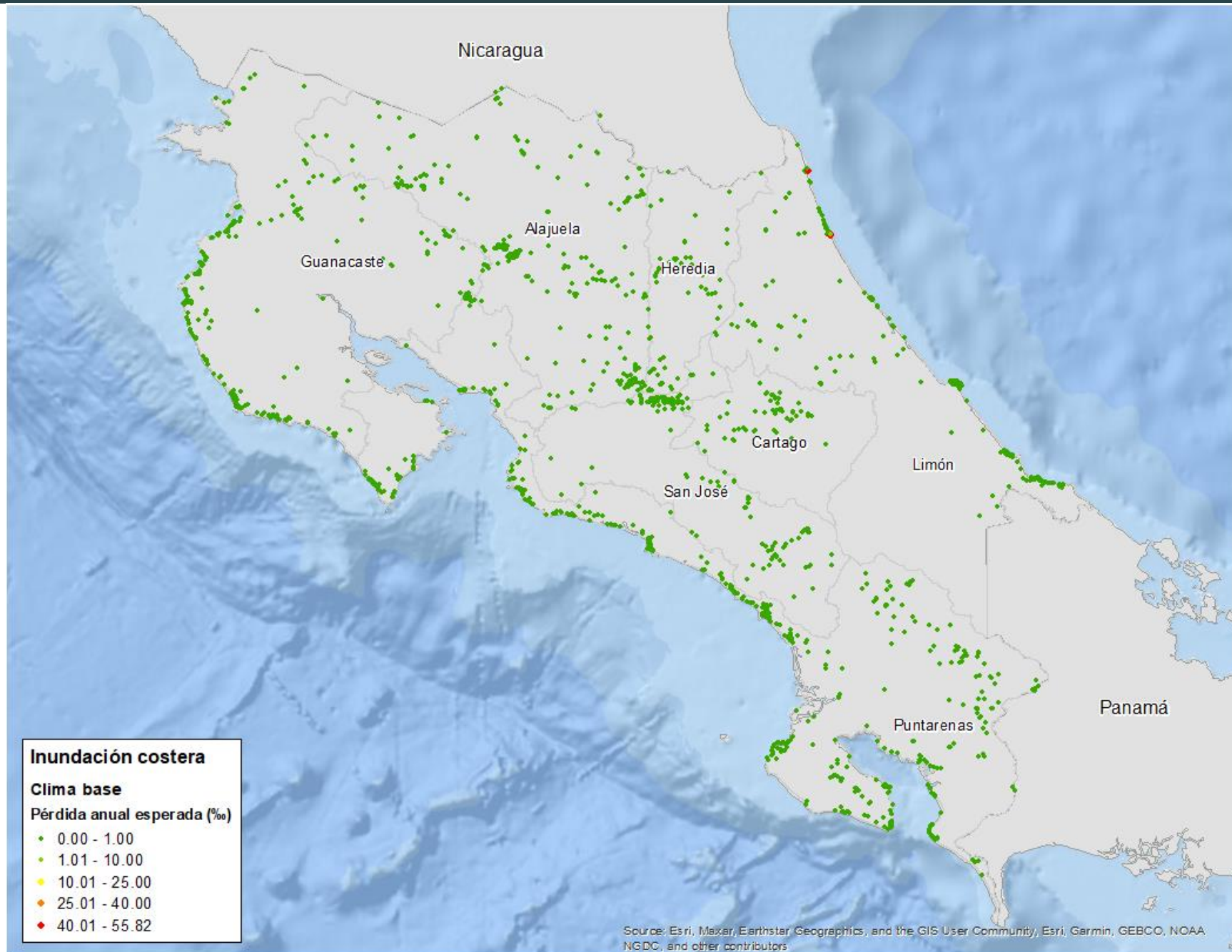


Pérdida Anual Esperada (PAE) – Tsunami



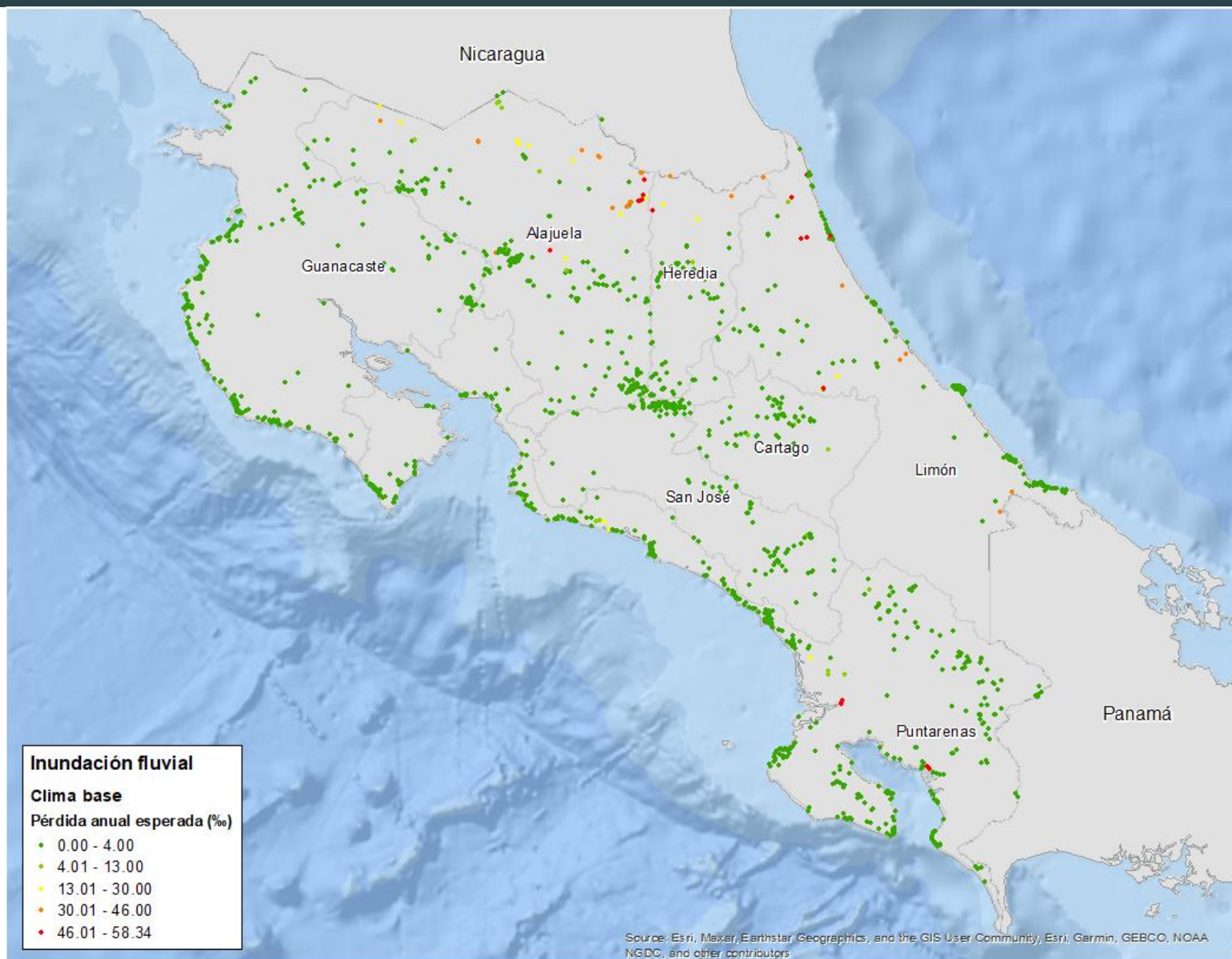
Pérdida Anual Esperada (PAE) – Inundación Costera

Clima base



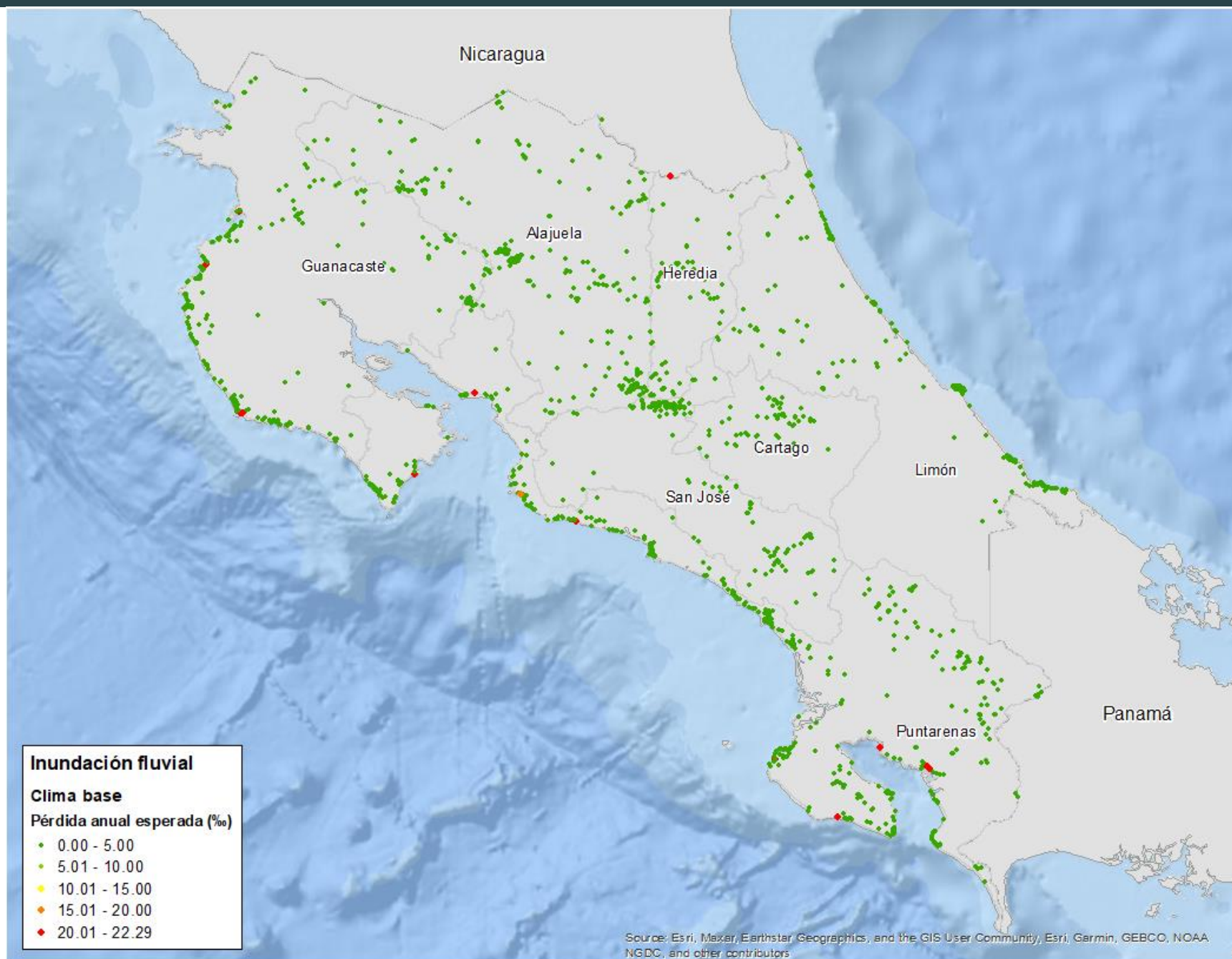
Pérdida Anual Esperada (PAE) – Inundación Fluvial

Clima base



Pérdida Anual Esperada (PAE) – Inundación Pluvial

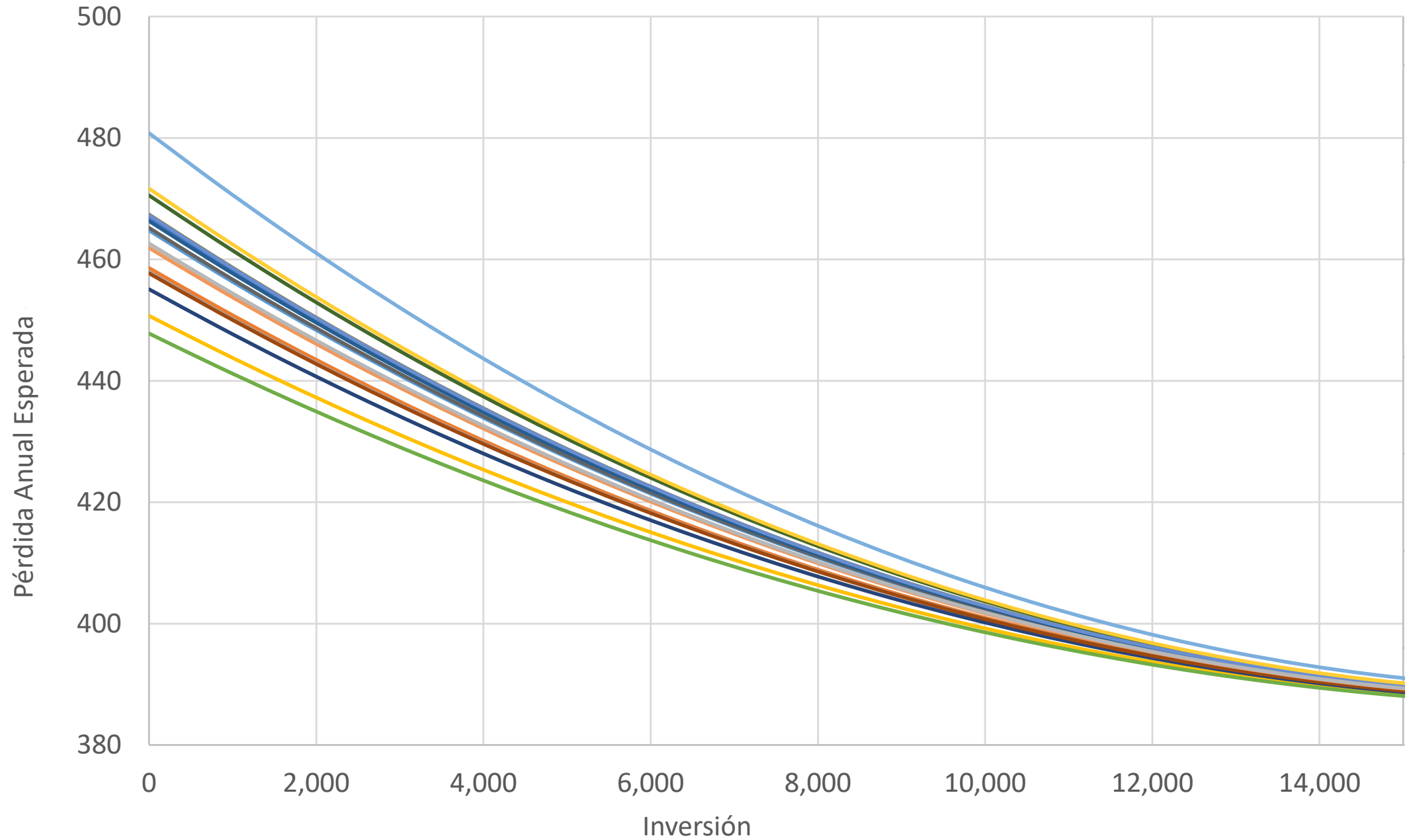
Clima base



Curvas de inversión

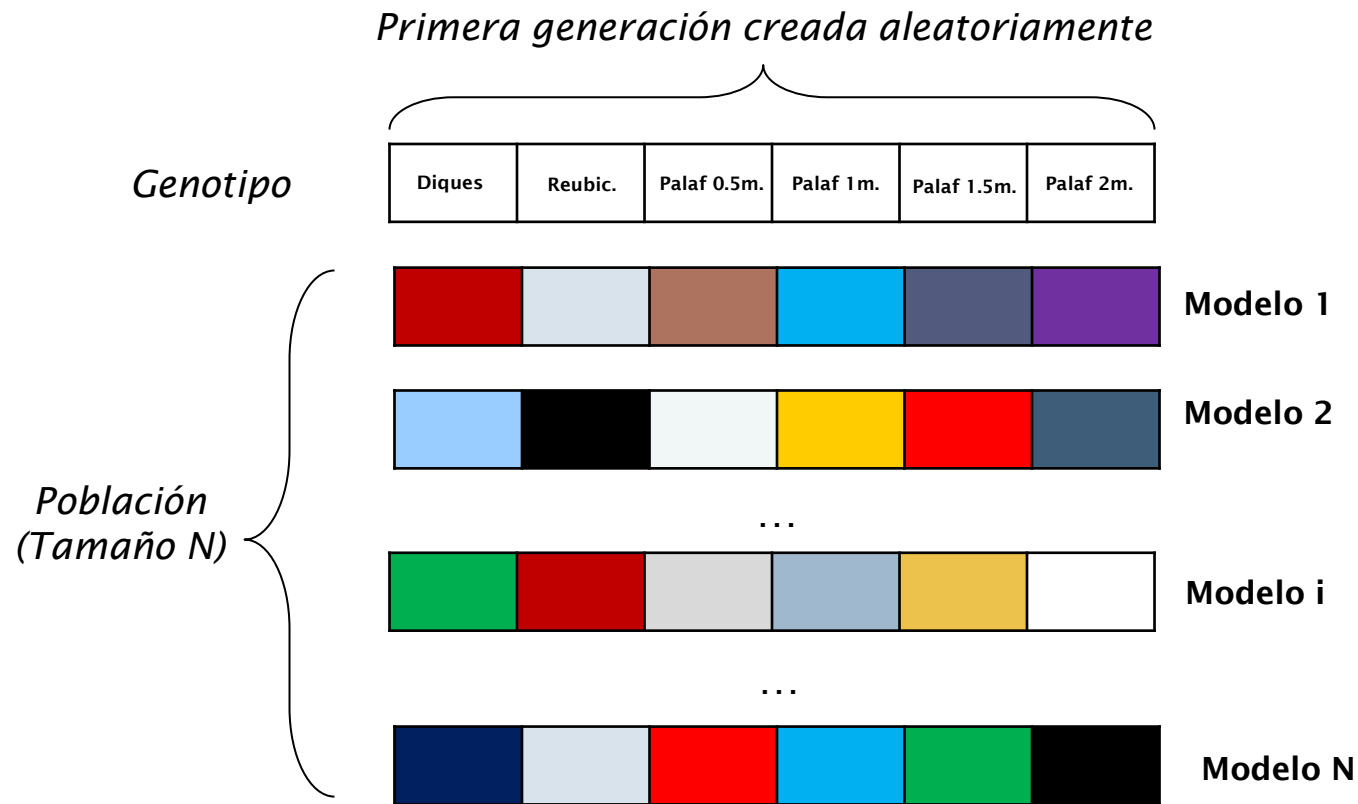
Cuantificación del riesgo con medidas de adaptación al cambio climático y gestión del riesgo

Curva de inversión

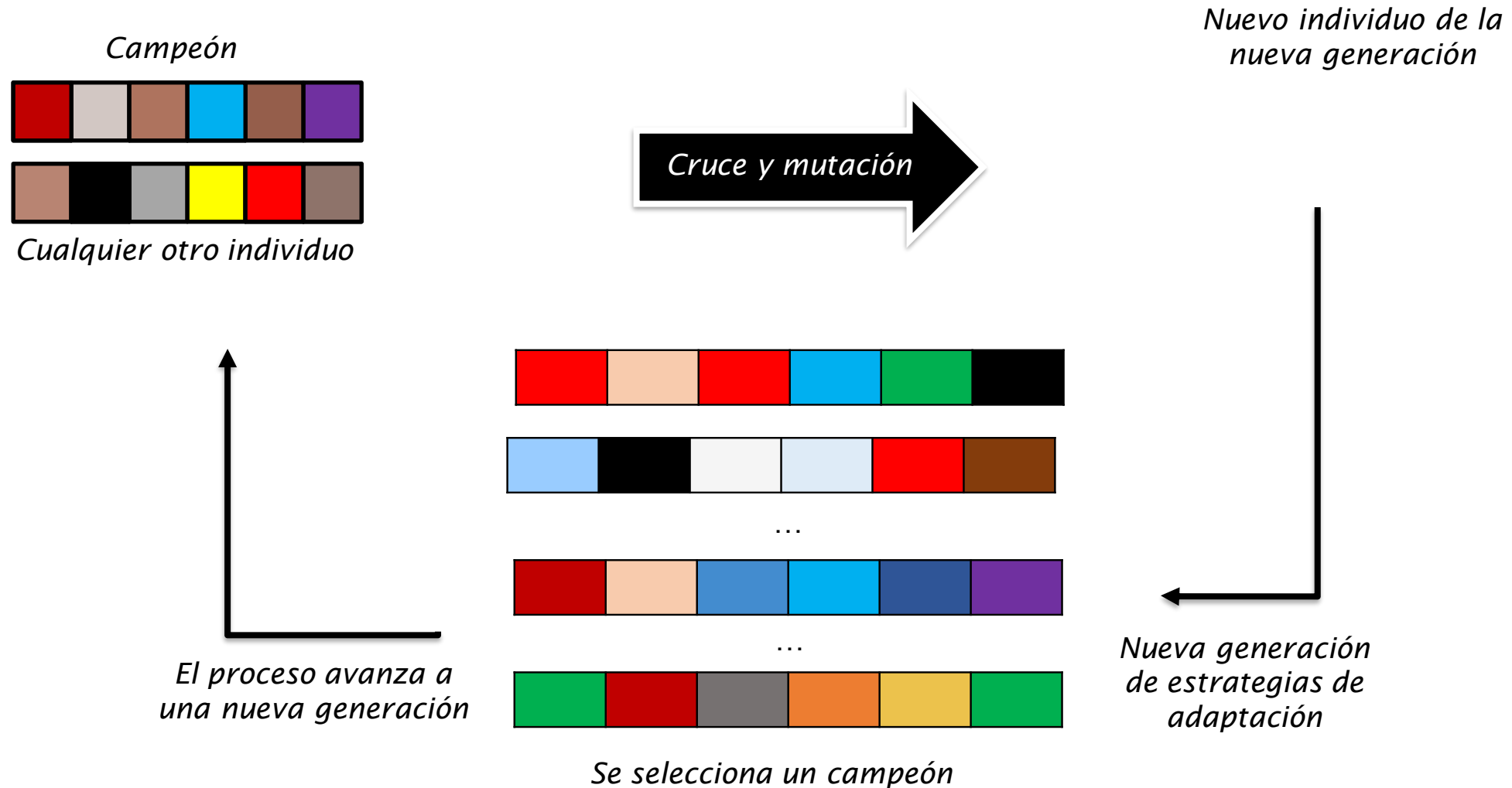


Curva de inversión
Se construye un algoritmo genético en el cual el genotipo de cada individuo está conformado por medidas de adaptación con diferentes parámetros y alcances.

Los individuos son estrategias de adaptación

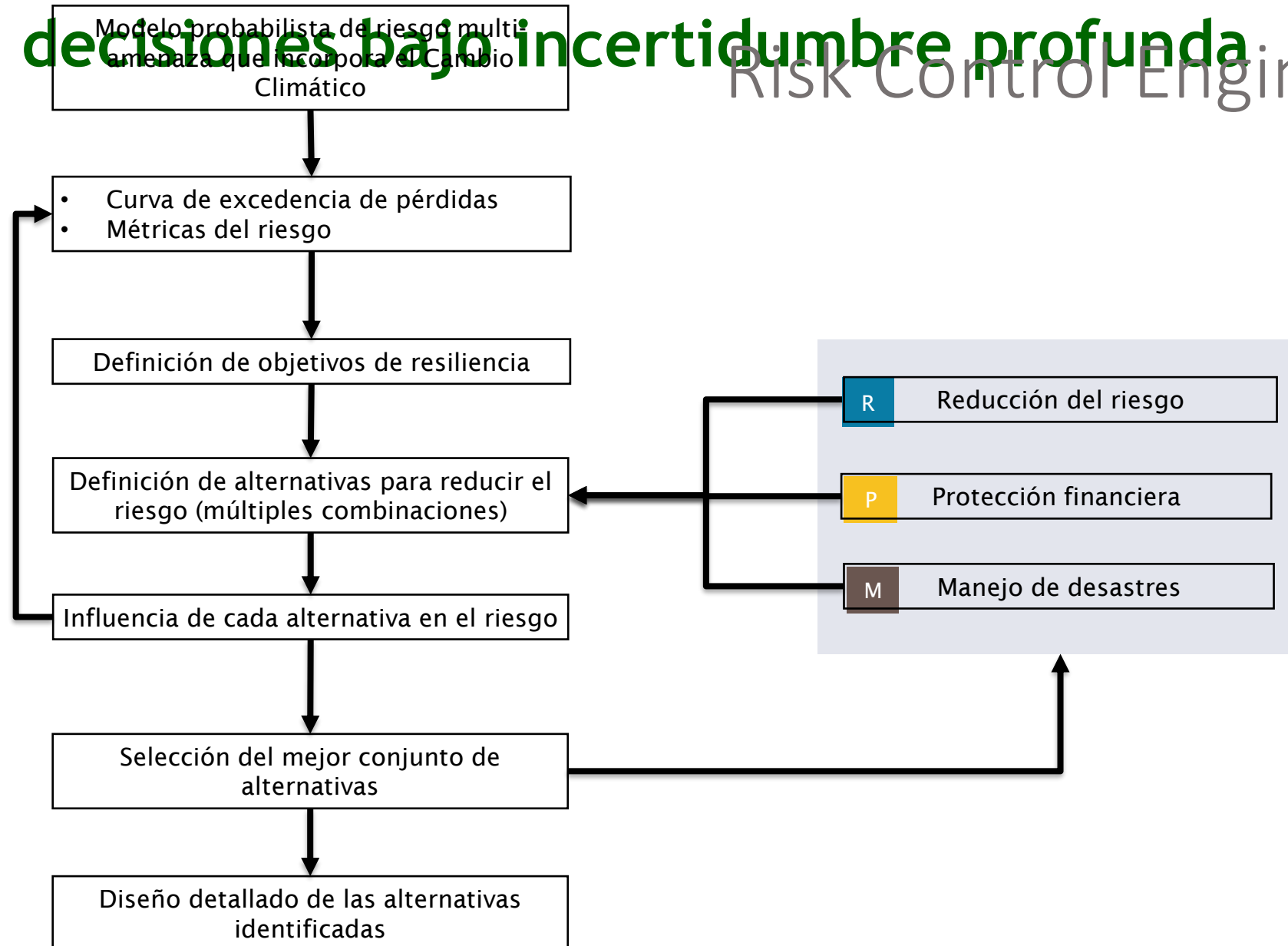


Curva de inversión
La población evoluciona mediante el cruce de los individuos de cada generación. El individuo que más eficiente en reducir la pérdida es el campeón de su generación.



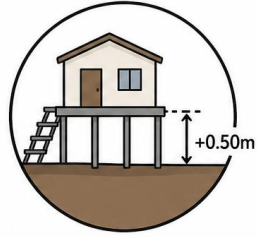
Toma de decisiones bajo incertidumbre profunda

Risk Control Engineering



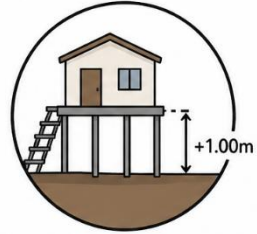
Medidas de adaptación a ser evaluadas Hoteles -

In



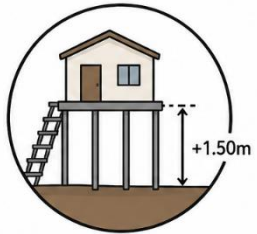
Estructura
palafítica (+0.50m)

0.48*Valoración económica



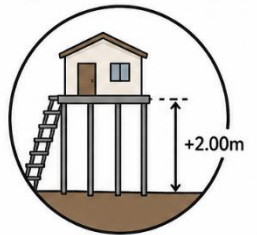
Estructura
palafítica (+1.00m)

0.58*Valoración económica



Estructura
palafítica (+1.50m)

0.70*Valoración económica



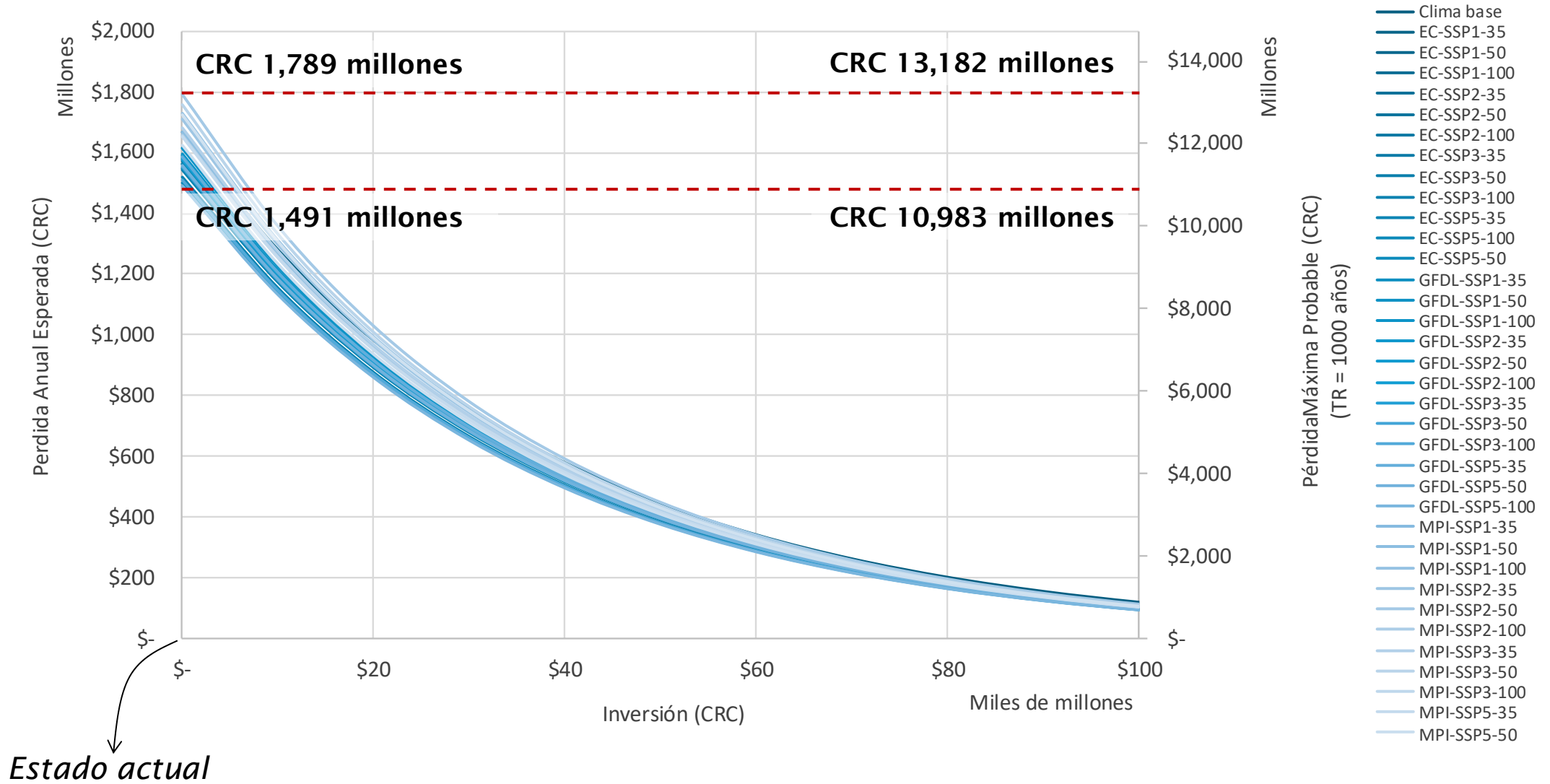
Estructura
palafítica (+2.00m)

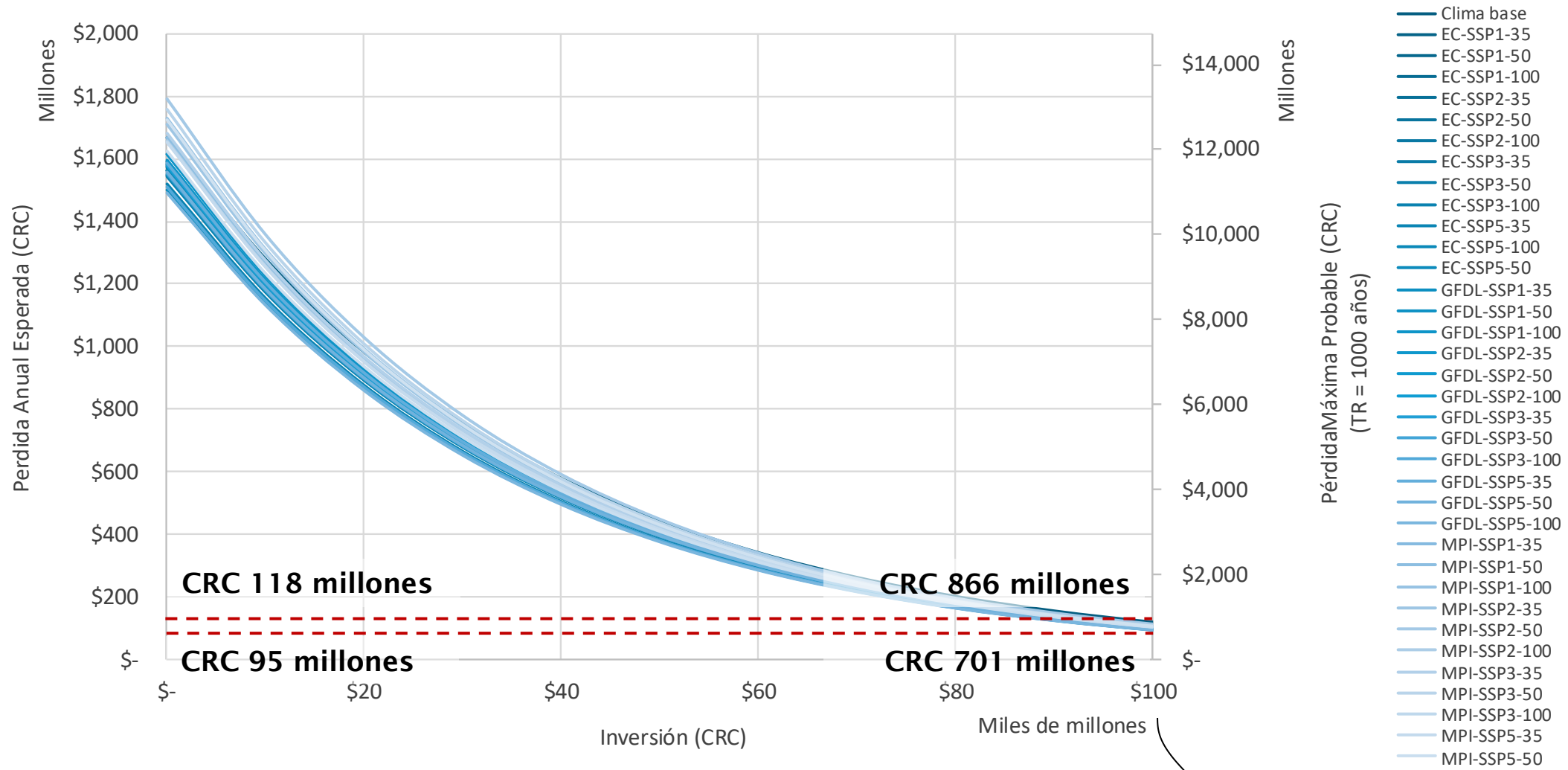
0.82*Valoración económica



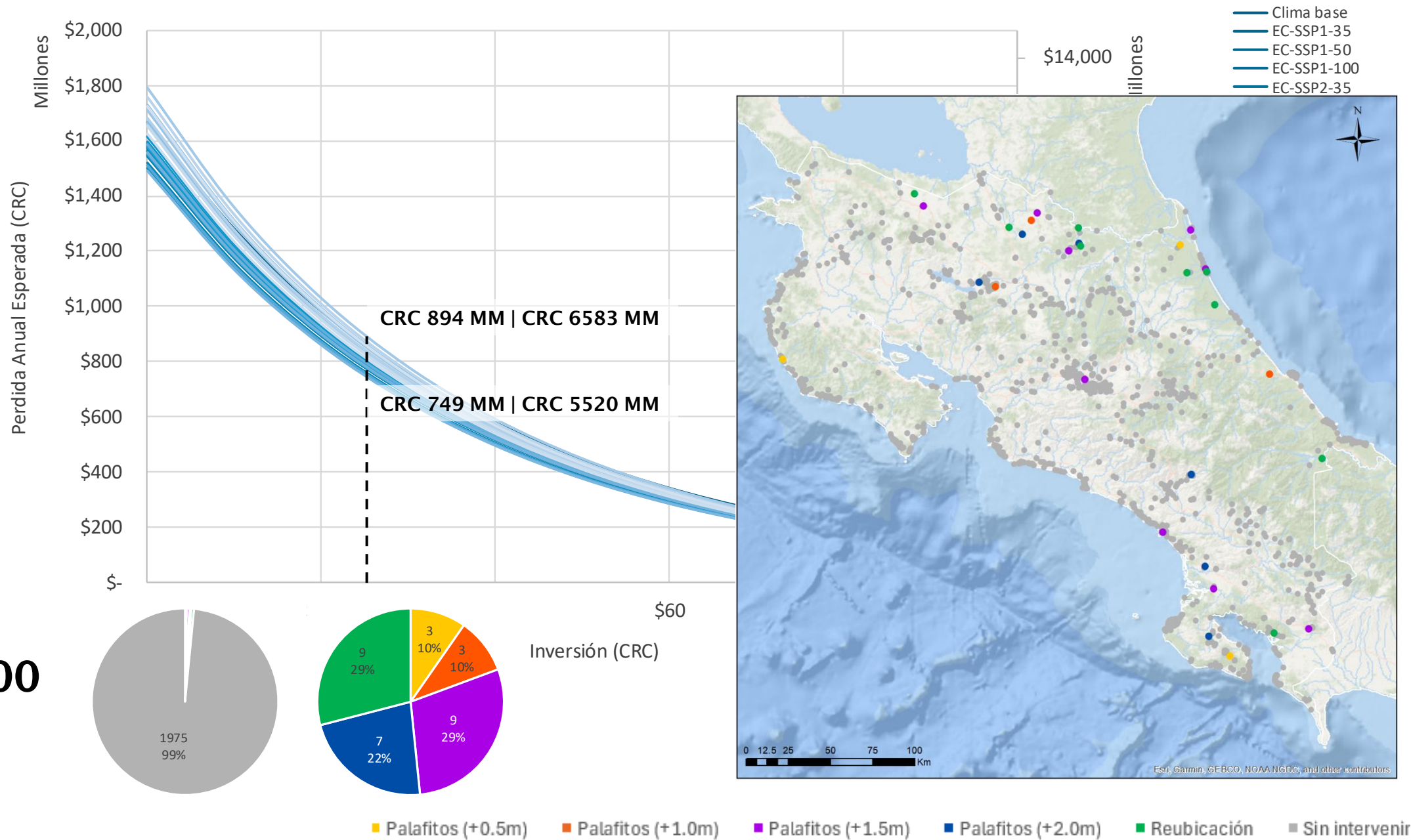
Reubicación

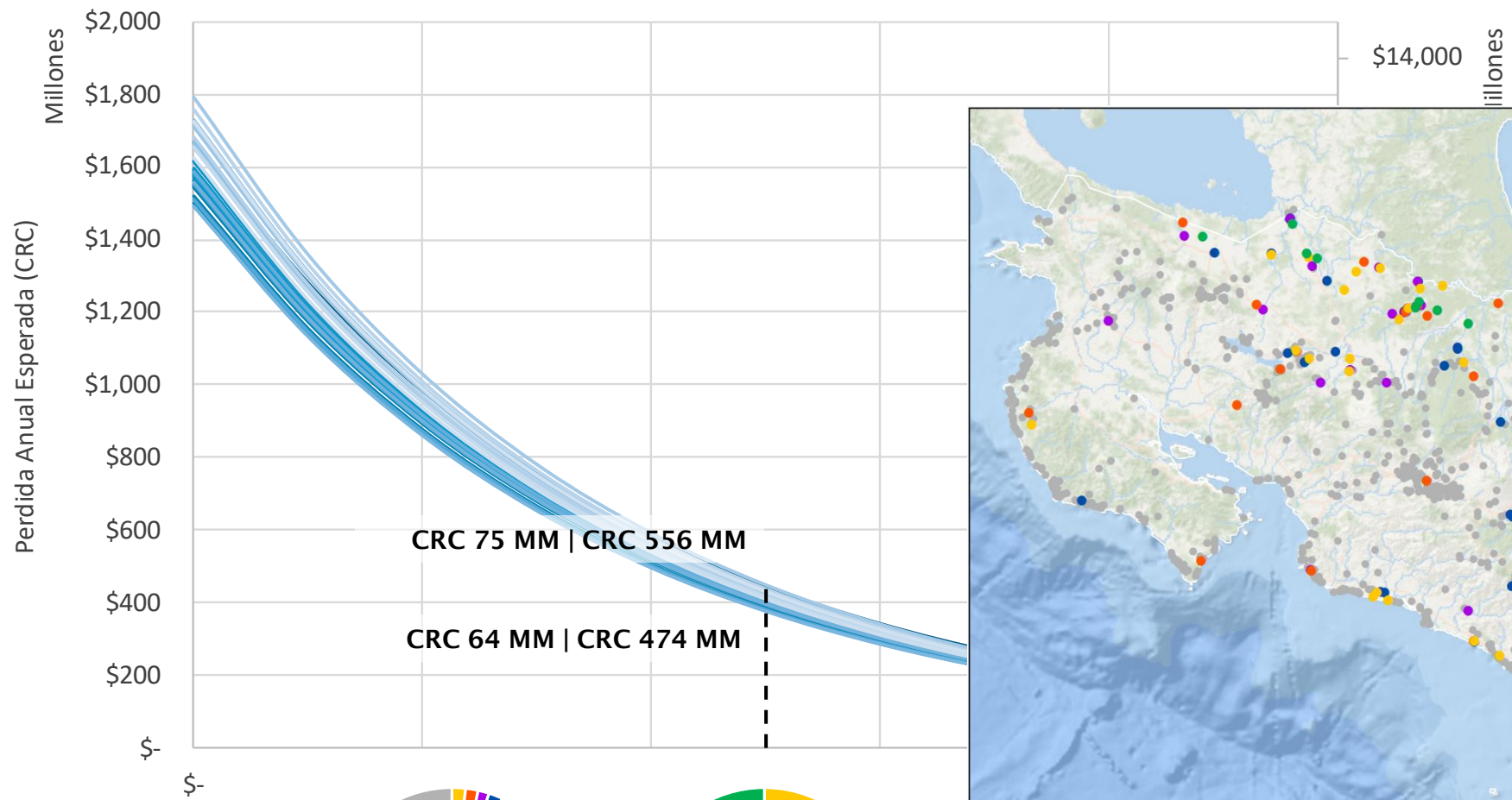
1.80*Valoración económica



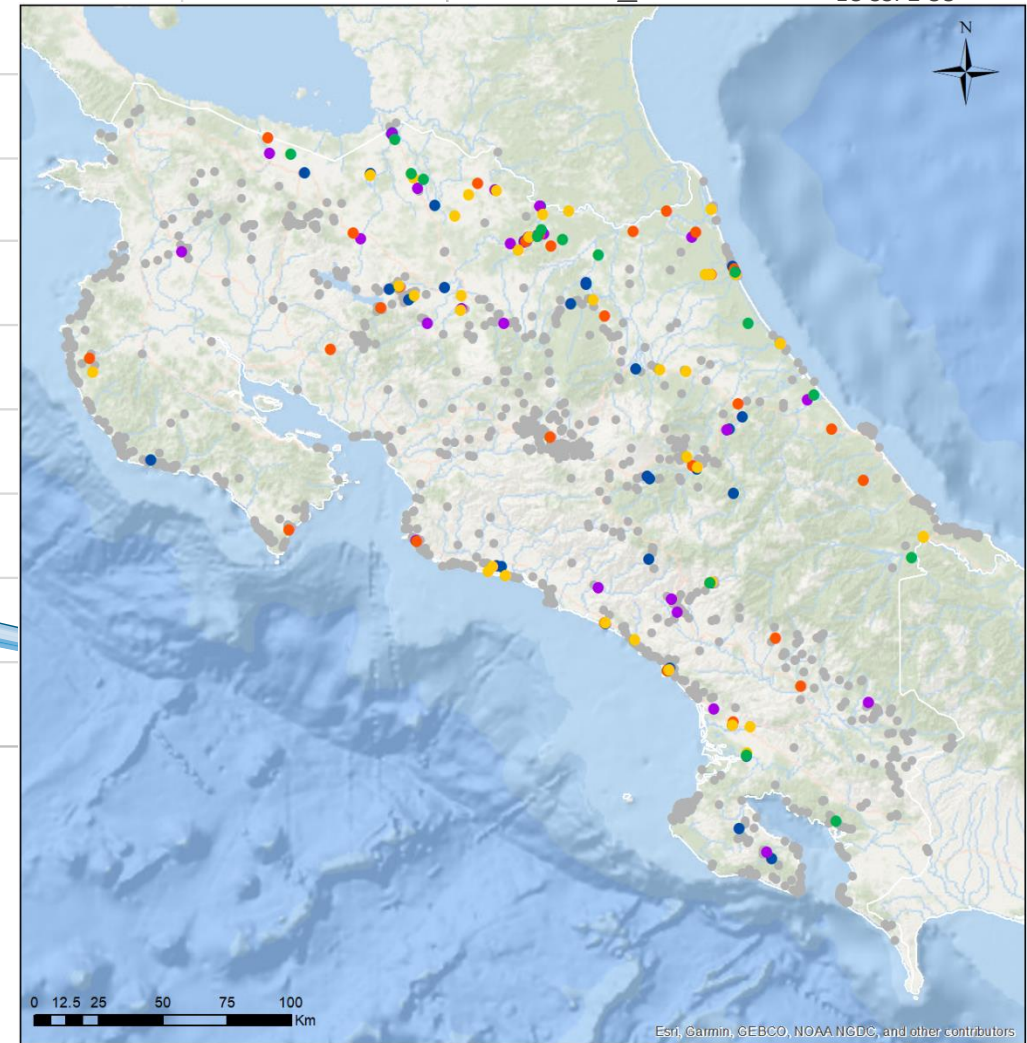
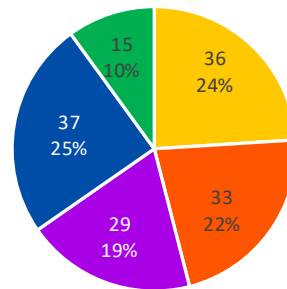
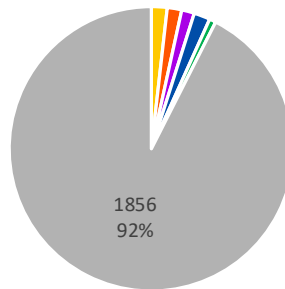


CRC 25,000 millones

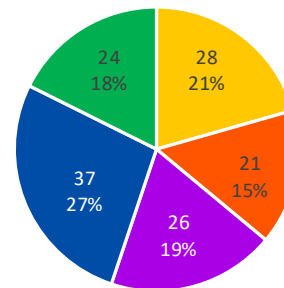
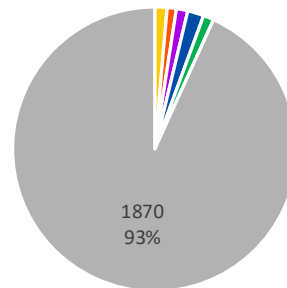
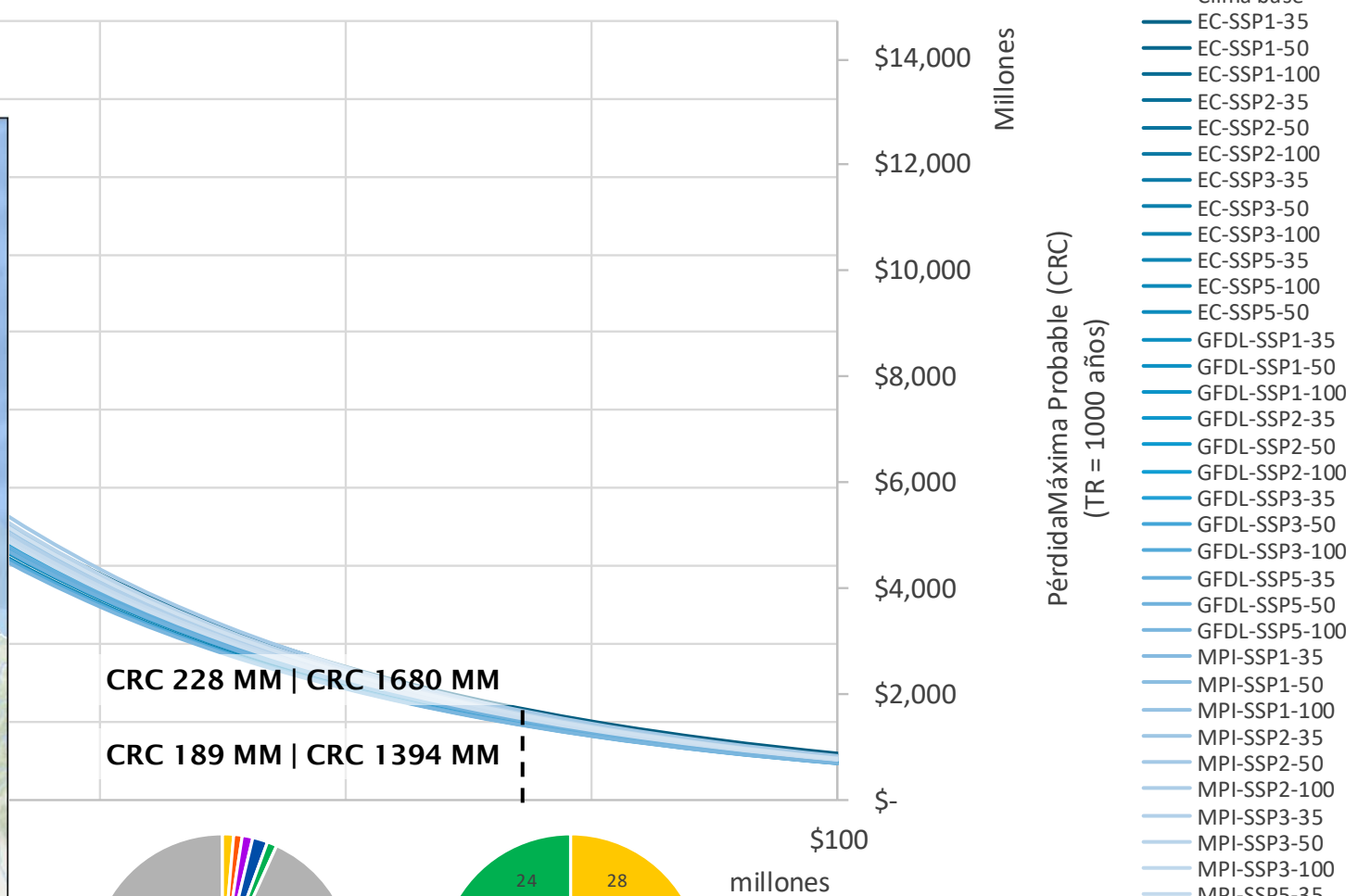
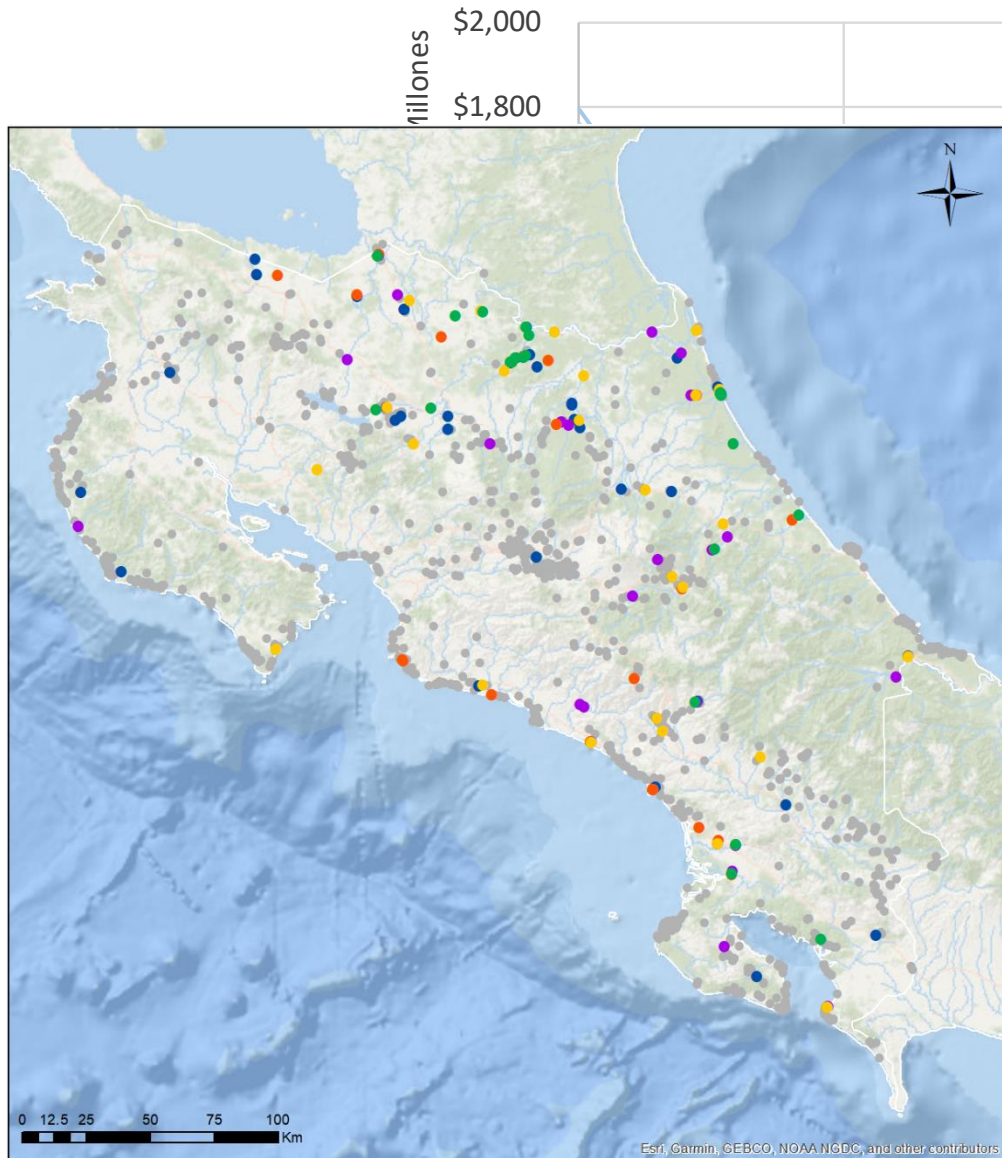




CRC 50,000 millones



■ Palafitos (+0.5m) ■ Palafitos (+1.0m) ■ Palafitos (+1.5m) ■ Palafitos (+2.0m) ■ Reubicación ■ Sin intervenir



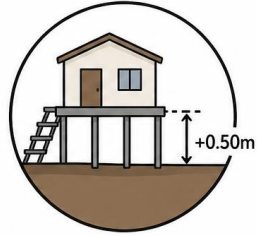
CRC 75,000 millones

■ Palafitos (+0.5m) ■ Palafitos (+1.0m) ■ Palafitos (+1.5m) ■ Palafitos (+2.0m) ■ Reubicación ■ Sin intervenir

Medidas de adaptación a ser evaluadas Hoteles -

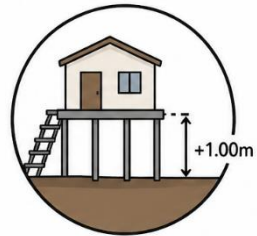
In

n costera



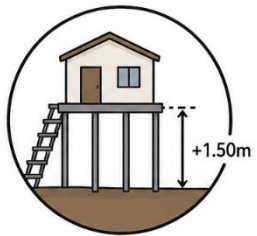
Estructura
palafítica (+0.50m)

0.48*Valoración económica



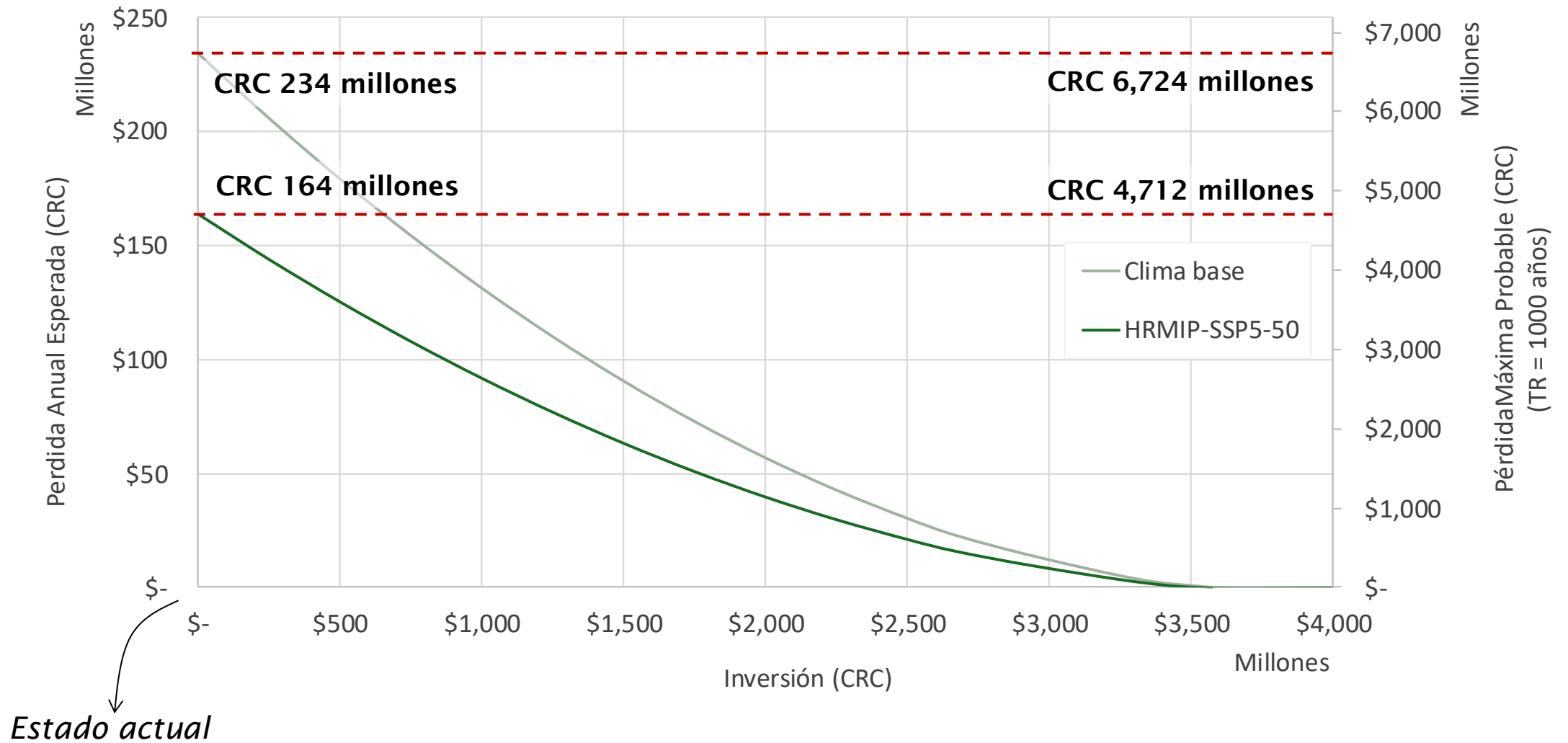
Estructura
palafítica (+1.00m)

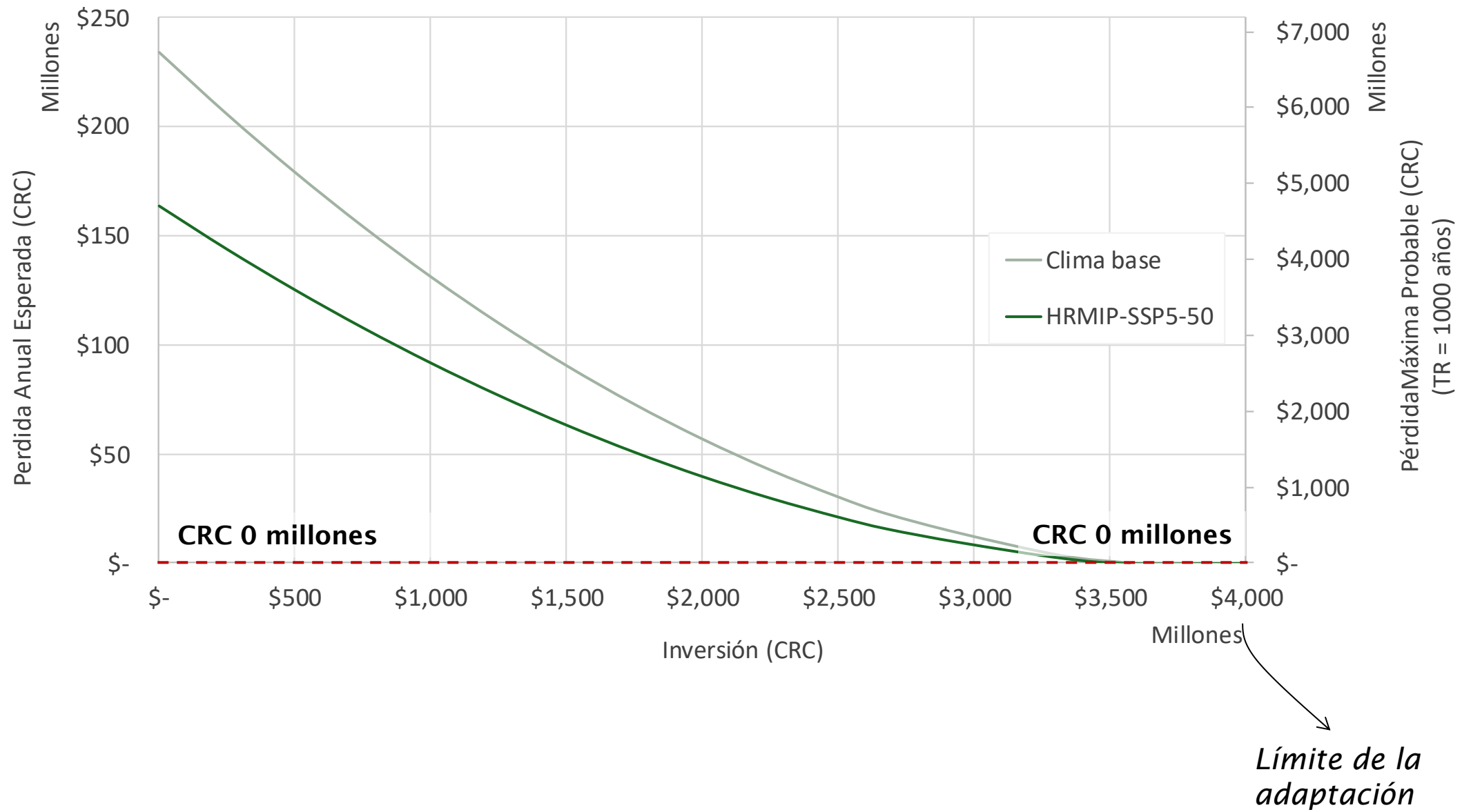
0.58*Valoración económica



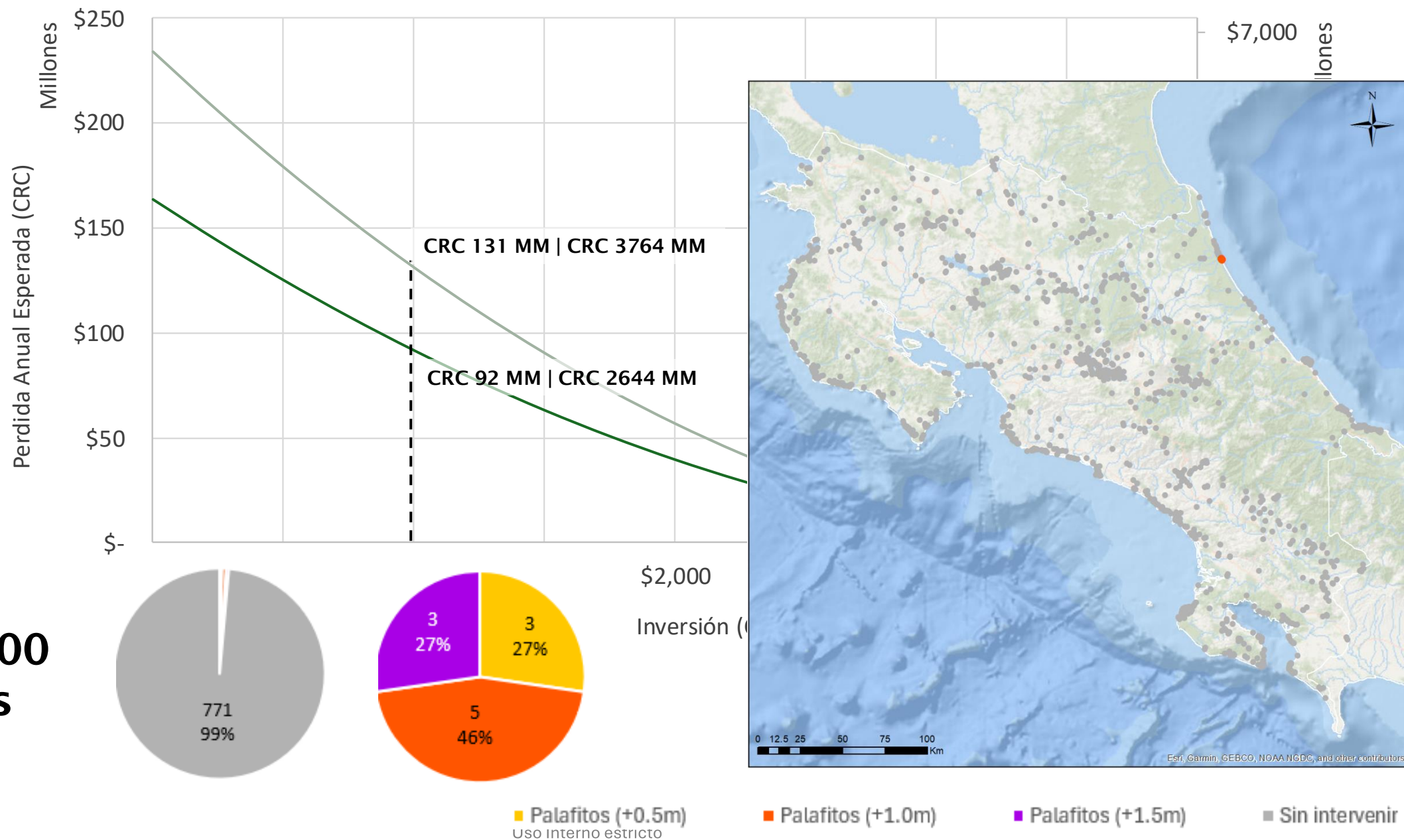
Estructura
palafítica (+1.50m)

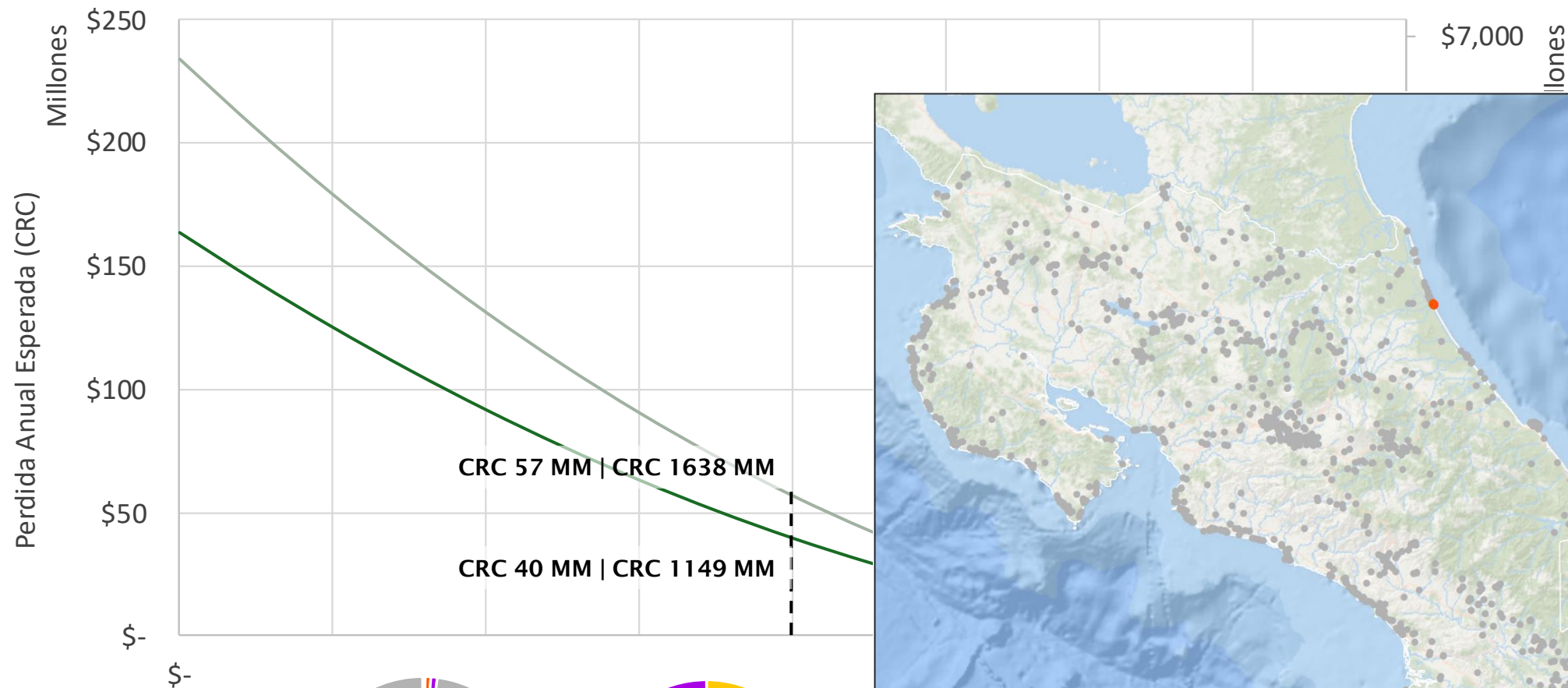
0.70*Valoración económica



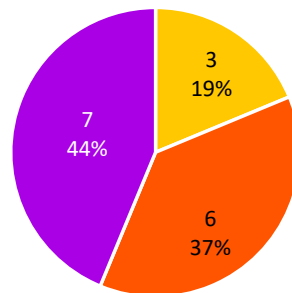
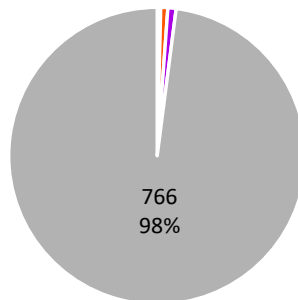


CRC 1,000 millones





CRC 2,000 millones

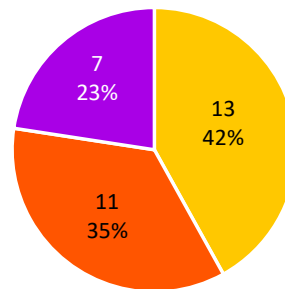
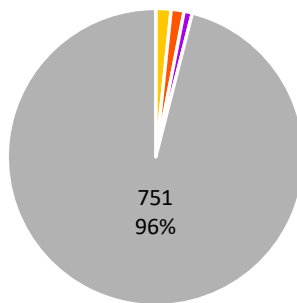
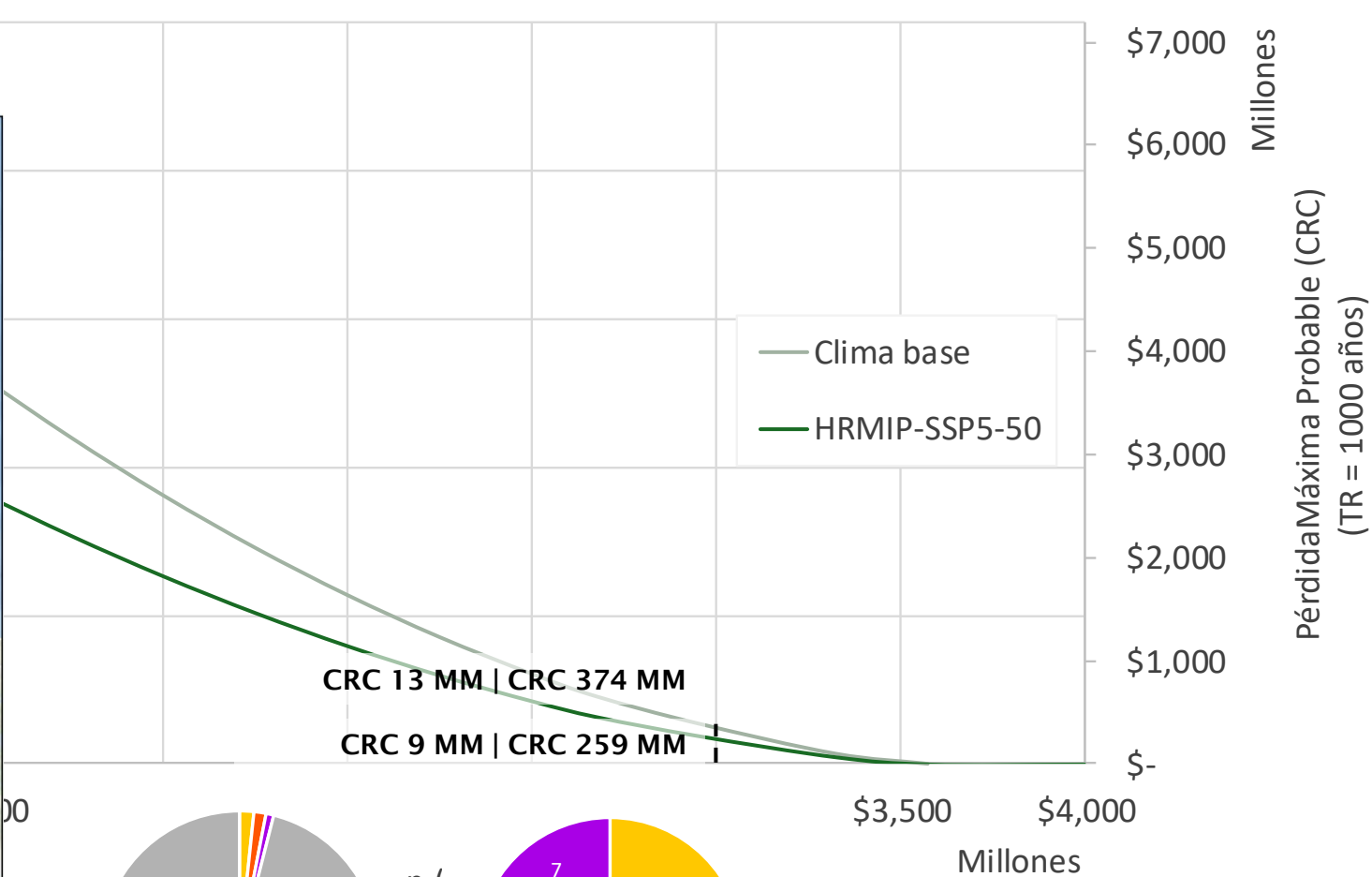
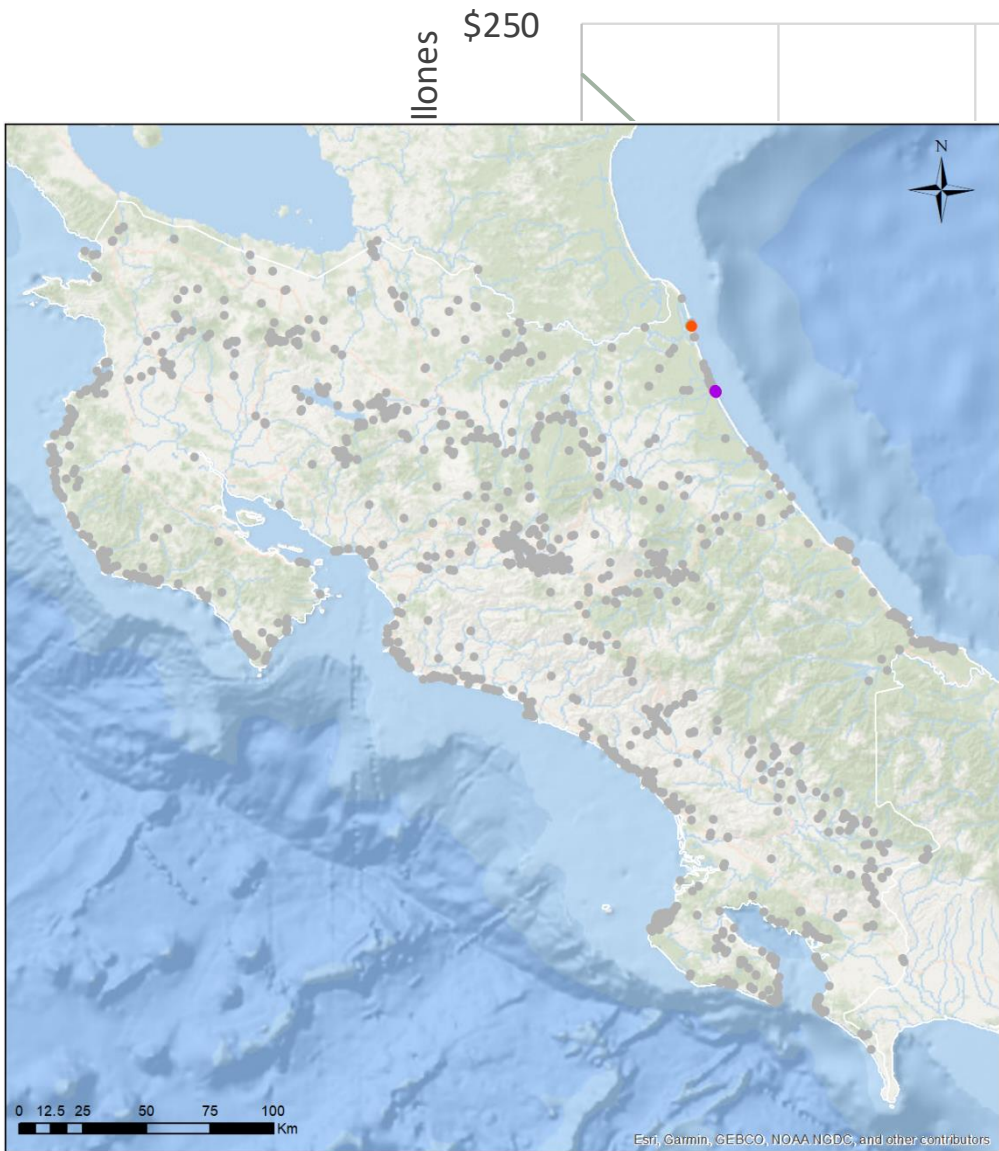


Palafitos (+0.5m)
Uso Interno estricto

Palafitos (+1.0m)

Palafitos (+1.5m)

Sin intervenir



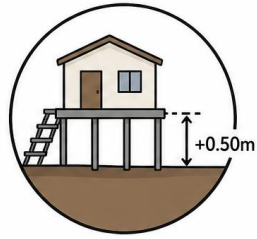
CRC 3,000 millones

■ Palafitos (+0.5m) ■ Palafitos (+1.0m) ■ Palafitos (+1.5m)

■ Sin intervenir
Uso Interno estricto

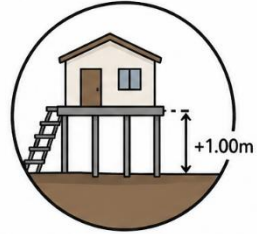
Medidas de adaptación a ser evaluadas Hoteles -

Tsl



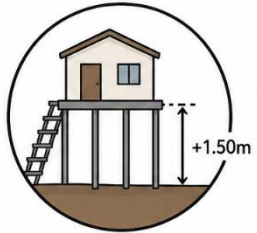
Estructura
palafítica (+0.50m)

0.48*Valoración económica



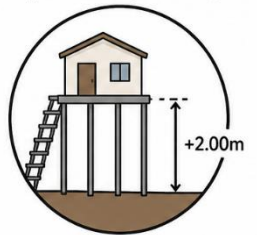
Estructura
palafítica (+1.00m)

0.58*Valoración económica



Estructura
palafítica (+1.50m)

0.70*Valoración económica



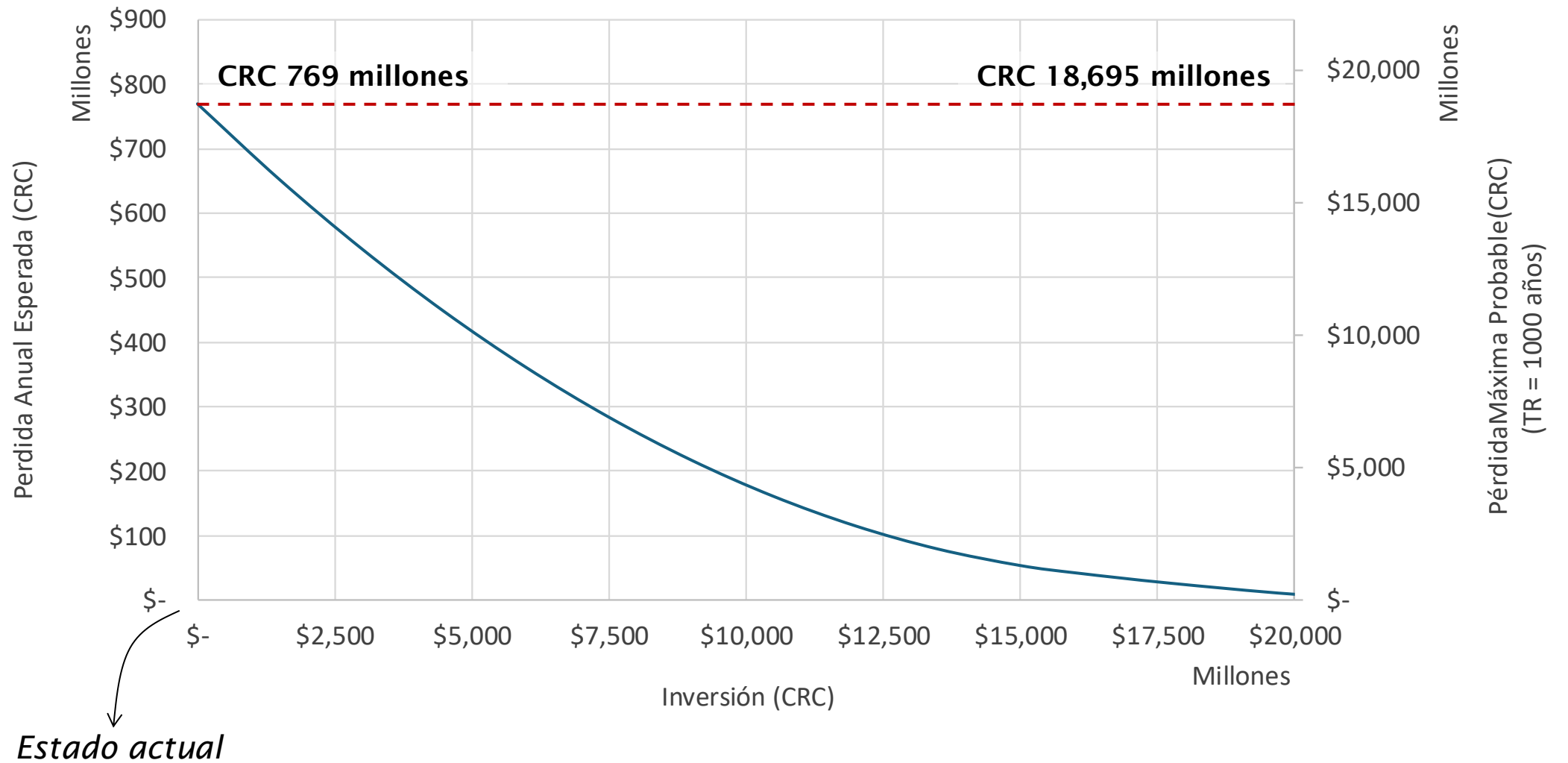
Estructura
palafítica (+2.00m)

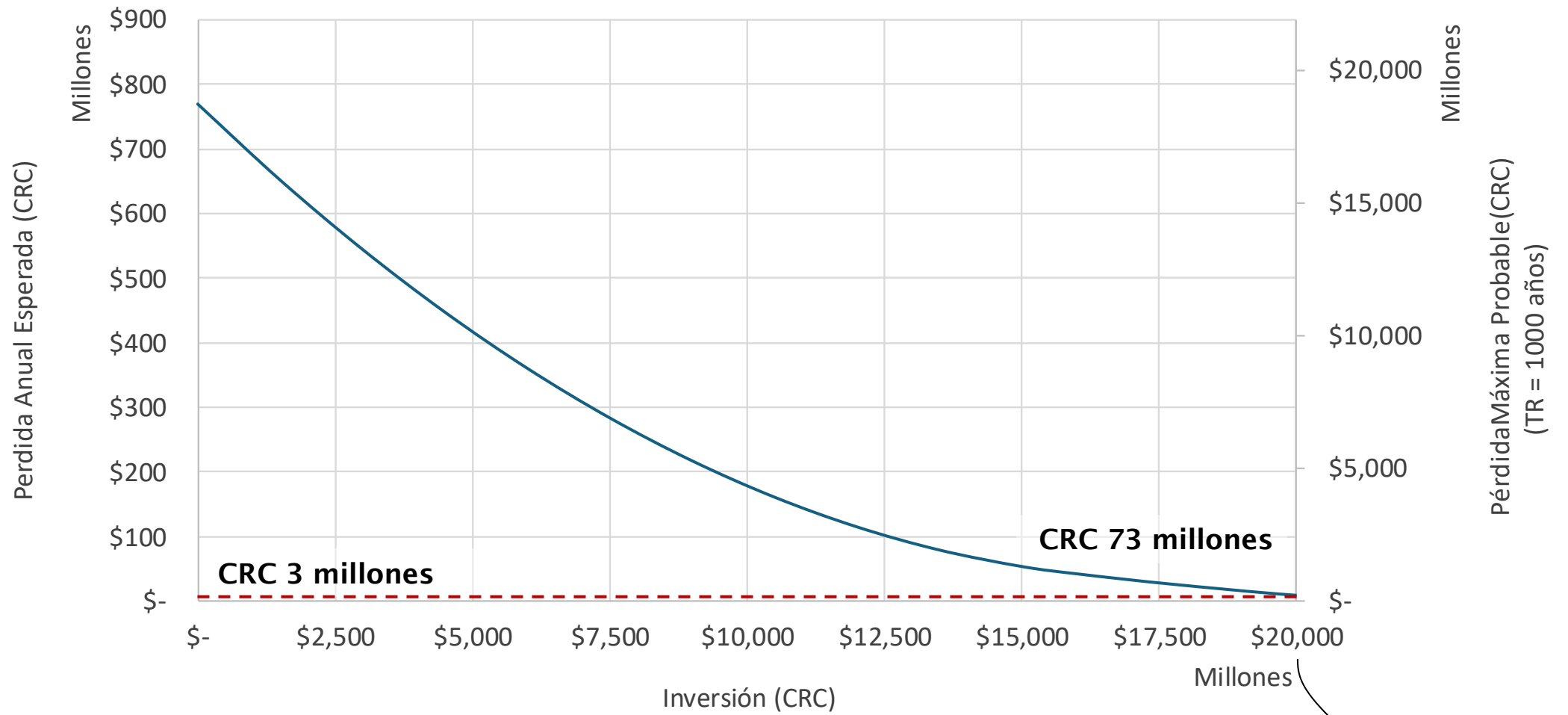
0.82*Valoración económica



Reubicación

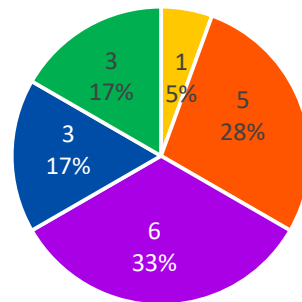
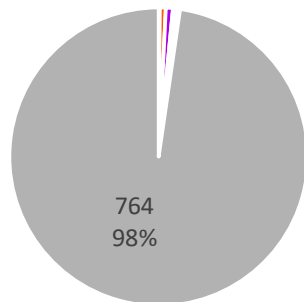
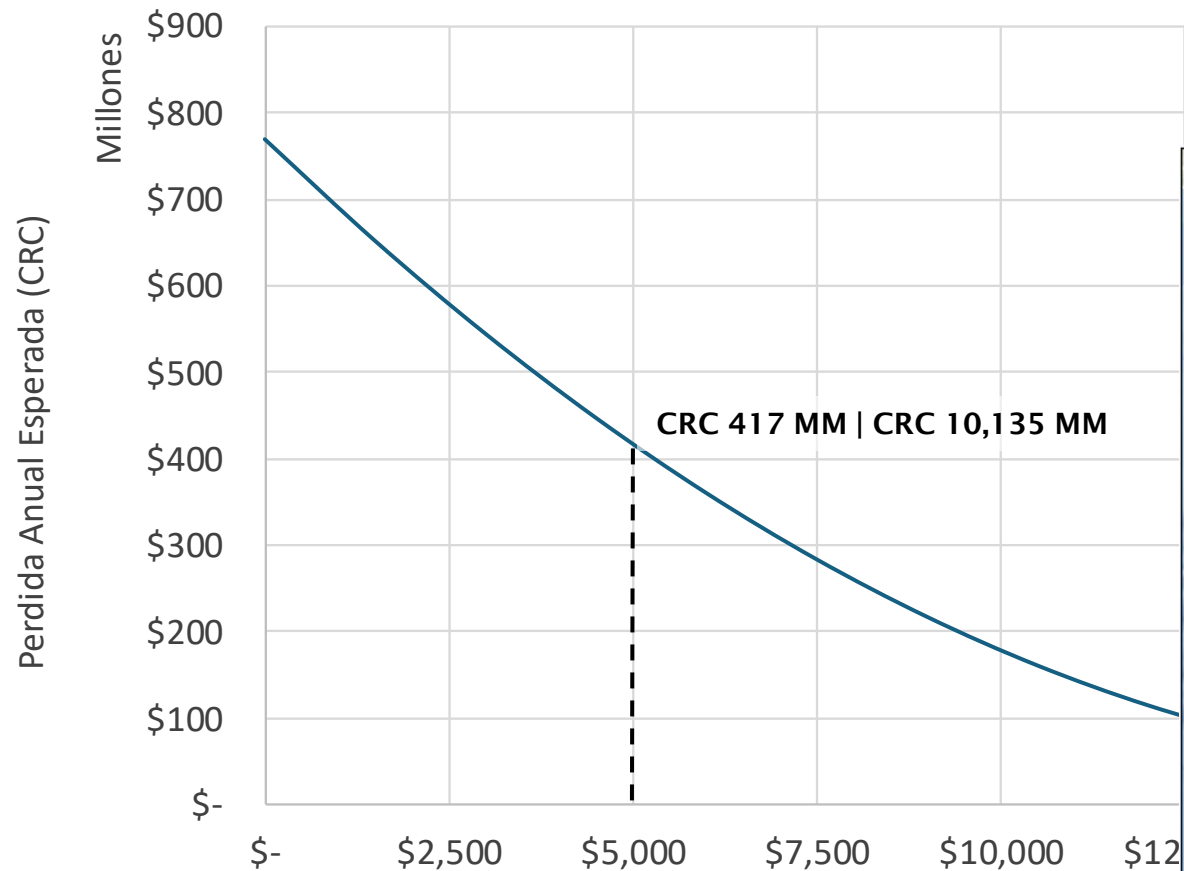
1.80*Valoración económica



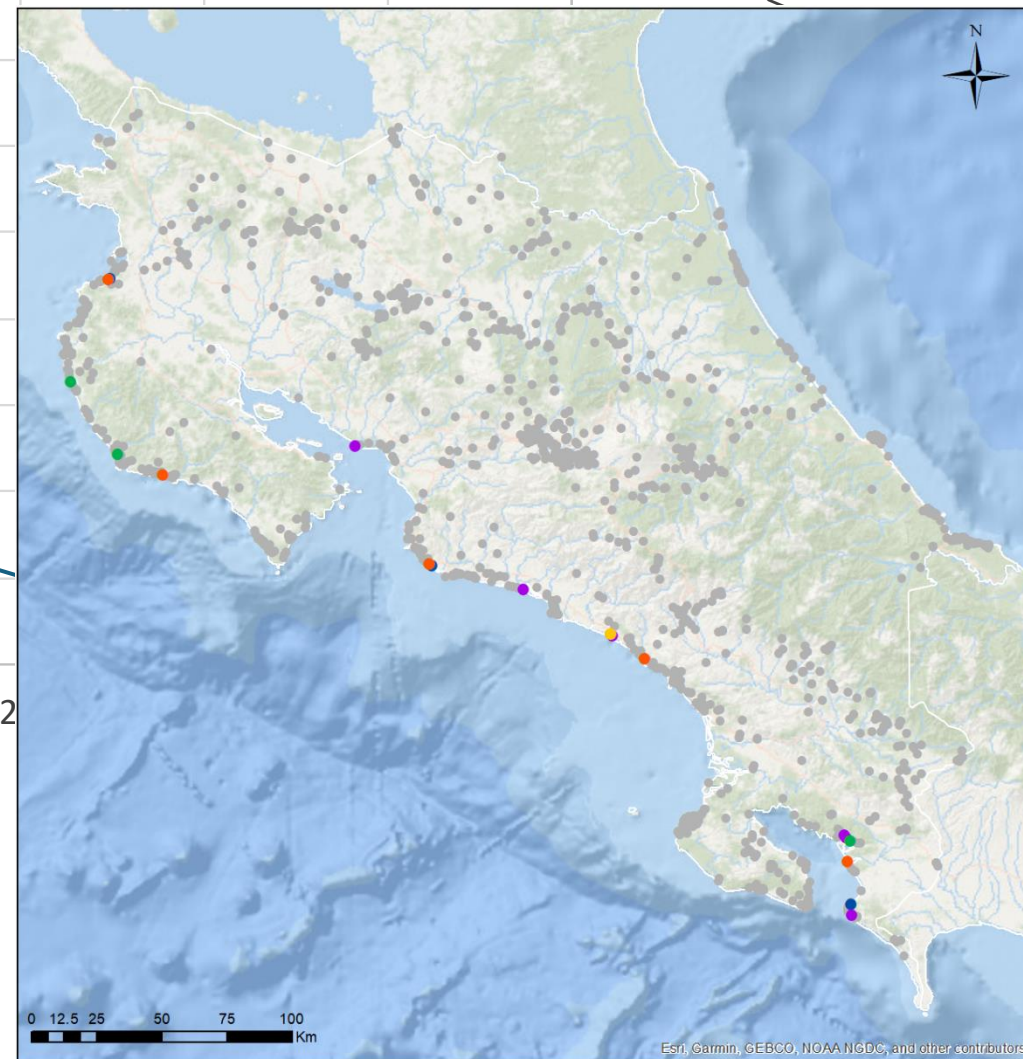


Límite de la adaptación

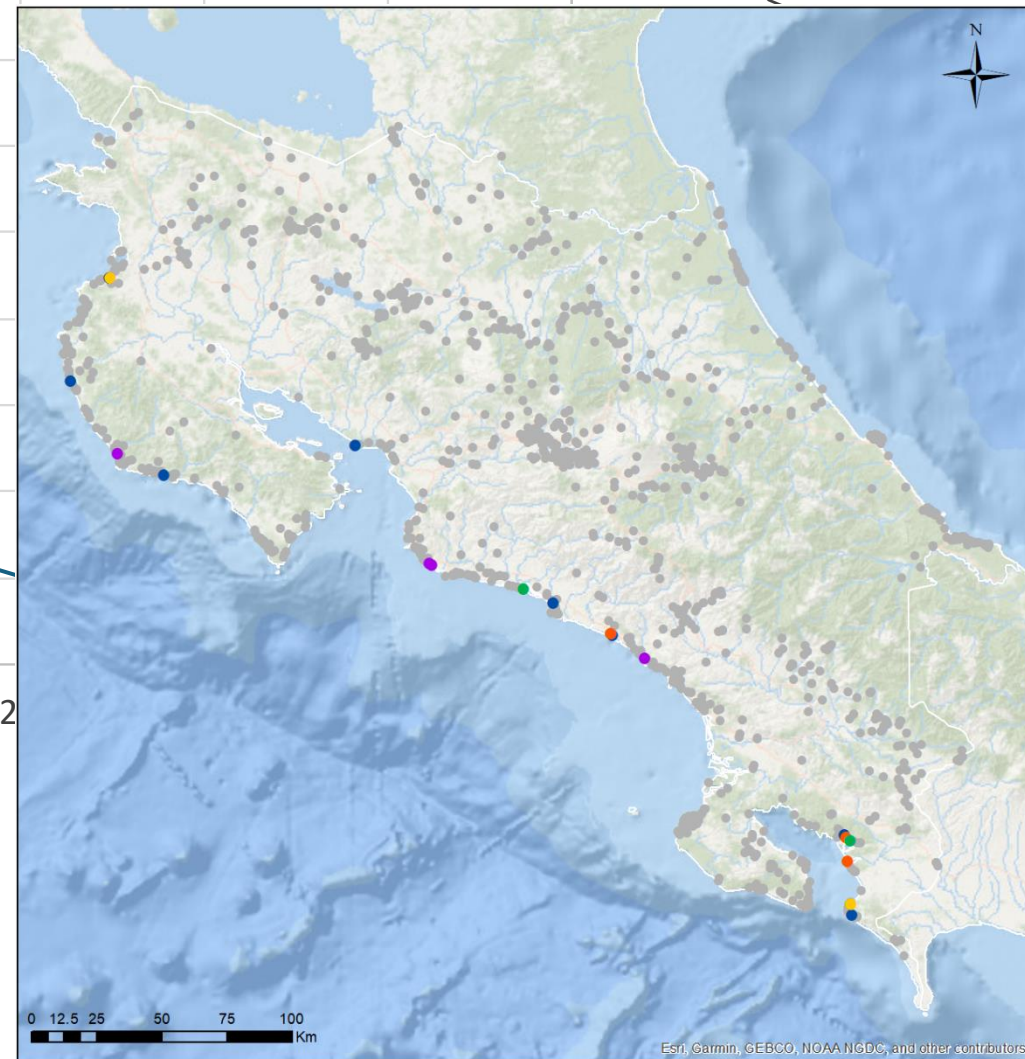
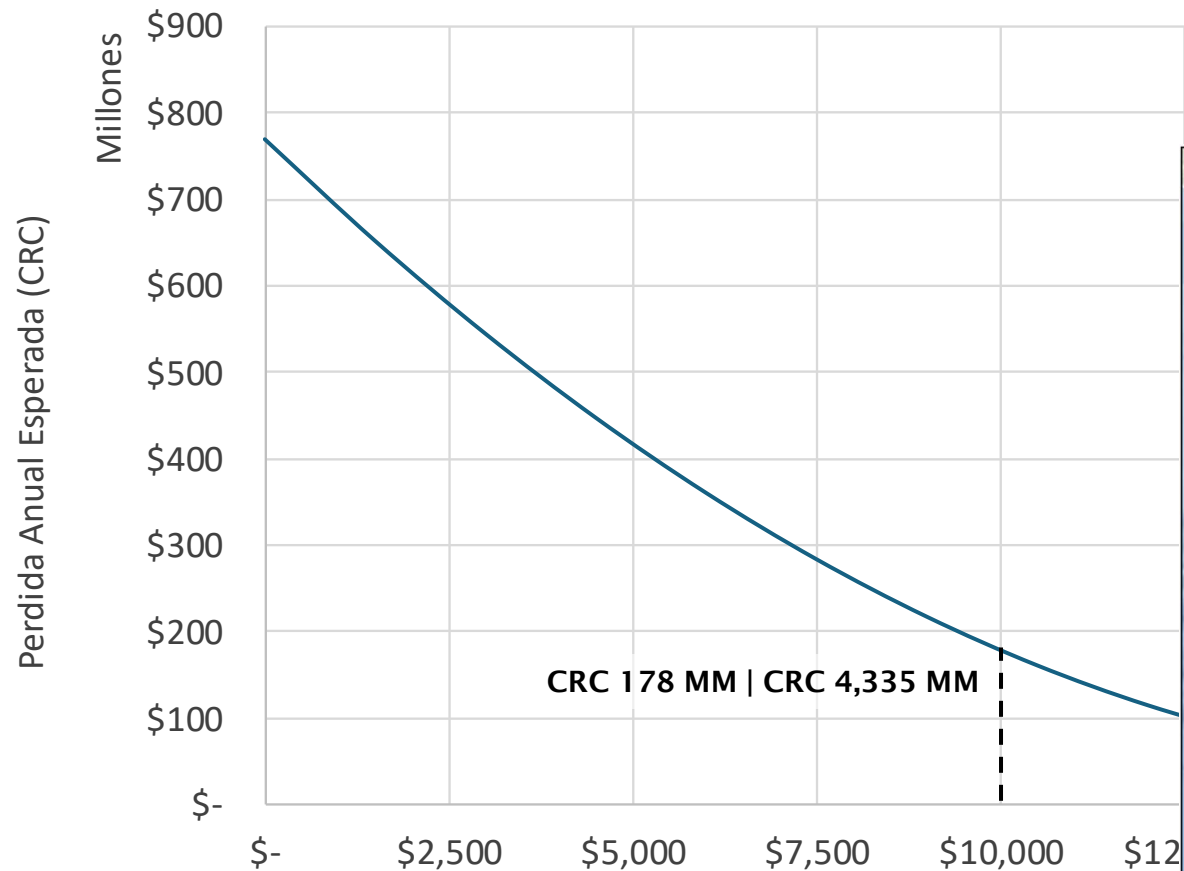
CRC 5,000 millones



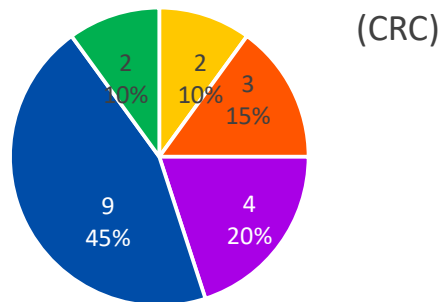
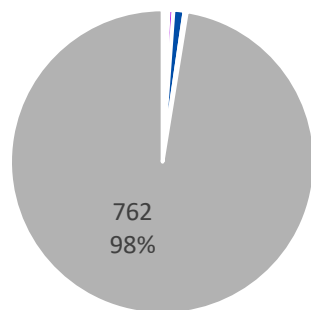
sión (CRC)



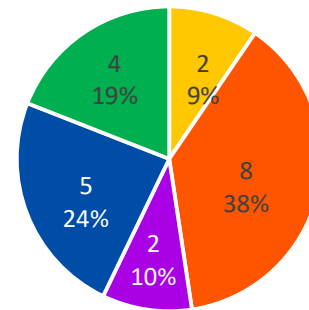
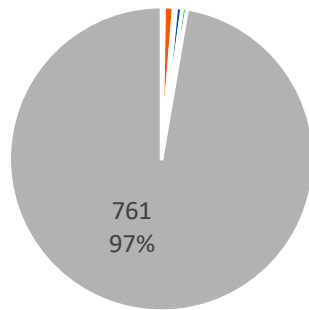
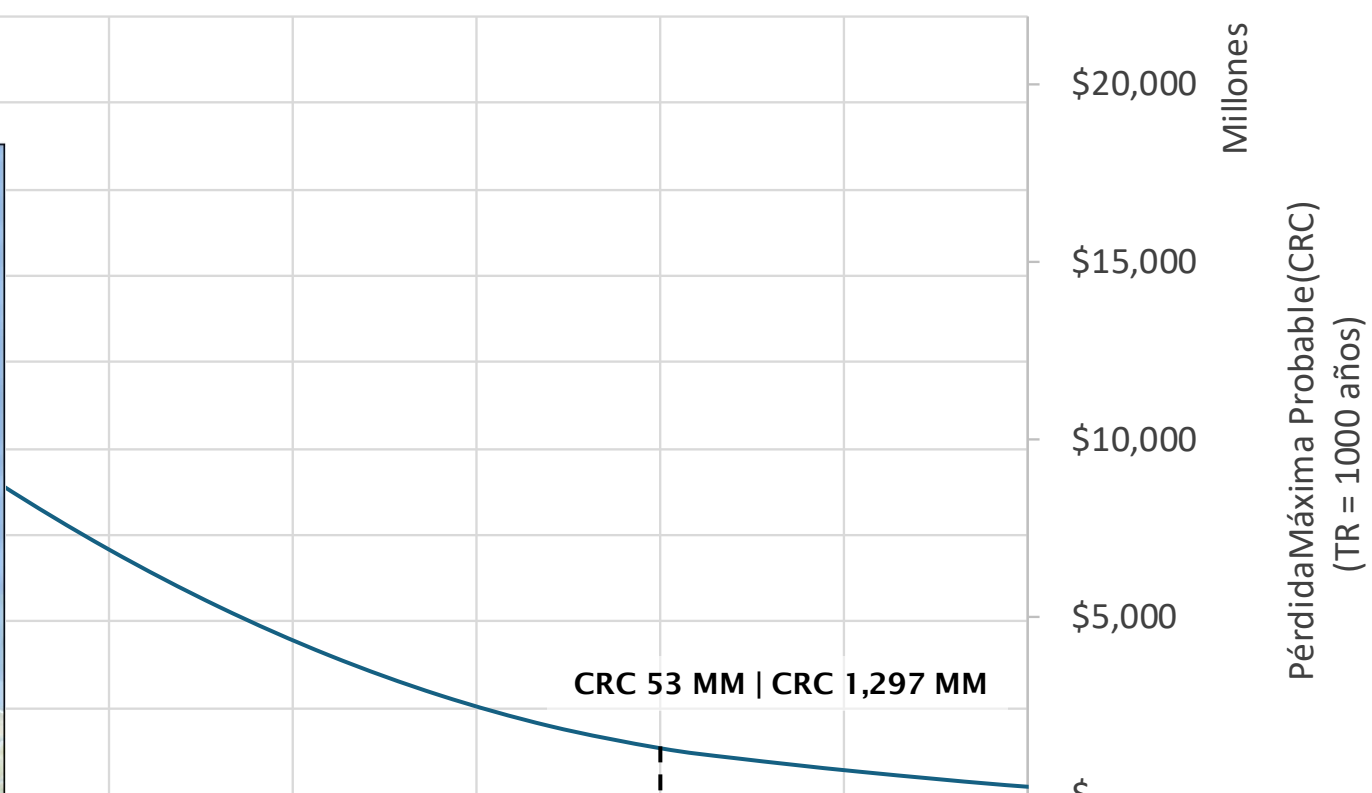
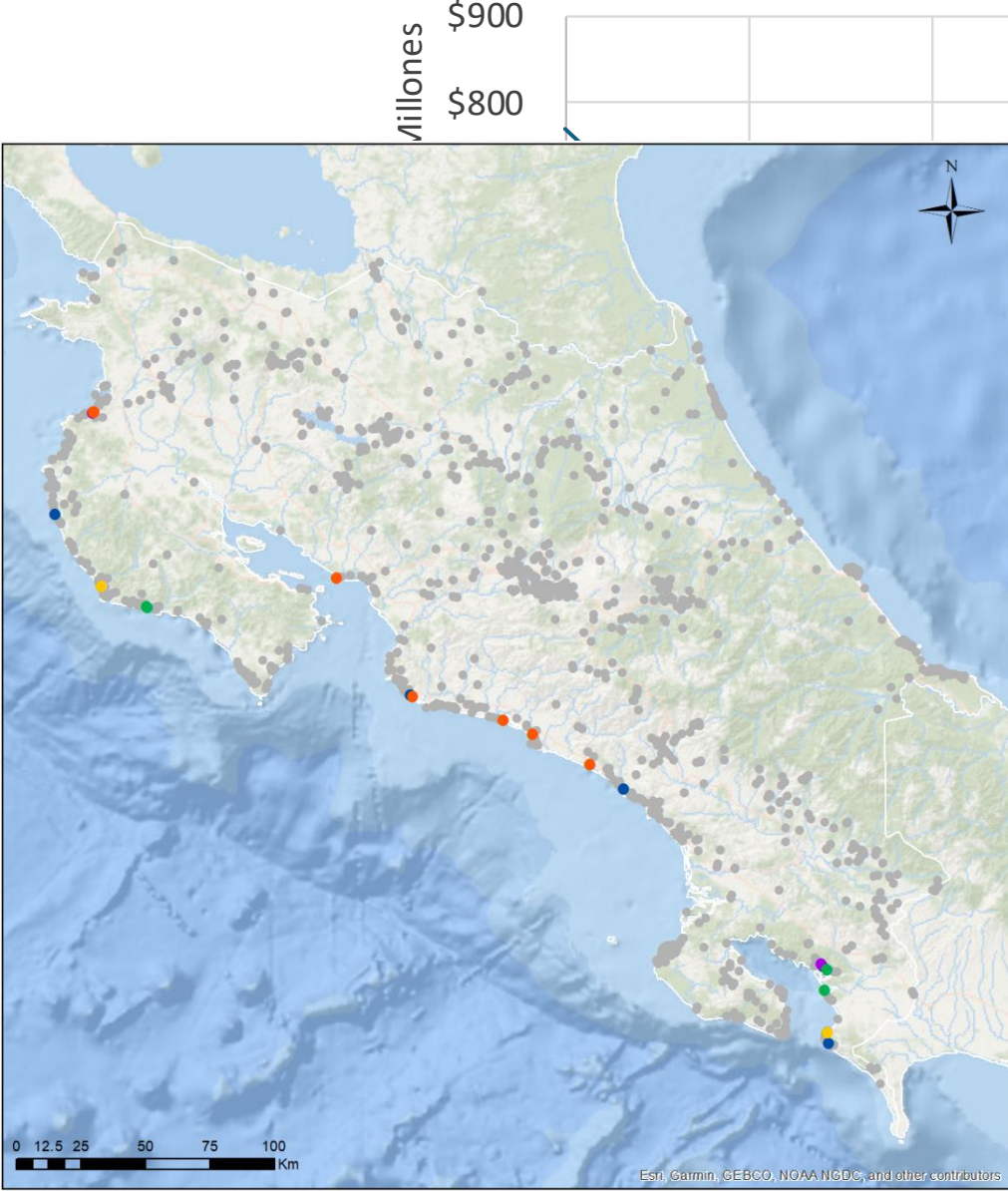
■ Palafitos (+0.5m) ■ Palafitos (+1.0m) ■ Palafitos (+1.5m) ■ Palafitos (+2.0m) ■ Reubicación ■ Sin intervenir



CRC 10,000 millones



Palafitos (+0.5m) Palafitos (+1.0m) Palafitos (+1.5m) Palafitos (+2.0m) Reubicación Sin intervenir



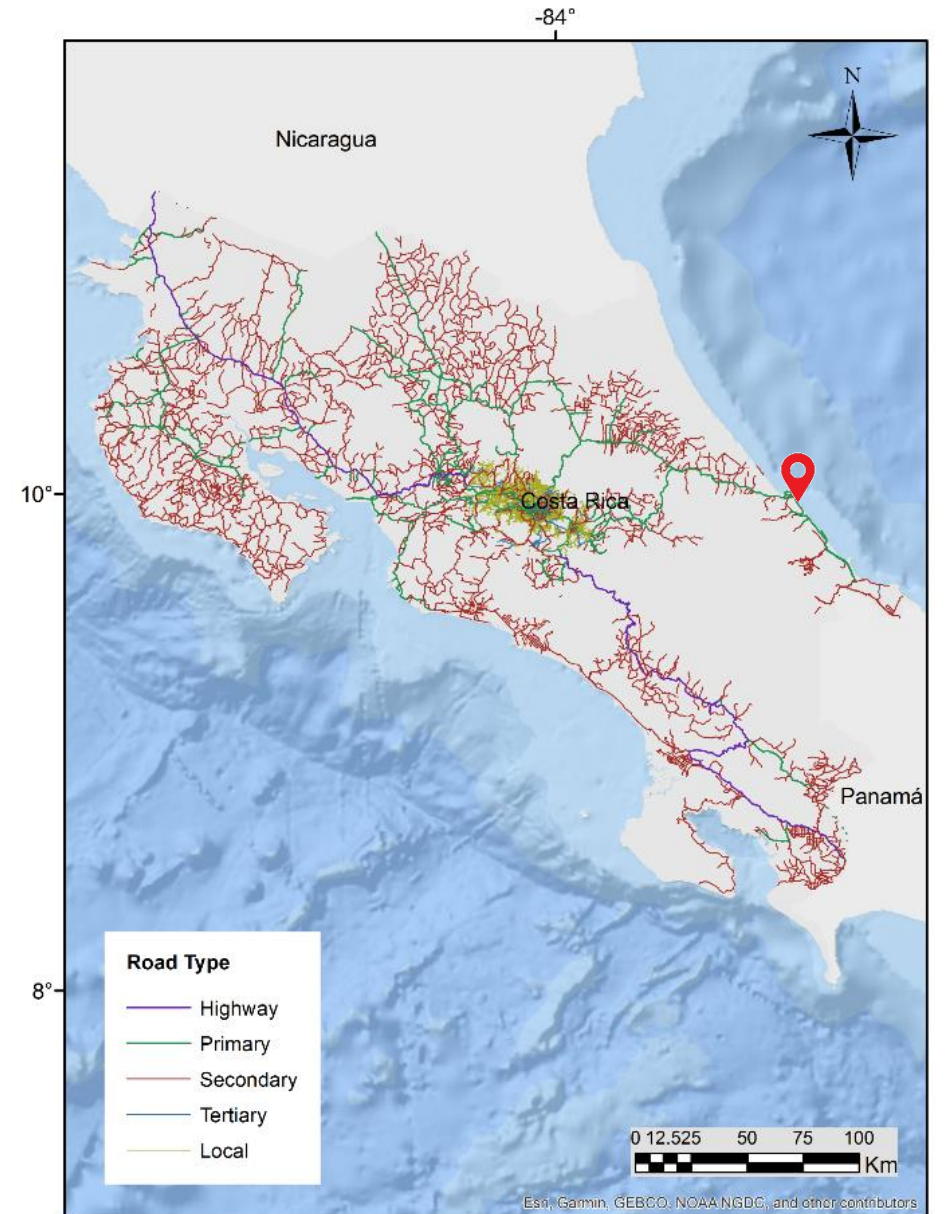
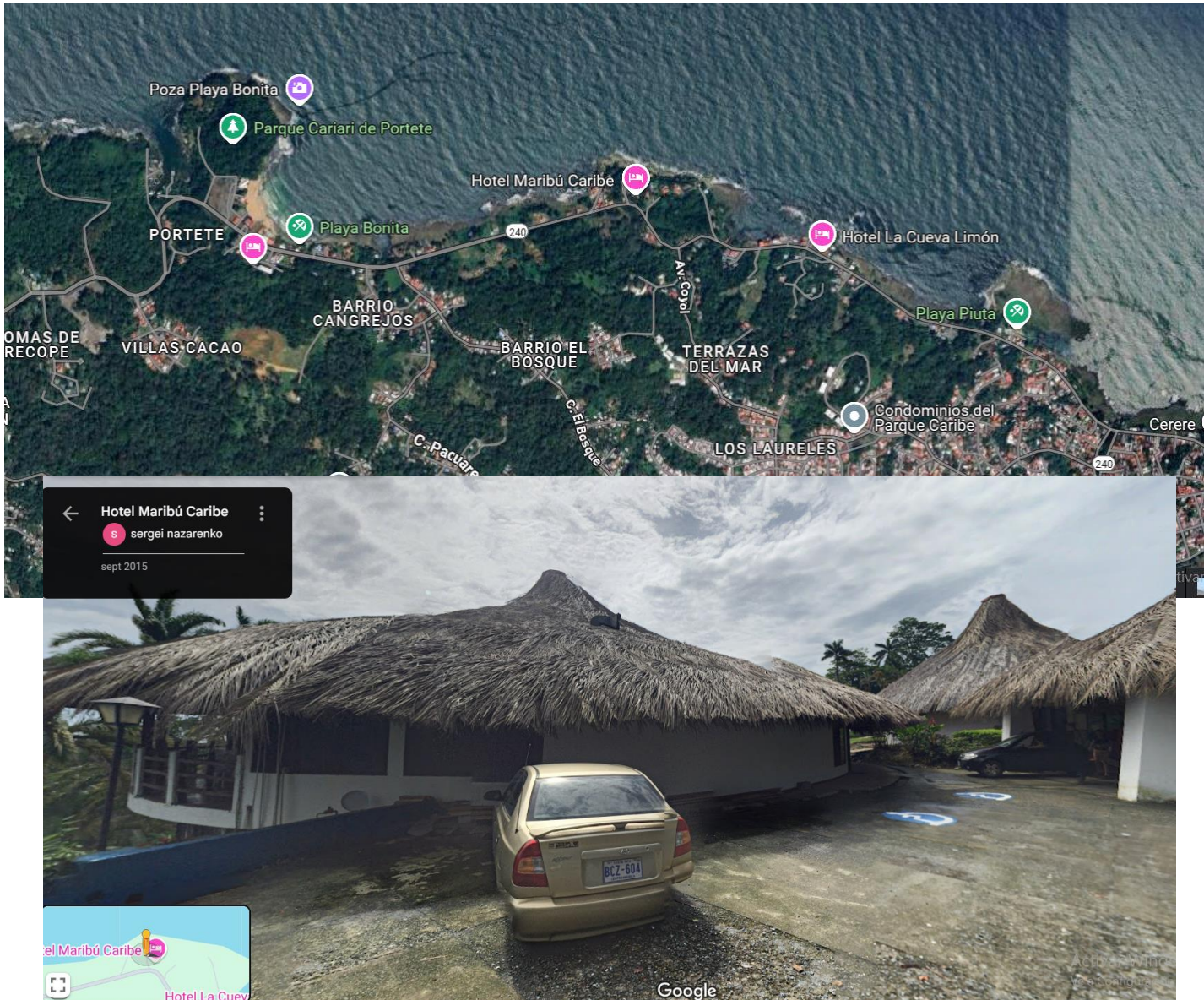
CRC 15,000 millones

■ Palafitos (+0.5m) ■ Palafitos (+1.0m) ■ Palafitos (+1.5m) ■ Palafitos (+2.0m) ■ Reubicación ■ Sin intervenir

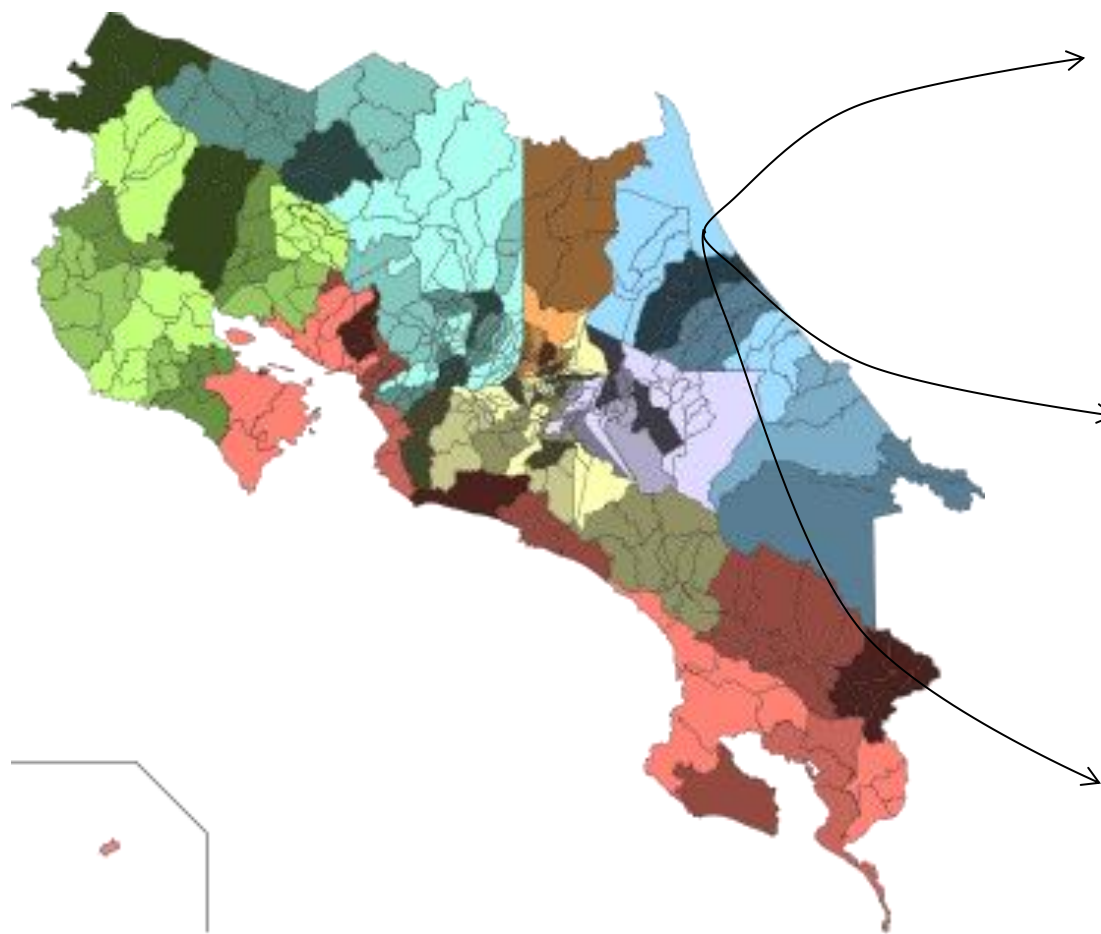
Evaluación holística del riesgo

Incorporación de aspectos del contexto socioeconómico

Índice de Riesgo del Sector Turismo



Índice de Riesgo del Sector Turismo



Ingresos



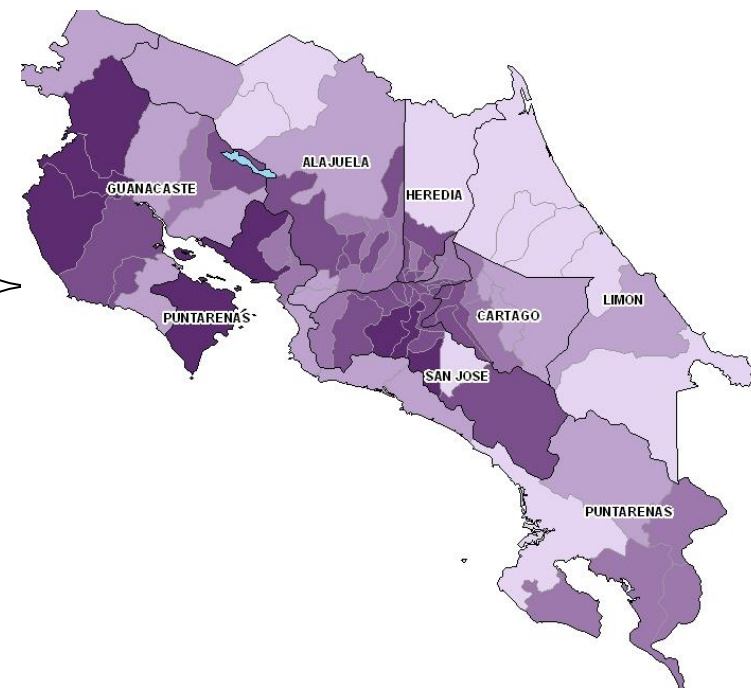
Movilidad



Seguridad



*Agravamiento
del riesgo*



...

Amenazas

$$A = f(I, t)$$

Cambio Climático
Modificador de
amenazas derivadas
del clima

amenazas derivadas
del clima

Elementos expuestos

Sistema dinámico complejo

Vulnerabilidad $v = f(\vec{D}, \vec{F}, \neg\vec{R})$

Susceptibilidad

física
 $\vec{D} = (D_1, D_2, \dots, D_n)$

Dependiente de la amenaza

D

**Efectos de
primer orden**
Daño físico
directo

Fragilidad social,
económica,
ecológica
 $\vec{F} = (F_1, F_2, \dots, F_m)$

NO dependiente de la
amenaza

F

**Efectos de
segundo orden**
Impacto socio-
ecológico y
económico en
comunidades y
organizaciones

Falta de resiliencia o
capacidad de
recuperación
 $\neg\vec{R} = (\neg R_1, \neg R_2, \dots, \neg R_k)$

NO dependiente de la
amenaza

$\neg R$

Sistema de Control

Gestión del riesgo / Adaptación
al cambio climático

Sistema de Actuación

Intervenciones
correctivas y
prospectivas

- Identificación del riesgo
- Reducción del riesgo
- Protección financiera
- Manejo de desastres

Riesgo

$$f(A, V)$$

Potenciales consecuencias
sociales, económicas y
ambientales

Físico

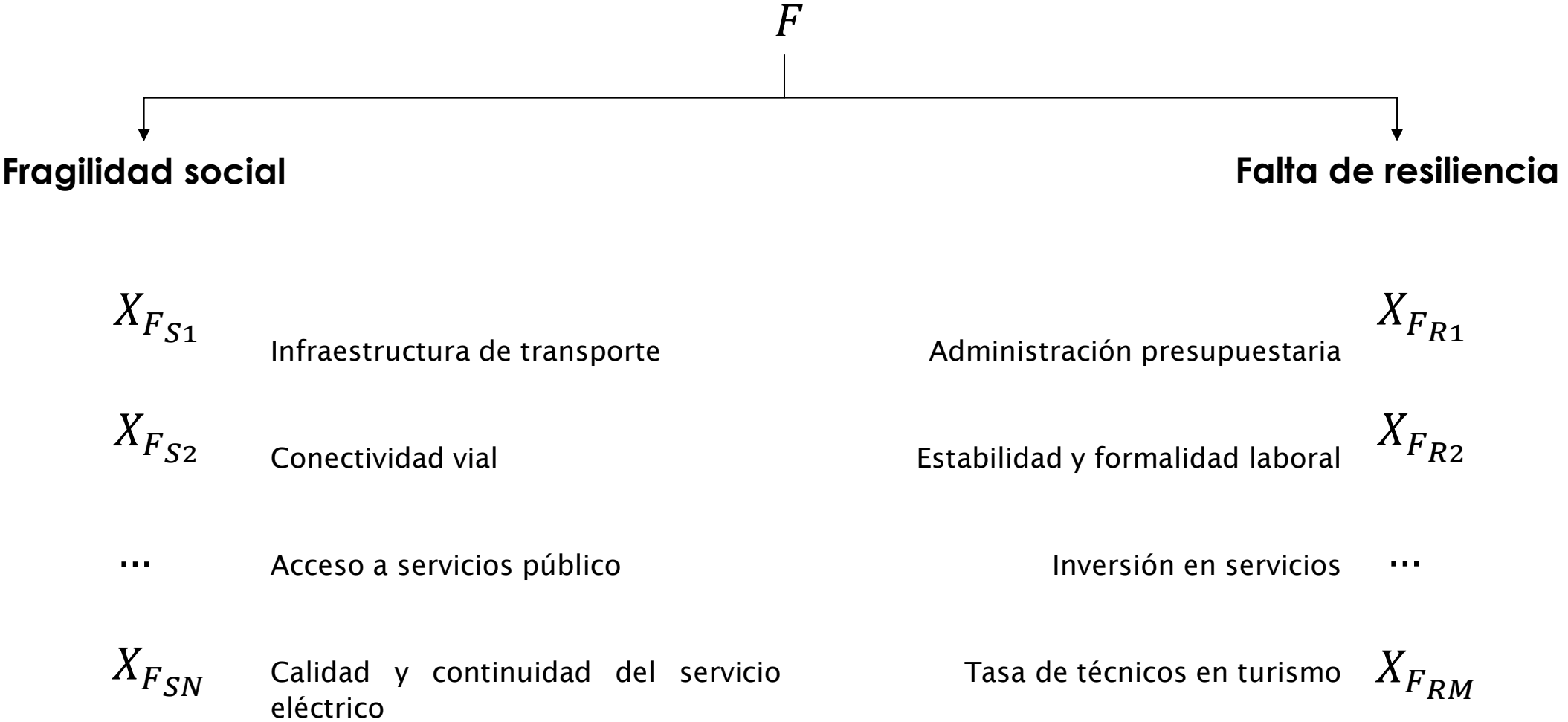
R_F

De contexto

R_C

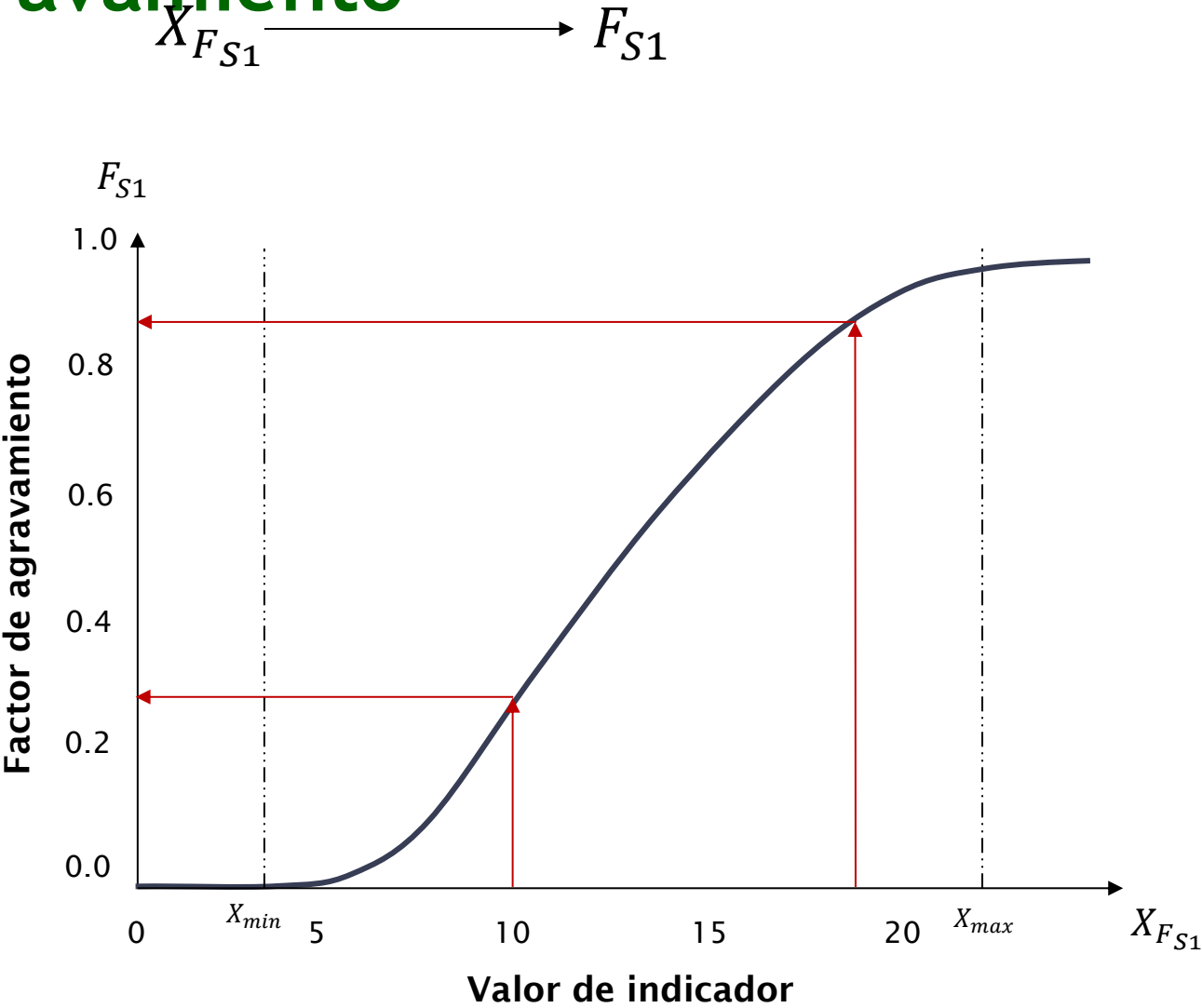
$$RR_T = R_F(1 + RE)$$

Coeficiente de agravamiento



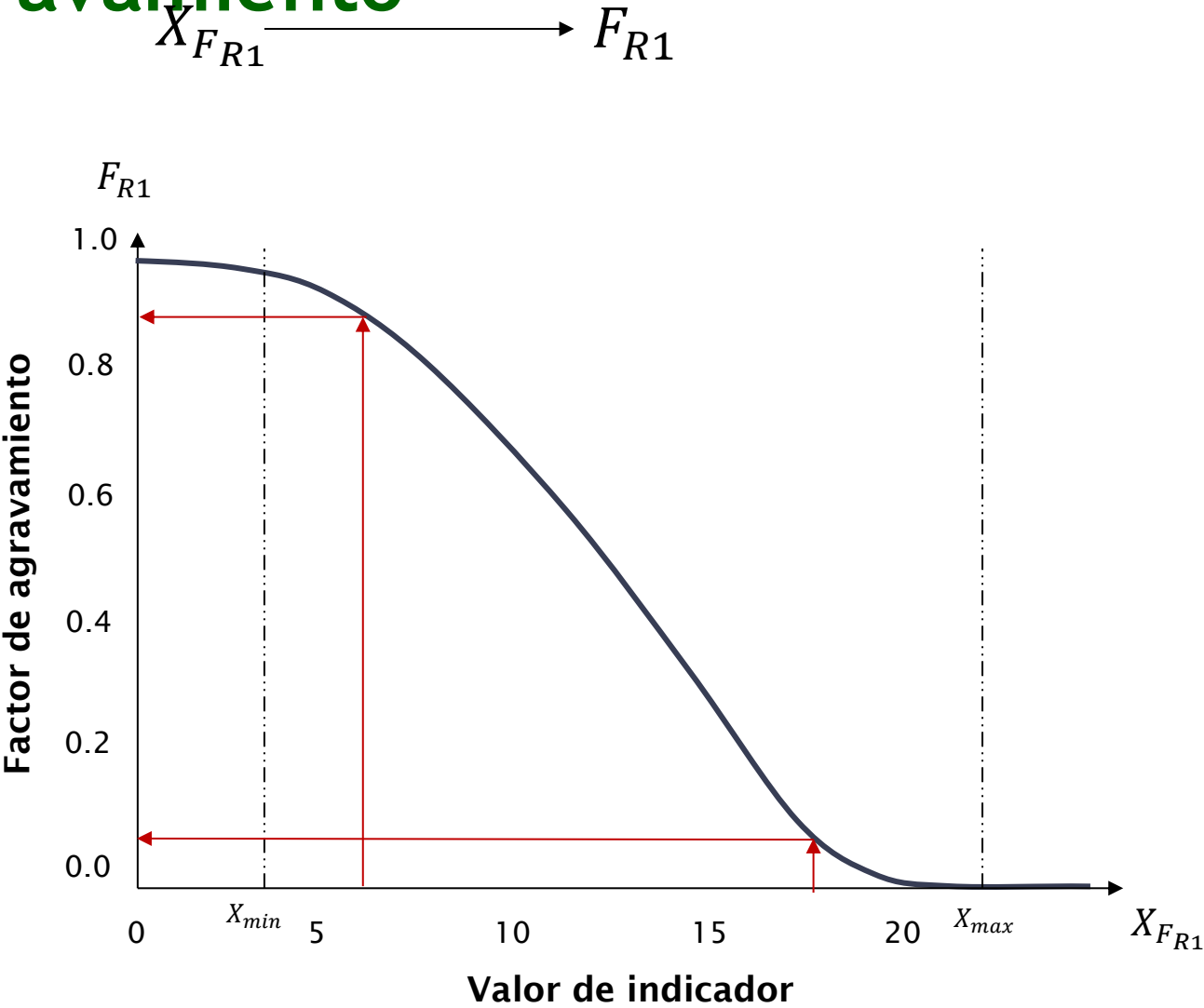
Coefficiente de agravamiento

Fragilidad social	X_{FS1}
	X_{FS2}
	...
	X_{FSN}
Falta de resiliencia	X_{FR1}
	X_{FR2}
	...
	X_{FRM}



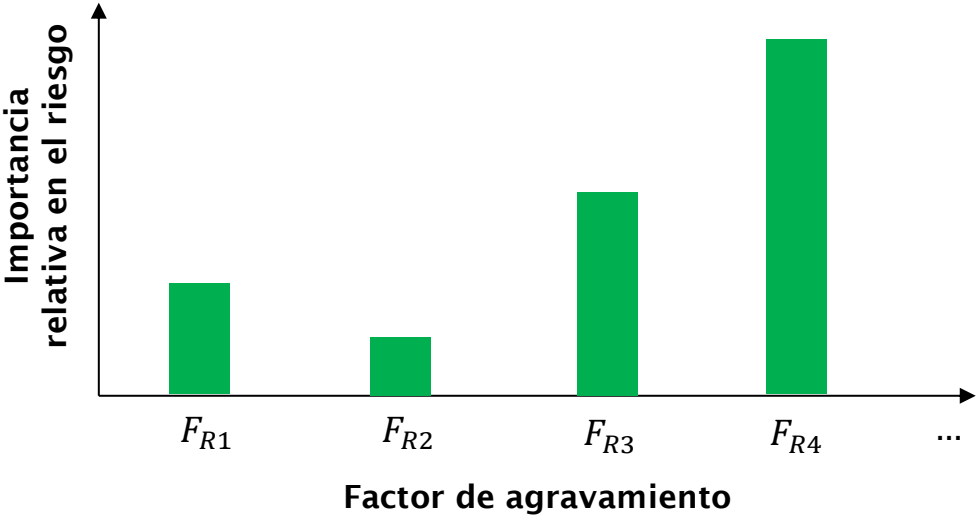
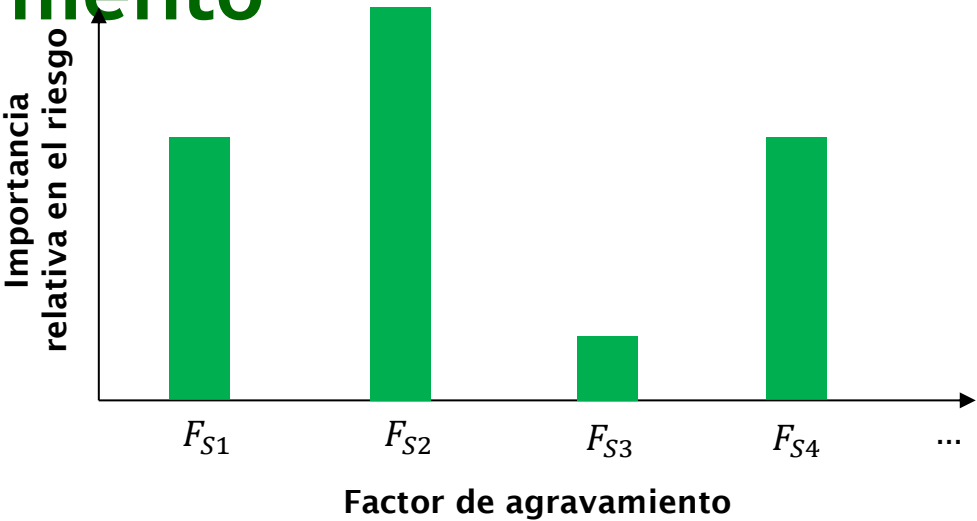
Coefficiente de agravamiento

Fragilidad social	X_{FS1}
	X_{FS2}
	...
	X_{FSN}
Falta de resiliencia	X_{FR1}
	X_{FR2}
	...
	X_{FRM}



Coeficiente de agravamiento

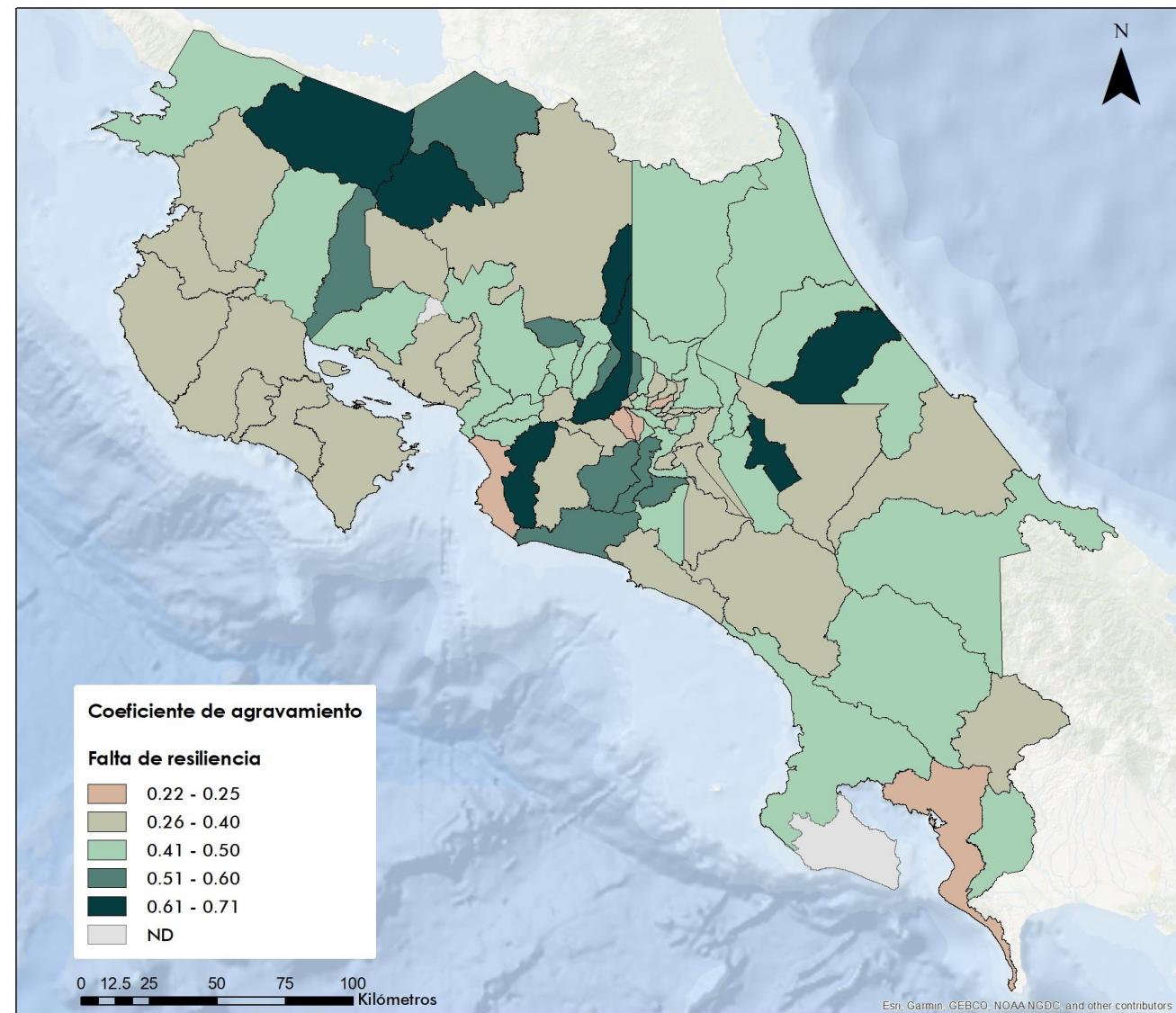
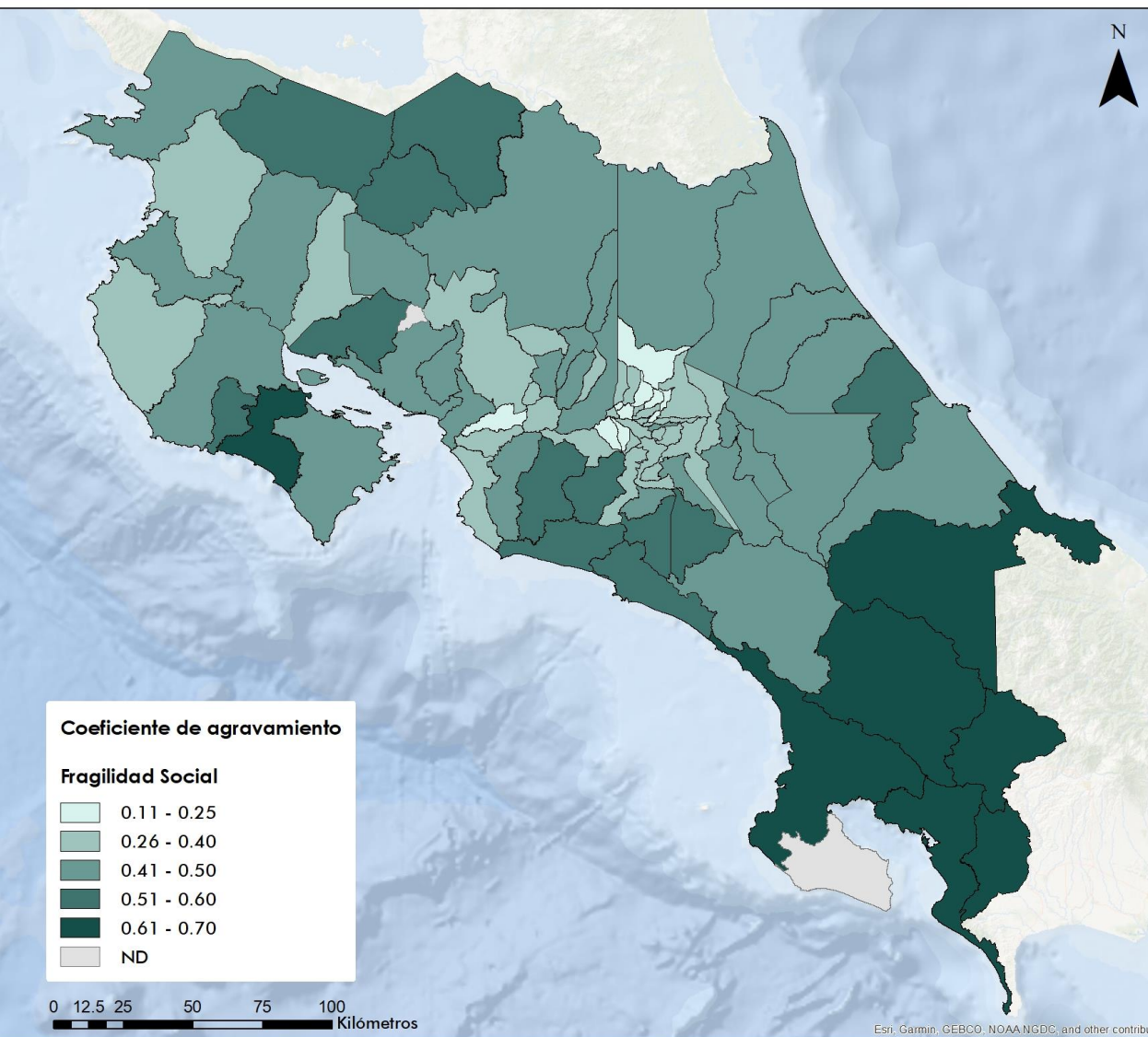
Fragilidad social	$X_{F_{S1}}$	F_{S1}
	$X_{F_{S2}}$	F_{S2}
	...	...
	$X_{F_{SN}}$	F_{SN}
Falta de resiliencia	$X_{F_{R1}}$	F_{R1}
	$X_{F_{R2}}$	F_{R2}
	...	...
	$X_{F_{RM}}$	F_{RM}

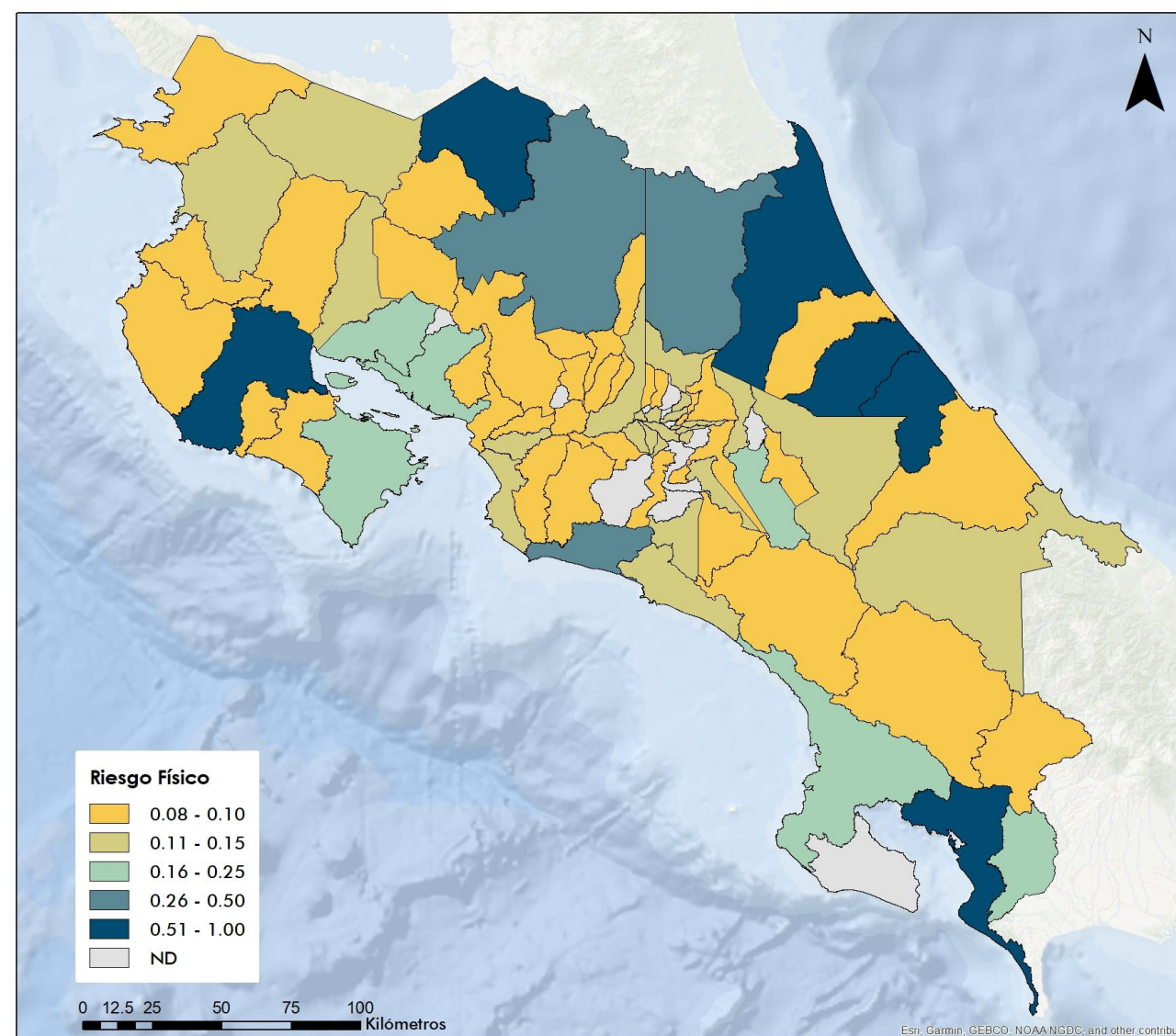
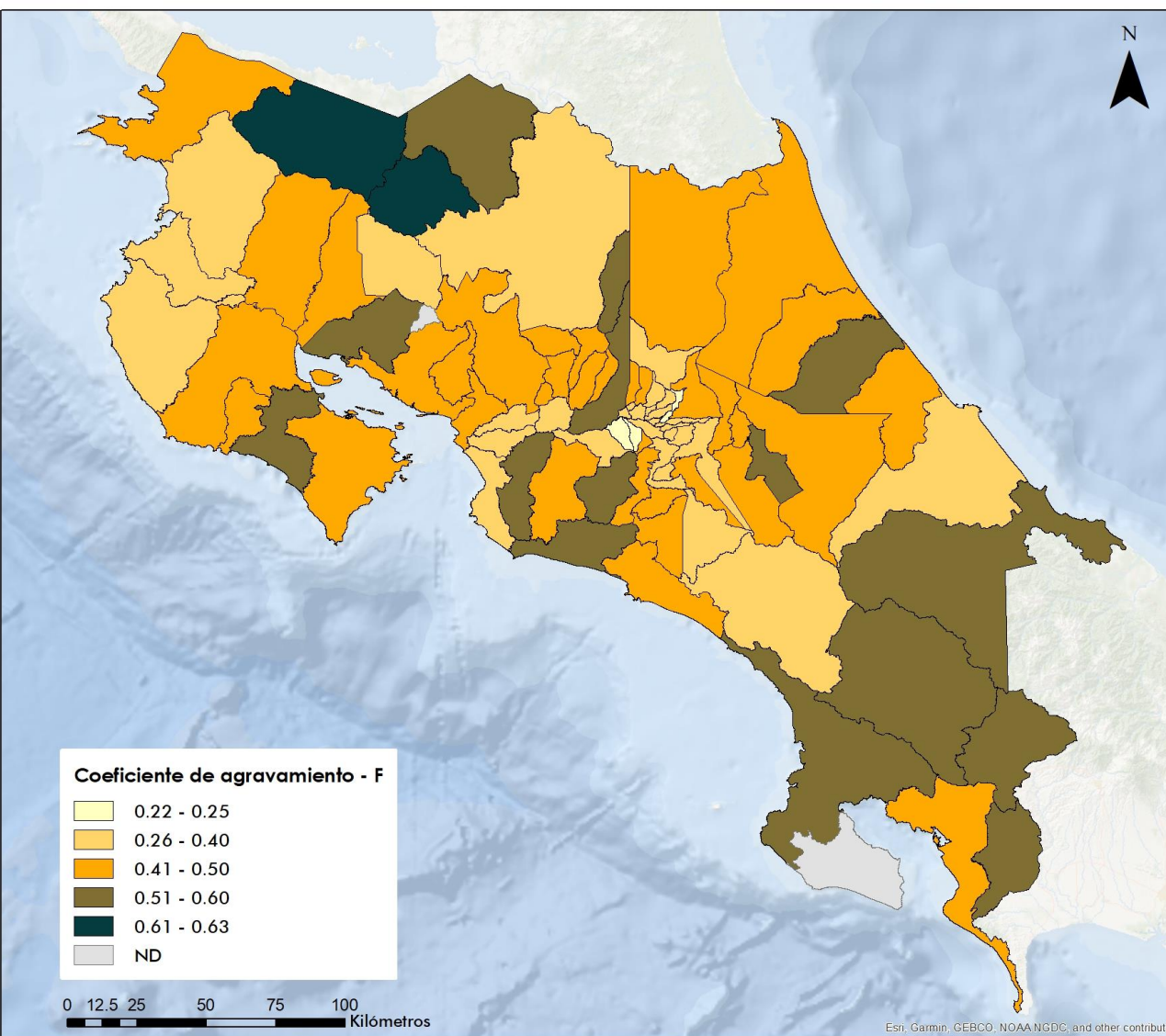


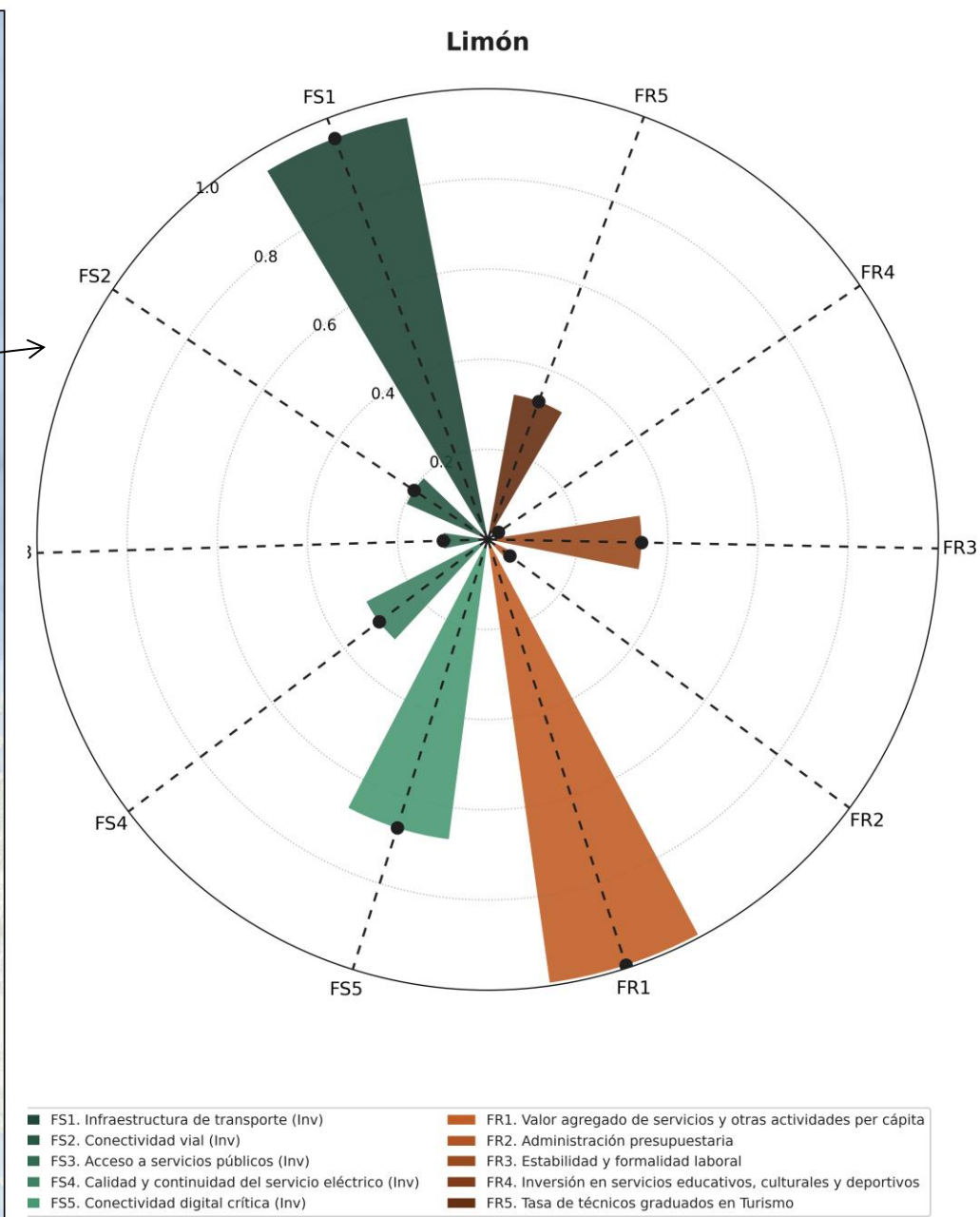
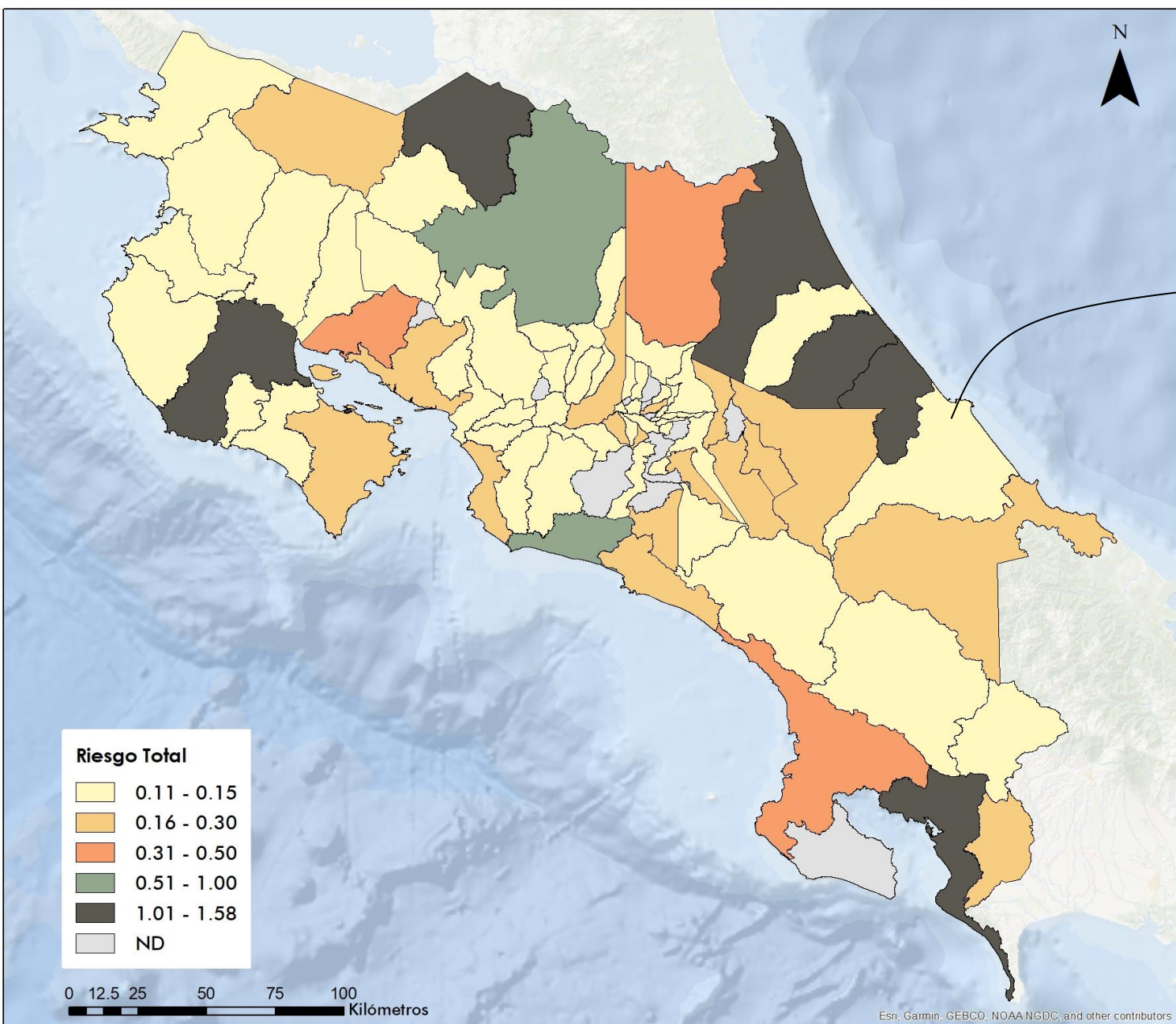
Coficiente de agravamiento

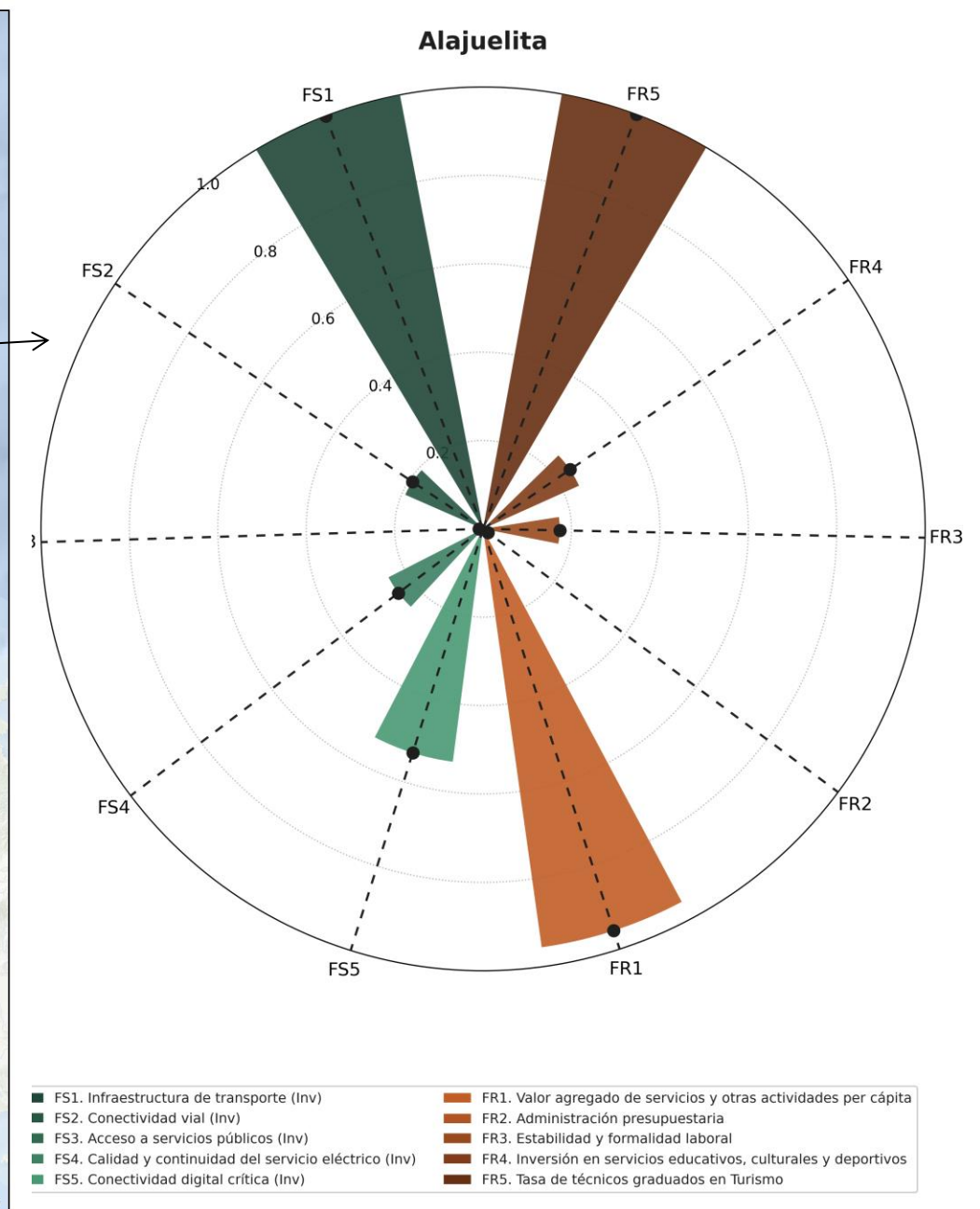
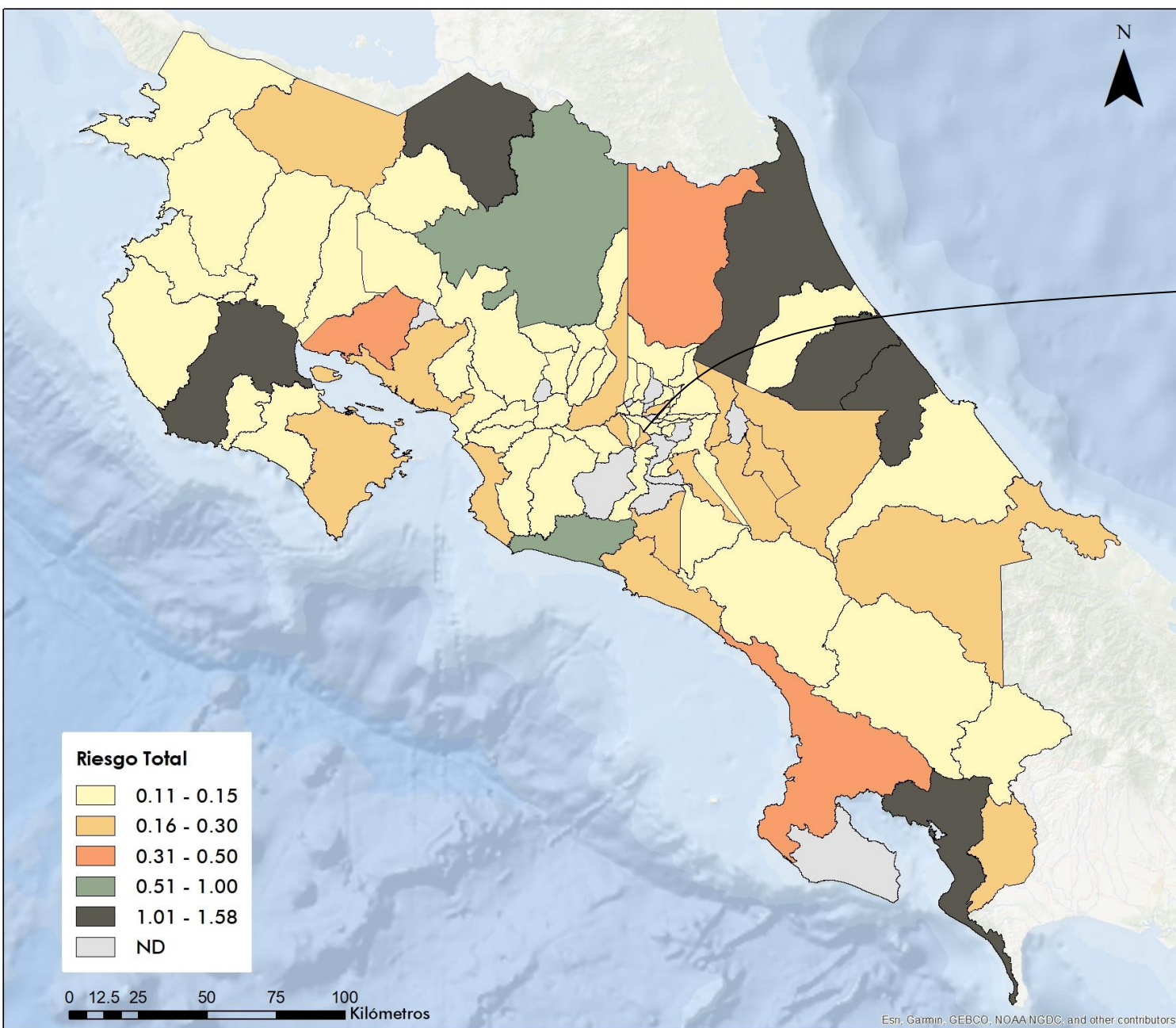
Fragilidad social	X_{FS1}	F_{S1}	w_{FS1}
	X_{FS2}	F_{S2}	w_{FS2}
	...	...	...
	X_{FSN}	F_{SN}	w_{FSN}
Falta de resiliencia	X_{FR1}	F_{R1}	w_{FR1}
	X_{FR2}	F_{R2}	w_{FR2}
	...	...	...
	X_{FRM}	F_{RM}	w_{FRM}

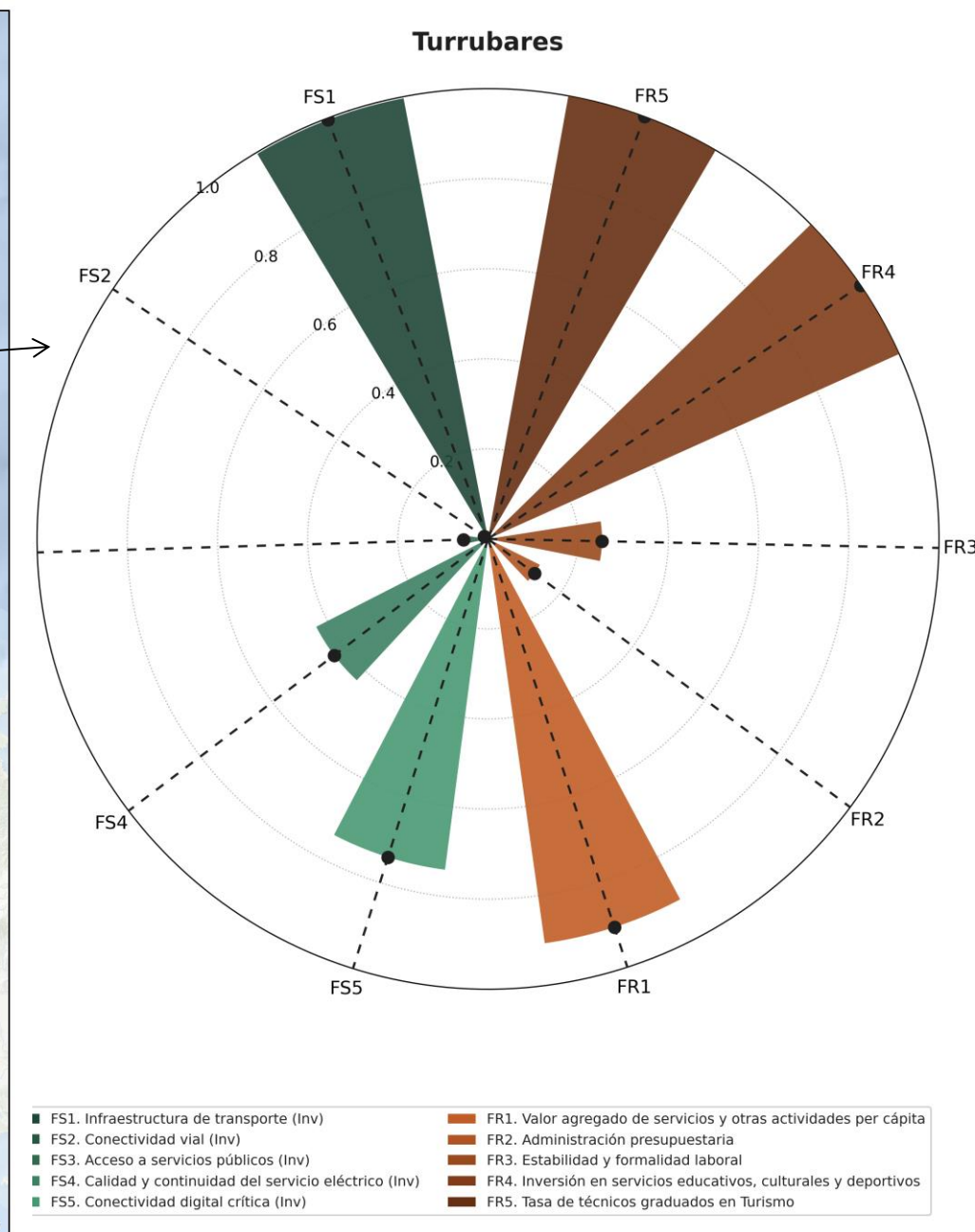
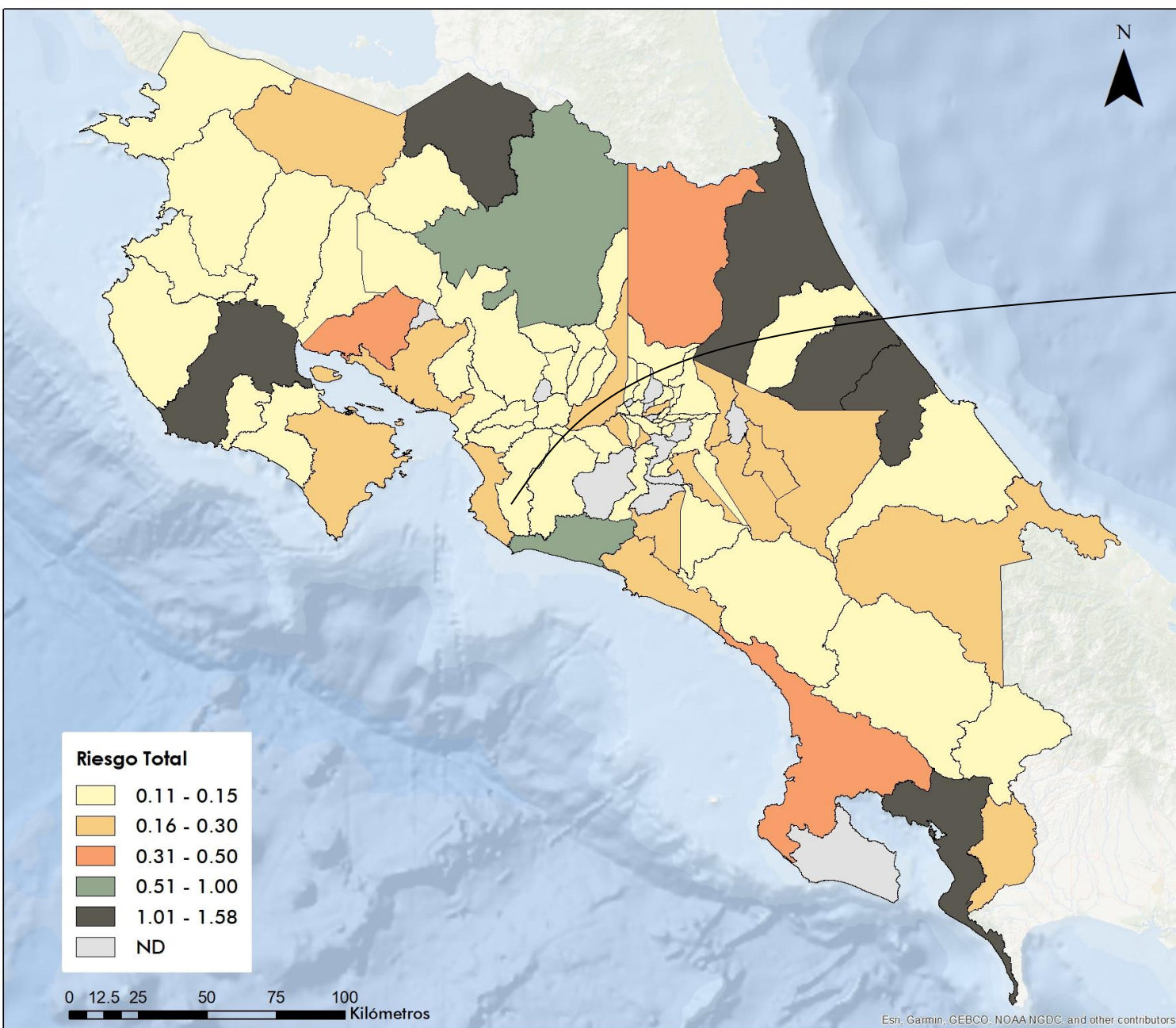
$$F = \sum_{i=1}^N F_{FSi} w_{FSi} + \sum_{j=1}^M F_{FRj} w_{FRj}$$





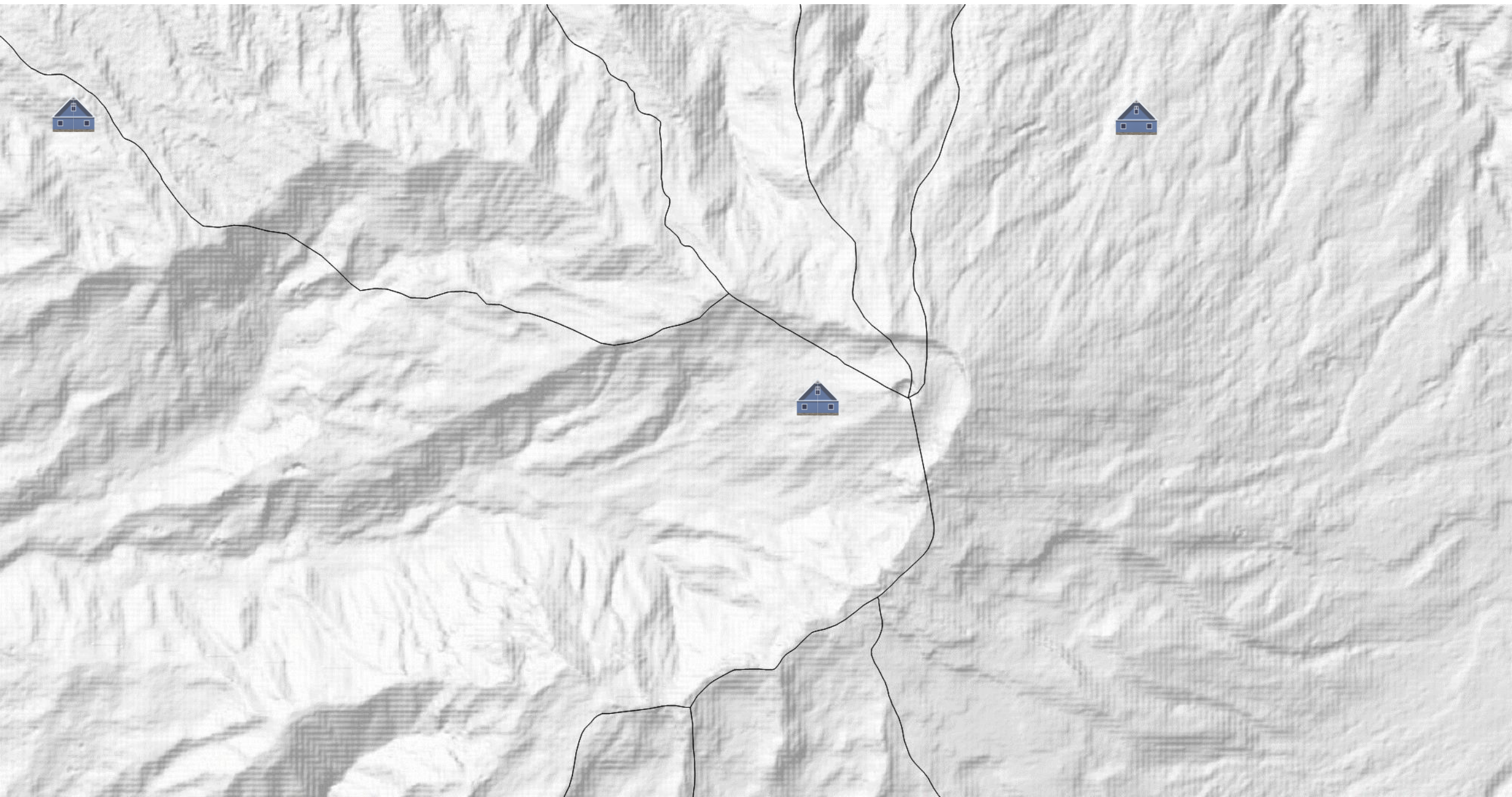


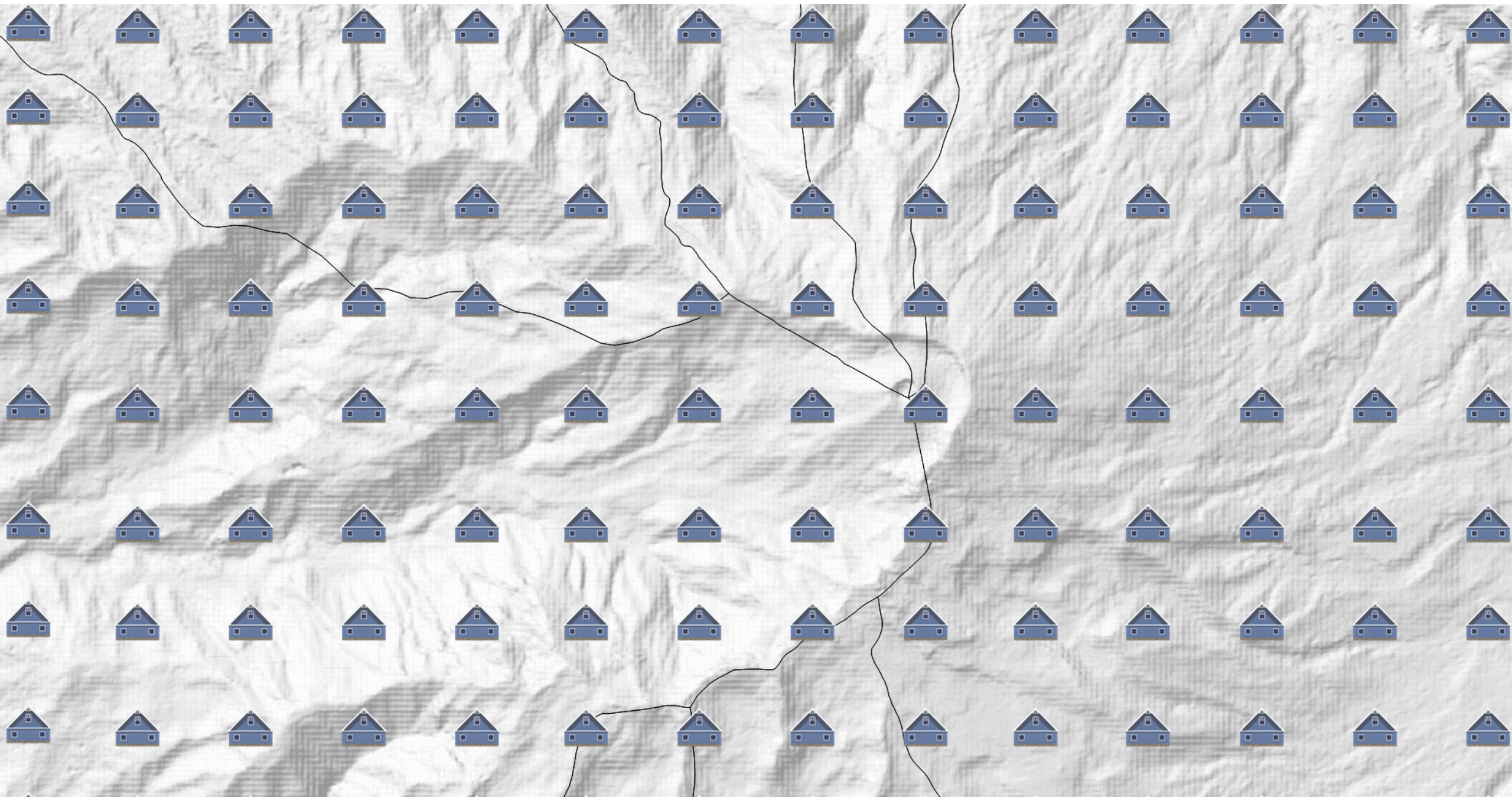


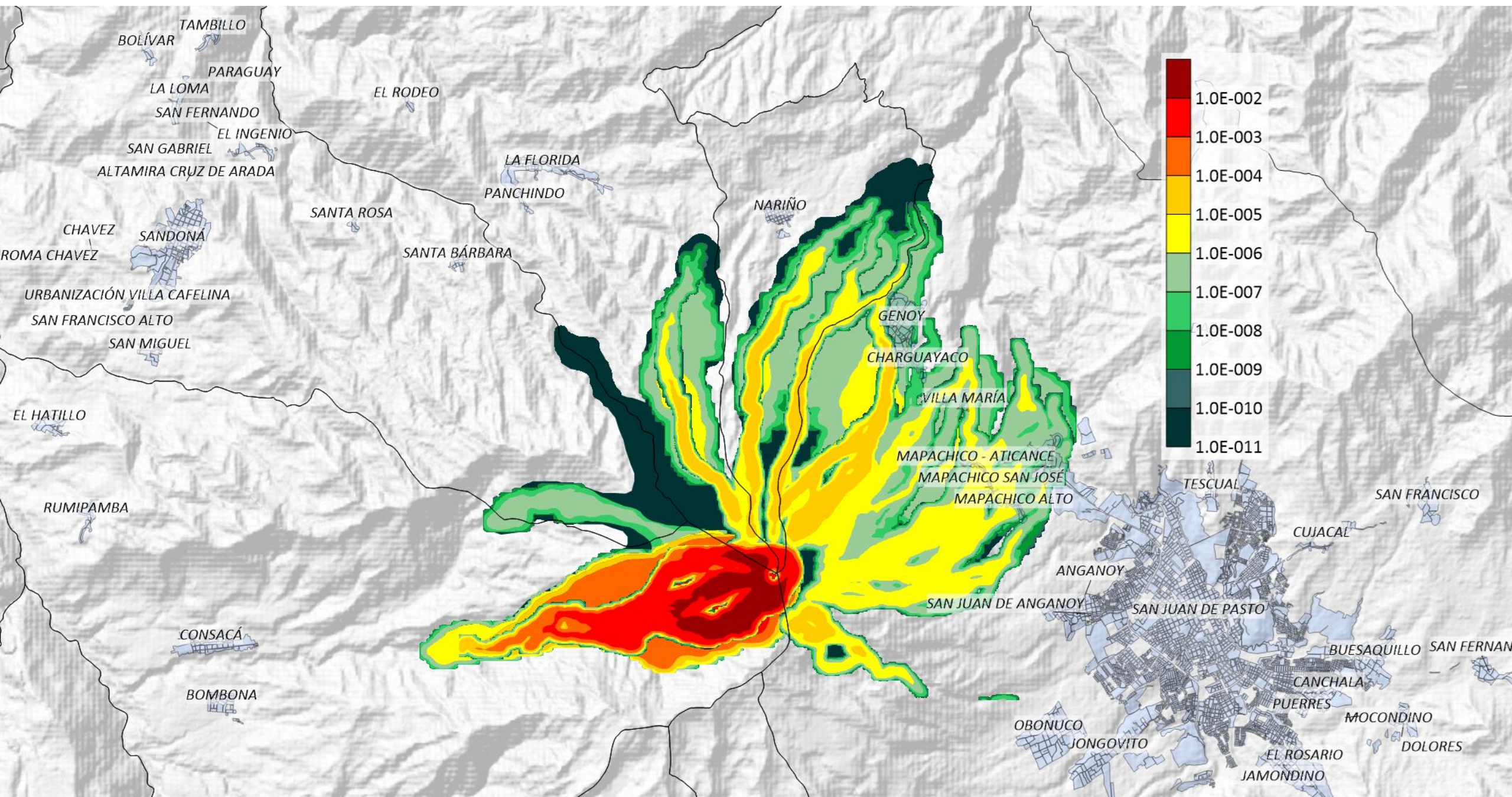


Riesgo implícito



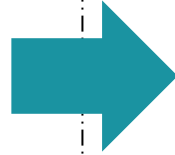




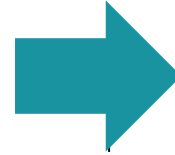


Riesgo implícito

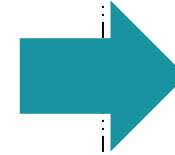
Ubicación



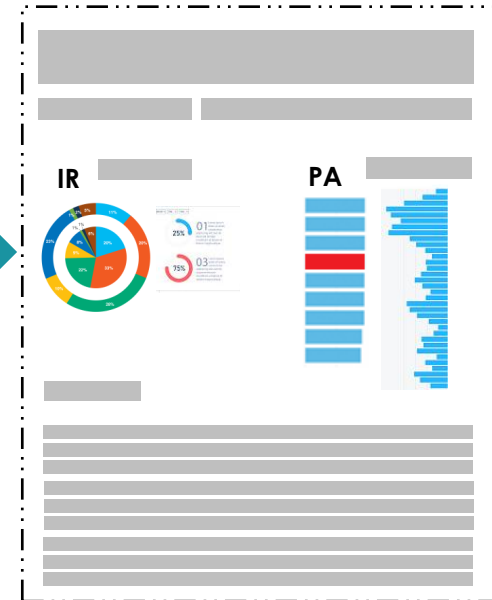
Arquetipo



Categoría



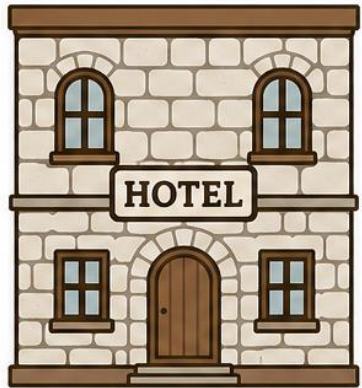
Perfil de Riesgo



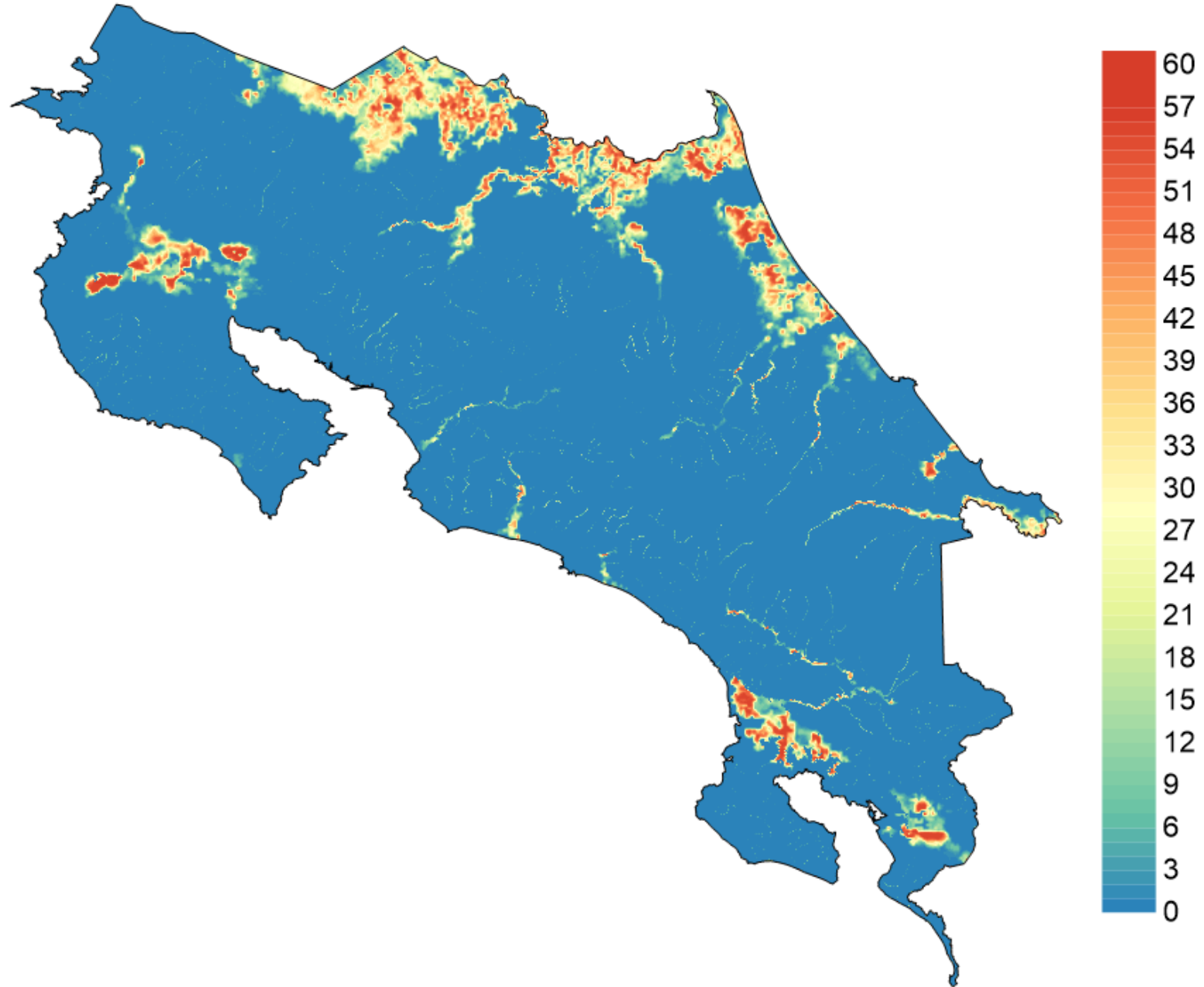
*Evaluaciones
precalculadas por
INGENIAR-CIMNE*

Riesgo implícito por inundación

Hoteles A1_2

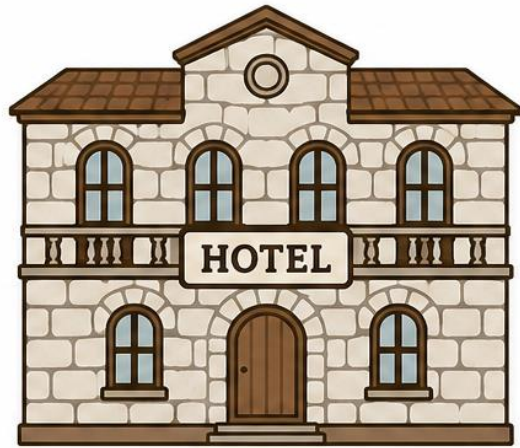


1 ESTRELLA

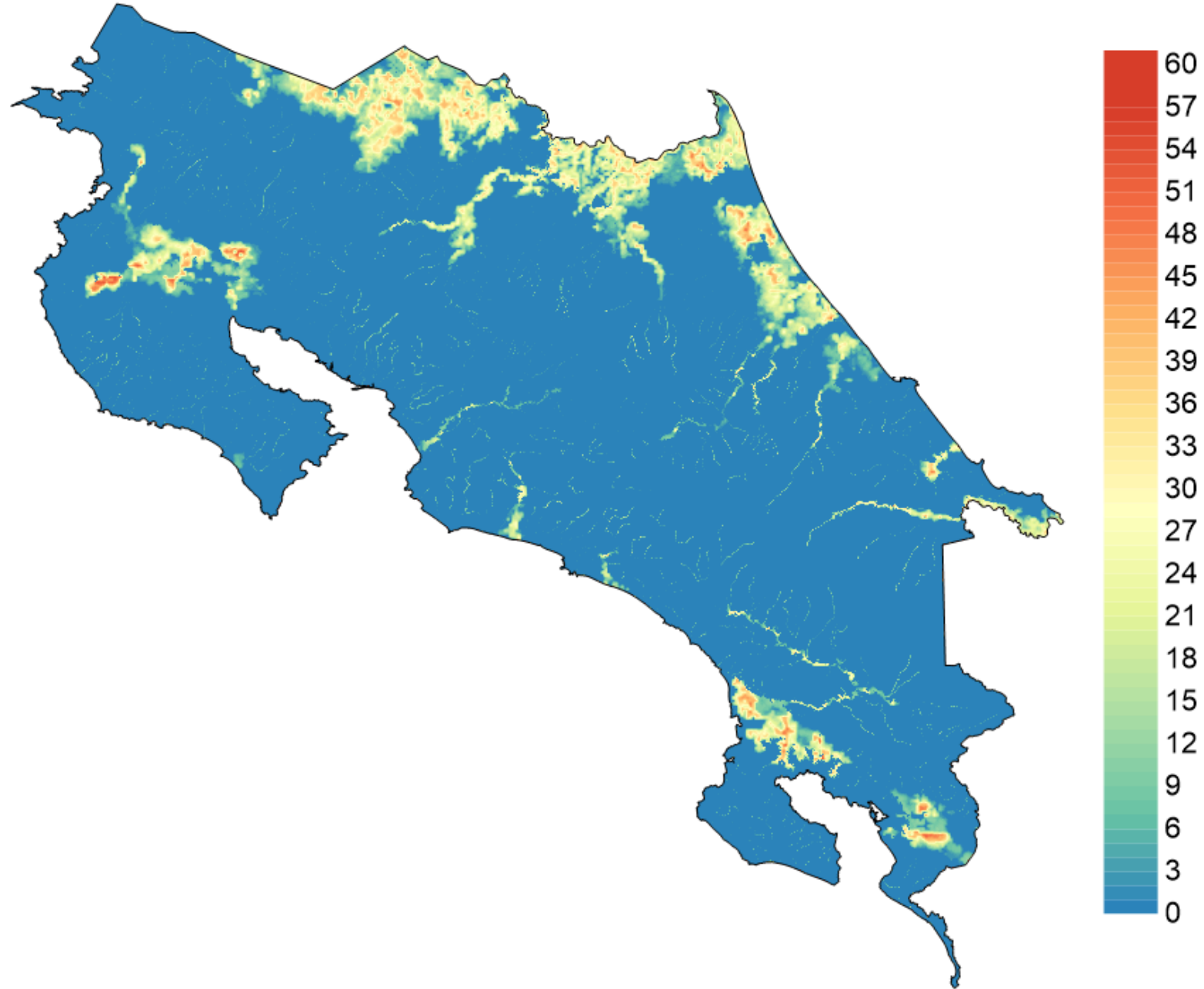


Riesgo implícito por inundación

Hoteles A3_2



★ ★ ★
3 ESTRELLAS

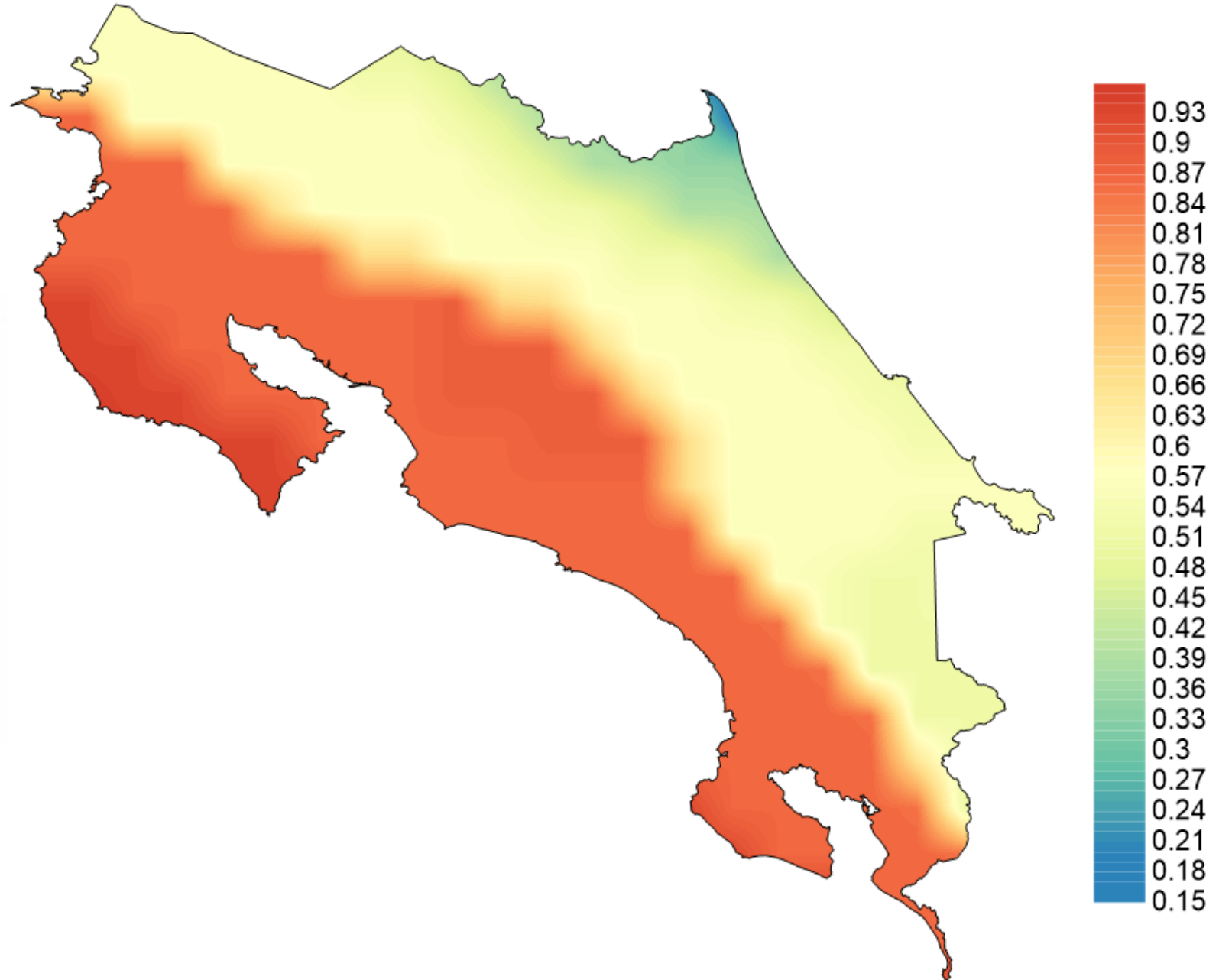


Riesgo implícito por inundación

Hoteles B3_7



★ ★ ★
3 ESTRELLAS

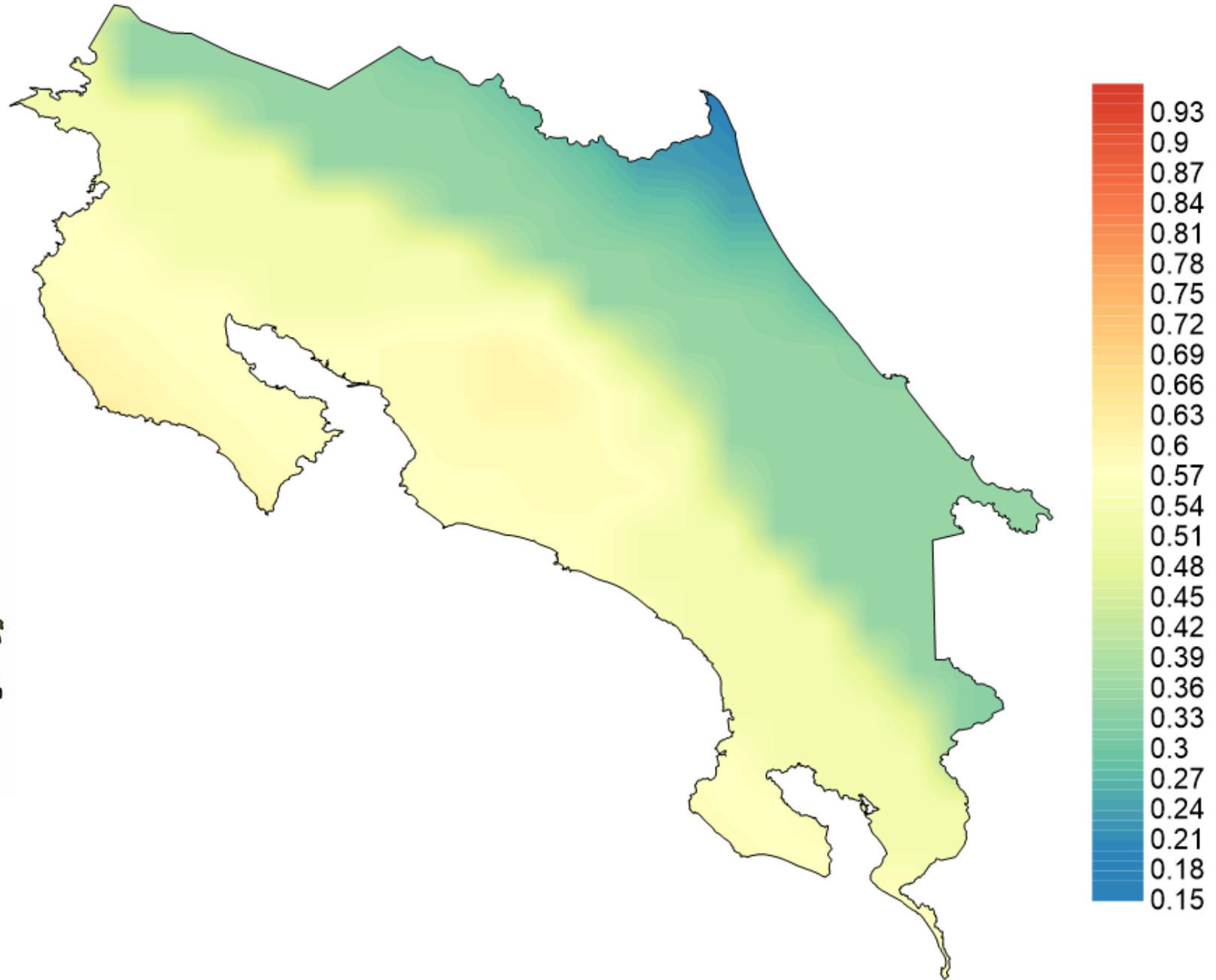


Riesgo implícito por inundación

Hoteles B5_11



5 ESTRELLAS



Resultados por ubicación



EXPOSICIÓN

VALOR EXPUESTO TOTAL

₡ 427.4 M

Hoteles y albergues

PAE – VALOR ABSOLUTO

₡ 0.09

millones de colones

PAE – VALOR RELATIVO

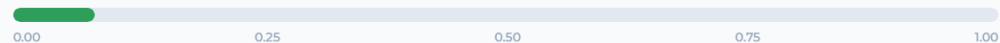
0.20

por millar (‰)

RIESGO FÍSICO

ÍNDICE DE RIESGO FÍSICO

0.08



RIESGO TOTAL

ÍNDICE DE RIESGO TOTAL

0.13 / 2.00



22 / 72
RANKING NACIONAL

COEFICIENTE DE AGRAVAMIENTO

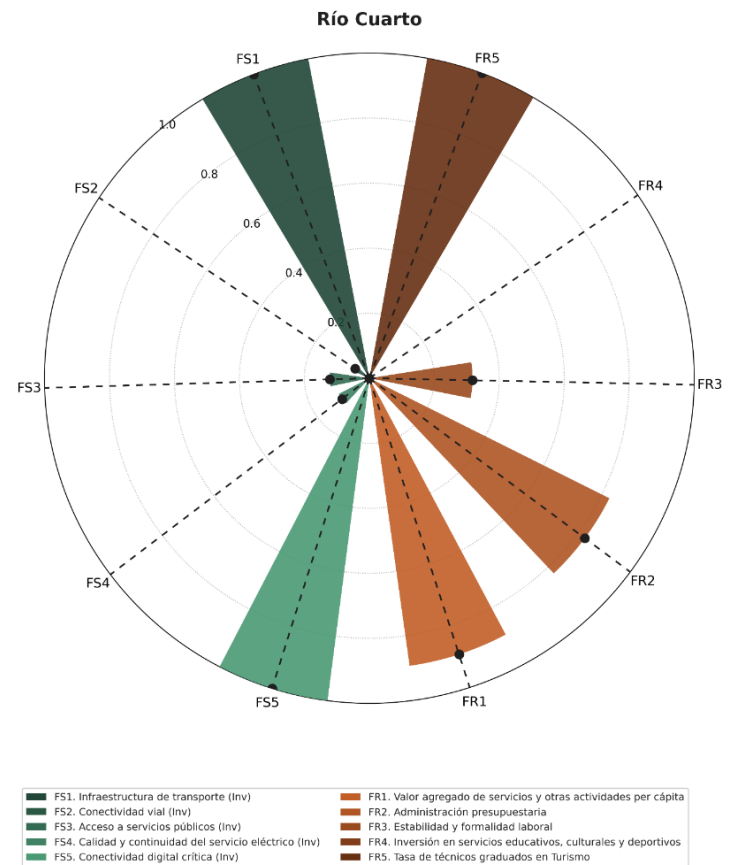
COMPONENTES DEL COEFICIENTE DE AGRAVAMIENTO

FS 0.46

FR 0.61

Coeficiente de Agravamiento Total 0.53

DESAGREGACIÓN POR INDICADOR





www.ingeniar-risk.com



www.cimne.com



GRMA – Costa Rica

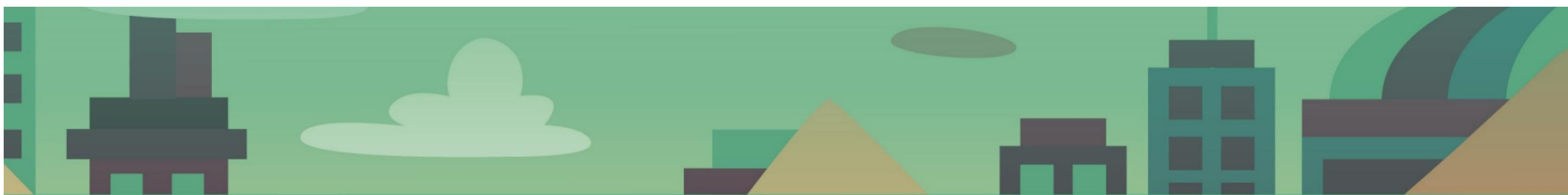
Sesión de capacitación

Herramientas avanzadas de post
procesamiento

Cuestionario



El Curso de Modelación Probabilista del Riesgo de Desastres está orientado a fortalecer las capacidades técnicas de las instituciones participantes para aplicar análisis probabilistas del riesgo de desastres, **utilizando herramientas avanzadas del sistema CAPRA ROBOT**, con el fin de facilitar la integración de resultados en la toma de decisiones y **apoyar la sostenibilidad de las evaluaciones de riesgo más allá del horizonte del proyecto.**



Curso de modelación probabilista del riesgo de desastres

El curso está organizado en tres módulos secuenciales:

- **Módulo 1:** Fundamentos de la evaluación probabilista del riesgo y conceptos clave
- **Módulo 2:** Aplicación práctica por tipo de amenaza mediante herramientas especializadas (*ver Tabla*)
- **Módulo 3:** Integración de resultados y uso de la información para la toma de decisiones

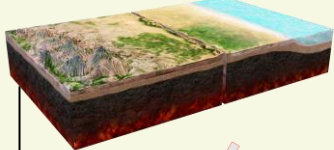
Este enfoque progresivo permite combinar fundamentos conceptuales con aplicaciones prácticas basadas en proyectos reales.

Proyecto Amenaza	Estratégico	Operacional 1	Operacional 2	Operacional 3
	(Heredia)	(Red vial)	(Agropecuario)	(Turismo)
Sismo				
Inundación fluvial				
Inundación costera (ciclones)				
Sequía				
Erupción volcánica				
Deslizamientos				



TERREMOTO

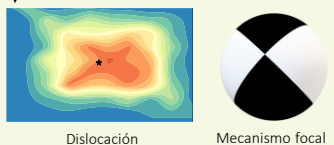
Tectónica terrestre



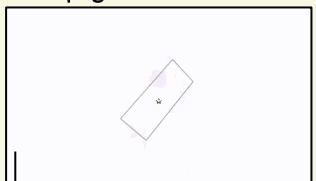
Fuentes sismogénicas

- Tasa de ocurrencia de terremotos
- Magnitud y orientación

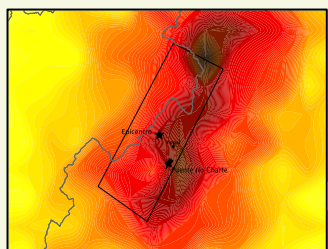
Simulación de la ruptura



Propagación de ondas

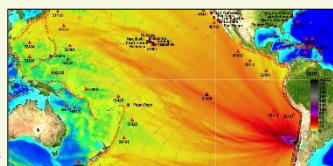
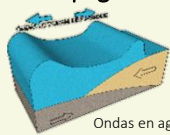


Movimiento fuerte



TSUNAMI

Propagación

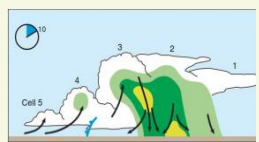


Arribo

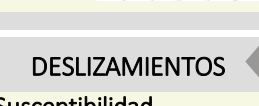
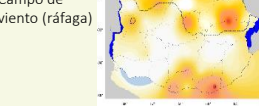
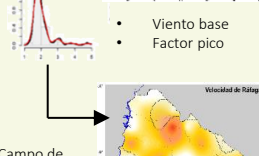
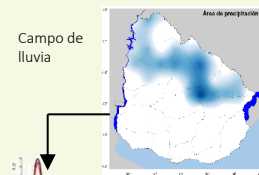


VENDAIALES

Tormentas Convectivas



Multicelda Cumulus

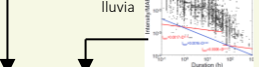


DESIZAMIENTOS



Condiciones intrínsecas

Umbrales

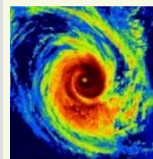


Prob. de deslizamiento



CICLONES TROPICALES

Simulación



- Trayectoria
- Velocidad (avance y ciclostrofica)
- Presión

Campo de viento y marea de tormenta

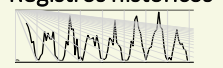


- Velocidad superficial de ráfaga
- Marea por viento y baja presión

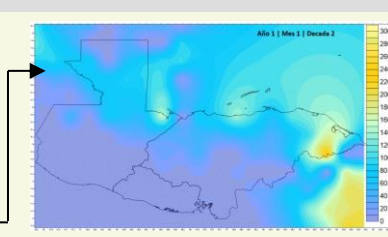
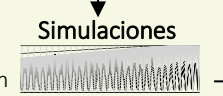
GENERADOR DE CLIMA

- Lluvia
- Nieve
- Temperatura
- Viento
- Evapotranspiración

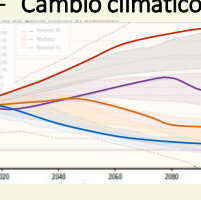
Registros históricos



Simulaciones

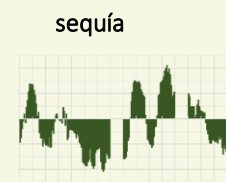


Cambio climático

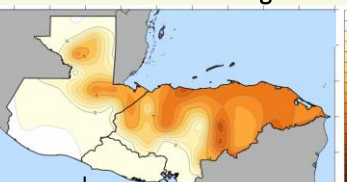


SEQUÍA

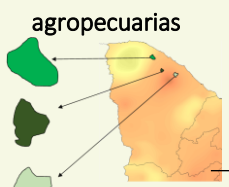
Indicadores de sequía



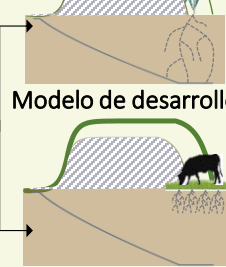
Identificación eventos regionales



Unidades agropecuarias



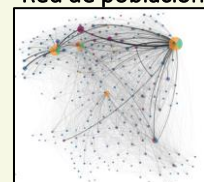
Modelo de desarrollo



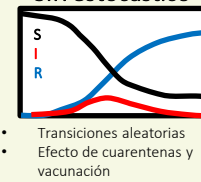
- Balance hídrico en el suelo
- Expansión-senescencia
- Transpiración
- Biomasa
- Rendimiento
- Materia seca
- Digestibilidad
- Consumo reducido
- Capacidad de carga

EPIDEMIA

Red de población

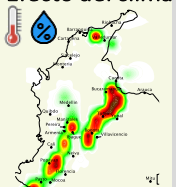


SIR estocástico

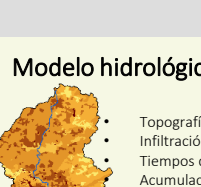


- Transiciones aleatorias
- Efecto de cuarentenas y vacunación

Efecto del clima



Modelo hidrológico

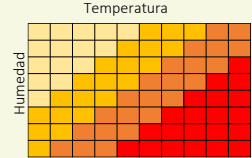


Simulación hidráulica



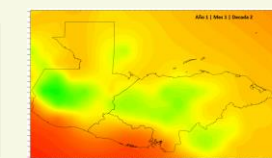
- Profundidad
- Velocidad
- Duración
- Anegamiento
- Disponibilidad de oxígeno

OLA DE CALOR

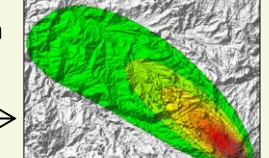
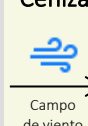


Peligro por calor

Eventos regionales

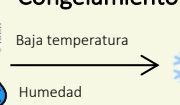


Ceniza

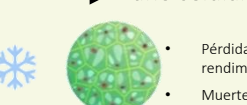


HELADAS

Congelamiento



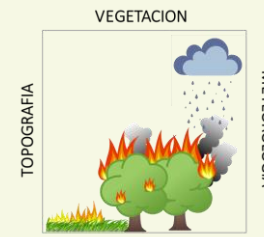
Daño celular



- Pérdida de rendimiento
- Muerte del cultivo

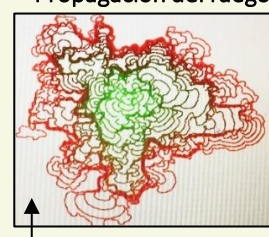
INCENDIOS FORESTALES

Modelo de combustible



- Carga combustible
- Valor servicios ambientales

Propagación del fuego



- Respuesta
- Tiempo para extinción inducida

INUNDACIÓN

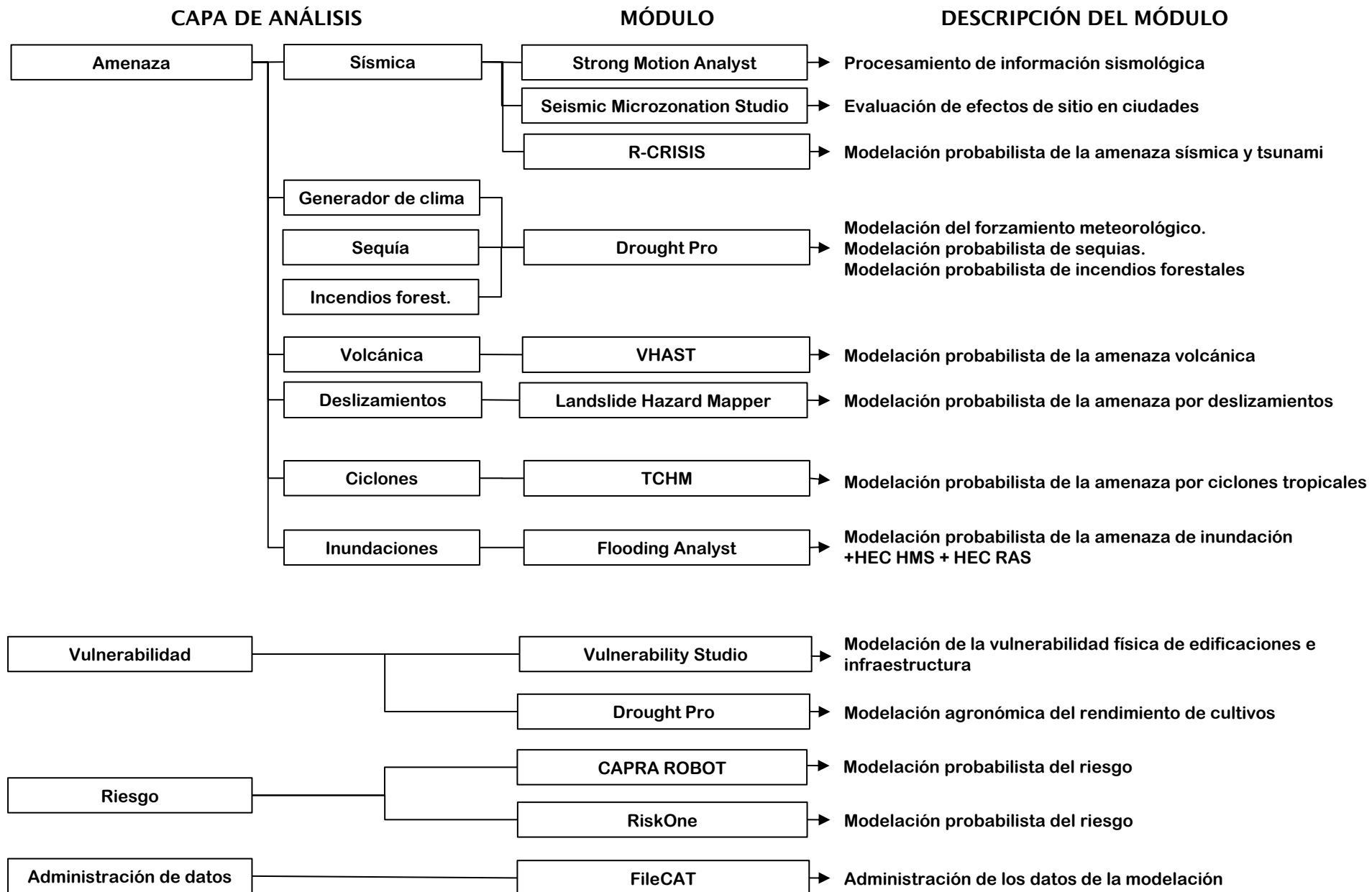
Modelo hidrológico



Simulación hidráulica



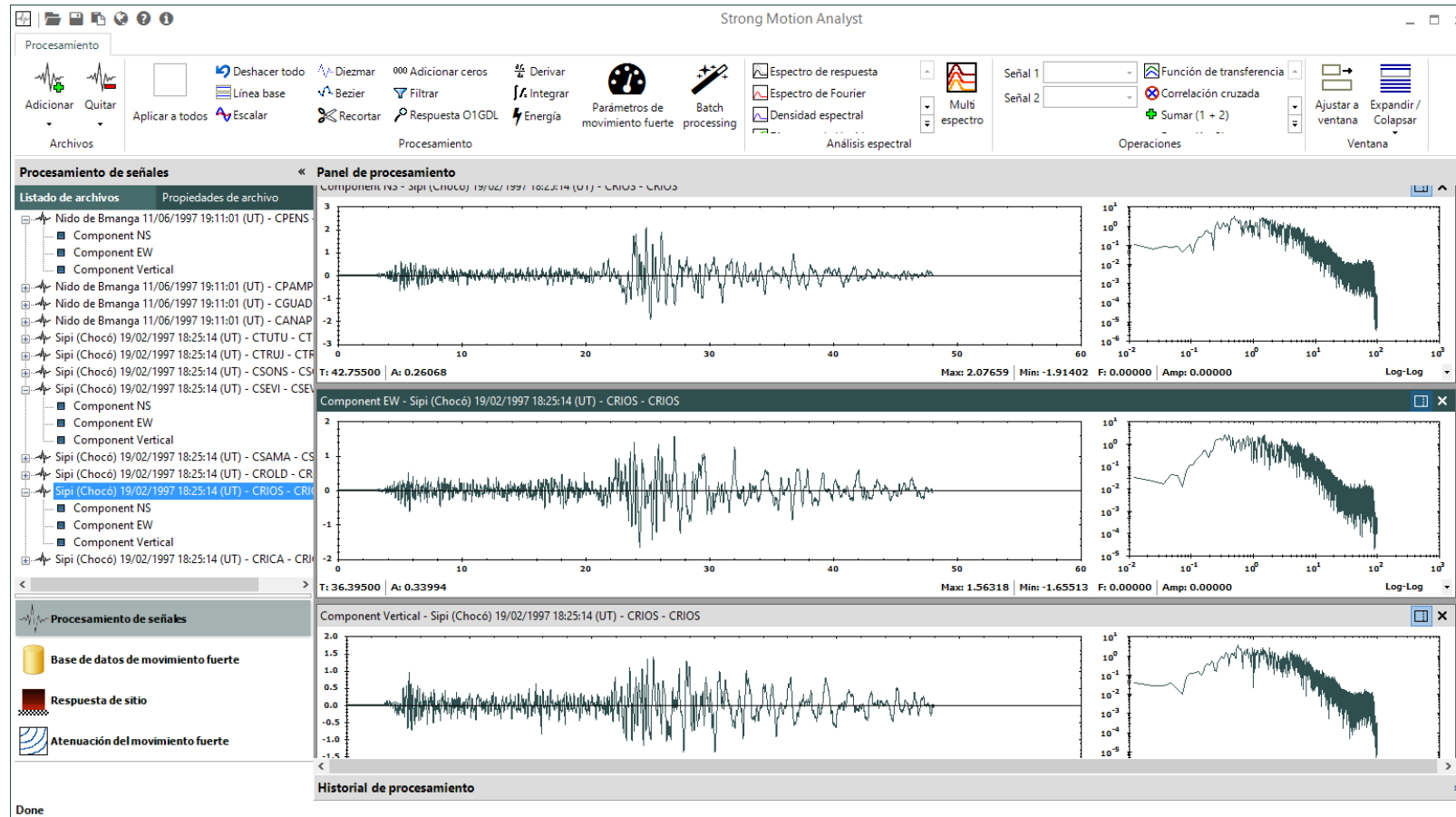
- Profundidad
- Velocidad
- Duración
- Anegamiento
- Disponibilidad de oxígeno





Strong Motion Analyst

Procesamiento de información sismológica

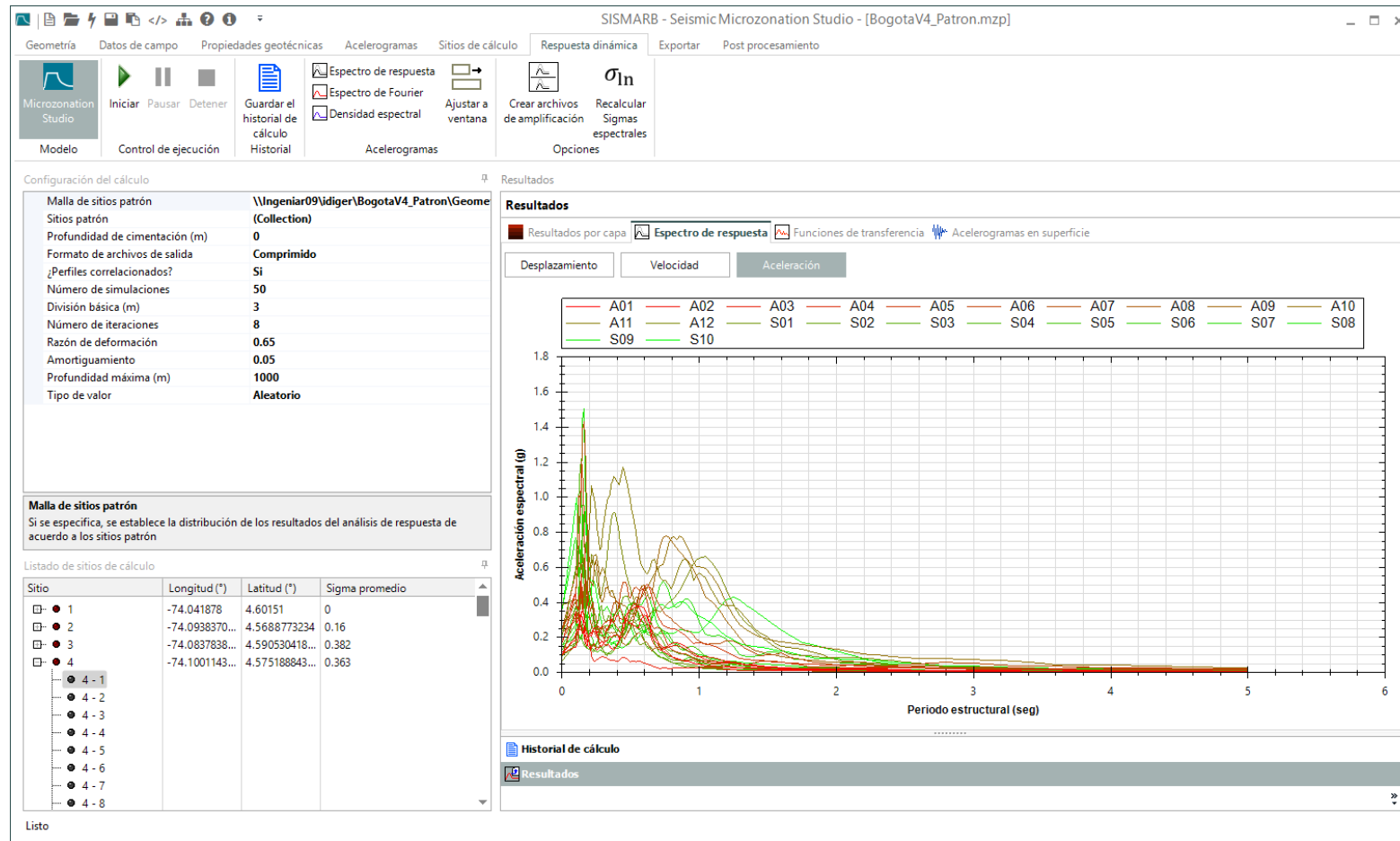


- *Procesamiento de acelerogramas y generación de sismos sintéticos*
- *Base de datos de movimiento fuerte (NGA1 y RNAC)*
- *Respuesta dinámica no lineal unidimensional de suelos blandos*
- *Modelos de atenuación de espectro de fuente.*
- *Procesamiento de catálogos sismológicos*



Microzonation Studio

Modelación de efectos de sitio

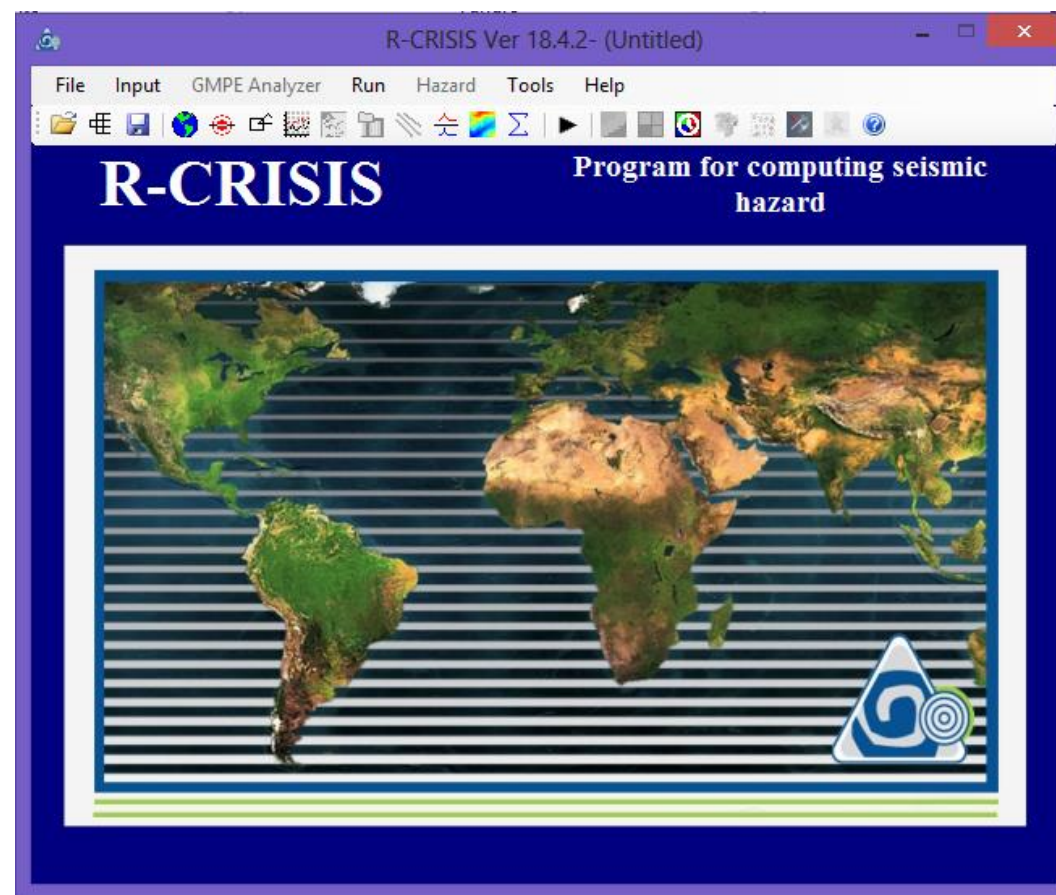


- Modelación del entorno geológico-geotécnico
- Generación de estratigrafías sintéticas
- Respuesta dinámica no lineal unidimensional en múltiples ubicaciones
- Shakemaps por señales individuales
- Ajuste de espectros de diseño para fines de microzonificación



R-CRISIS

Evaluación de la amenaza sísmica www.r-crisis.com

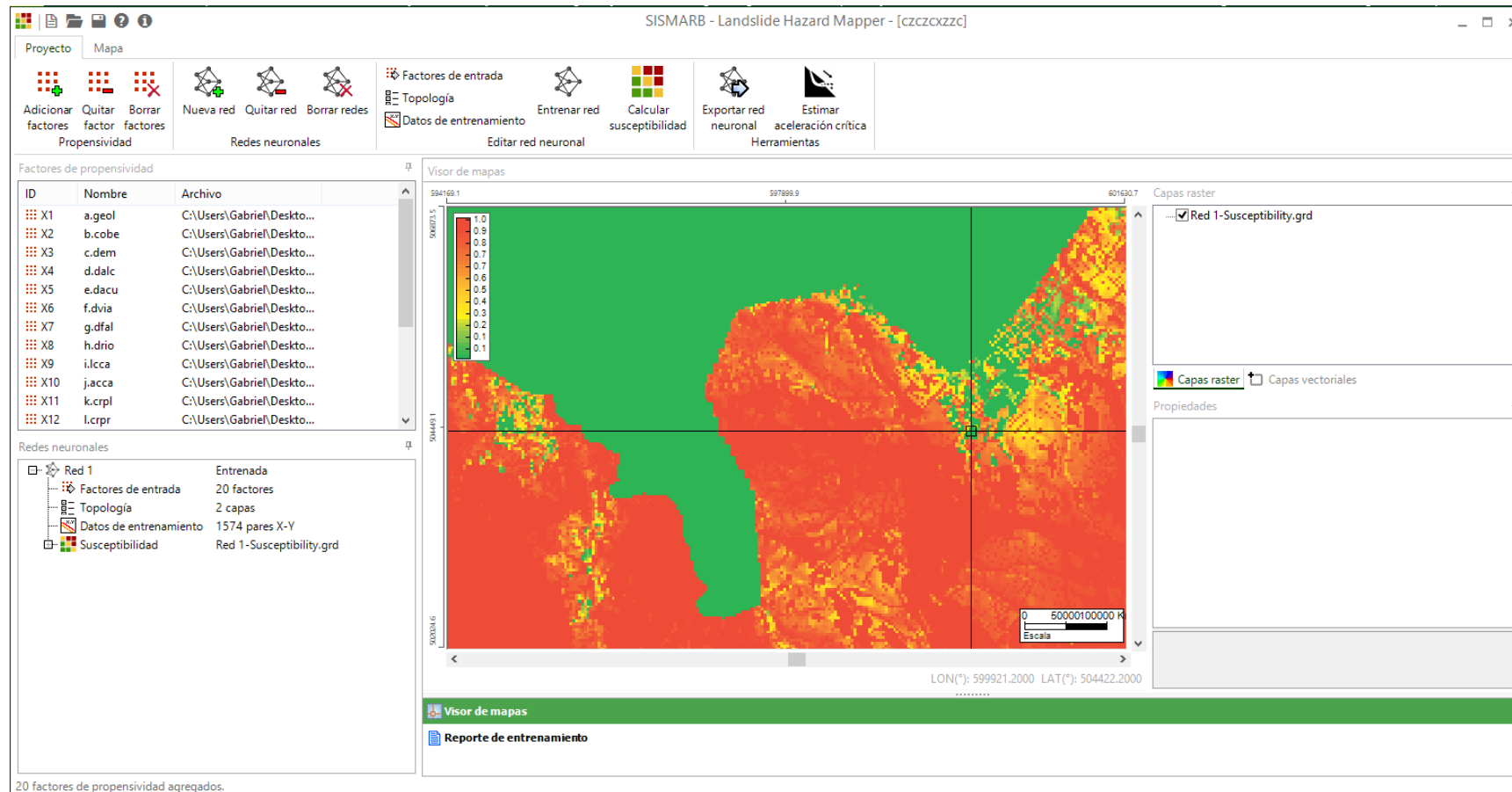


- *Desarrollado por Mario Ordaz et.al.*
- *Más de 30 años de desarrollo*
- *Uno de los sistemas más usados en el mundo*
- *Avalado para evaluaciones de amenaza sísmica de instalaciones nucleares en Europa*
- *Excelente desempeño en las pruebas PEER a códigos de amenaza sísmica*

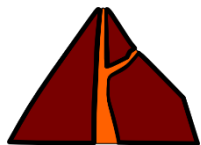


Landslide Hazard Mapper

Cálculo de la susceptibilidad a los deslizamientos

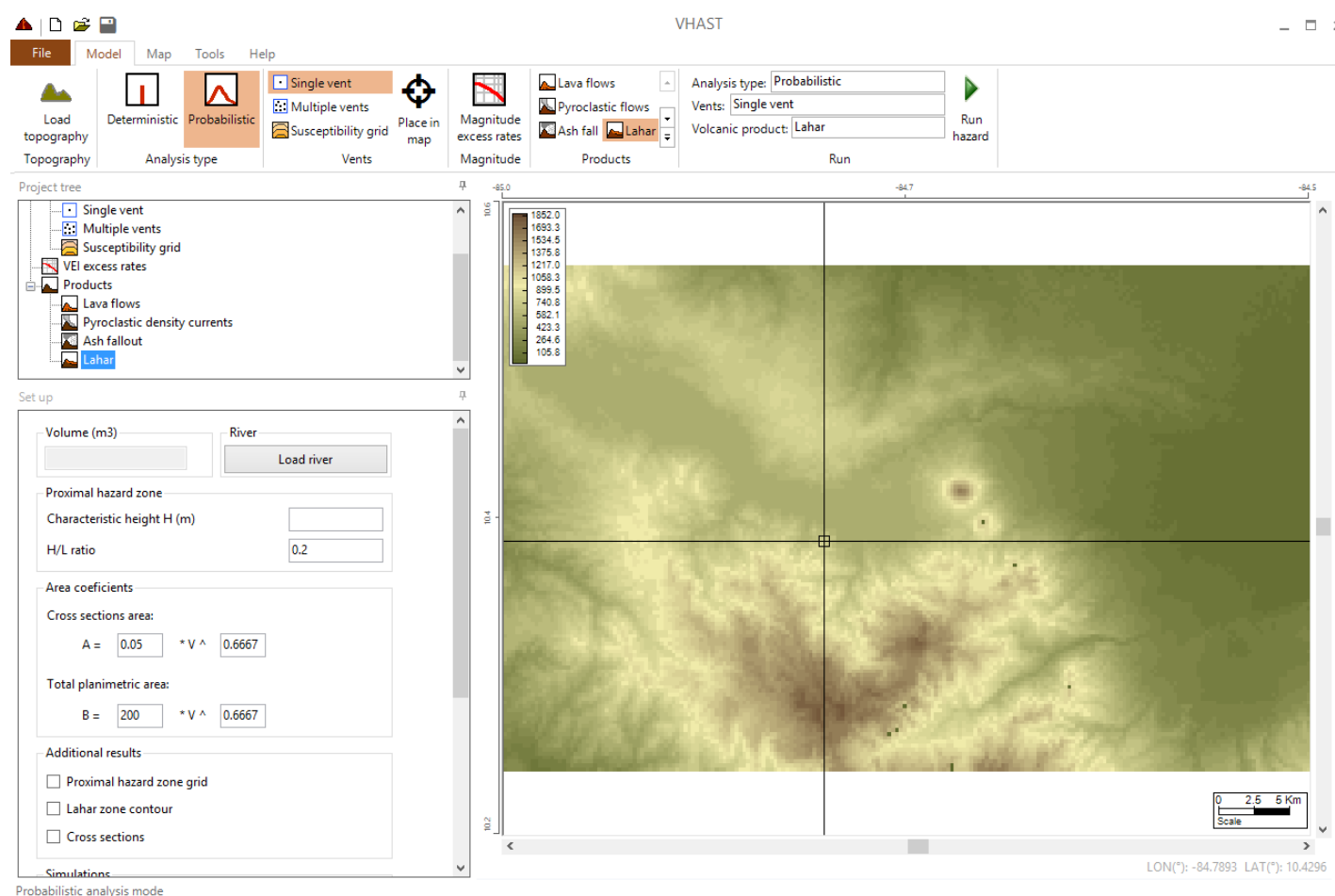


- *Cuantificación mediante Redes Neuronales Artificiales*
- *Edición y entrenamiento de redes neuronales*
- *Cálculo de la susceptibilidad a los deslizamientos*
- *Cálculo de la aceleración crítica*



VHAAT

Modelación probabilista de la amenaza volcánica



- *Modelación estocástica de ocurrencia de erupciones*
- *Flujos de lava; Flujos piroclásticos; Caída de ceniza; Lahar*
- *Medidas de intensidad física de los fenómenos*



TCHM

Modelación probabilista de ciclones tropicales

Tropical Cyclones Hazard Modeler - [Example.xml]

File Run About TCHM

Basic data

Tracks

Hazards

☒ Wind

☒ Storm surge

☐ Rainfall

Output base name

Wind factors

Roughness

Bathymetry

Topography

Wind output grid

Xlo 56 Xhi 64 Nx 20 Dx 0.400

Ylo -21 Yhi -10 Ny 28 Dy 0.393

Simulations

Sigma 0.5 Trunc. 1

Number of simulations 100

Storm surge options

Storm surge grids

☐ High quality data

☒ Low quality data

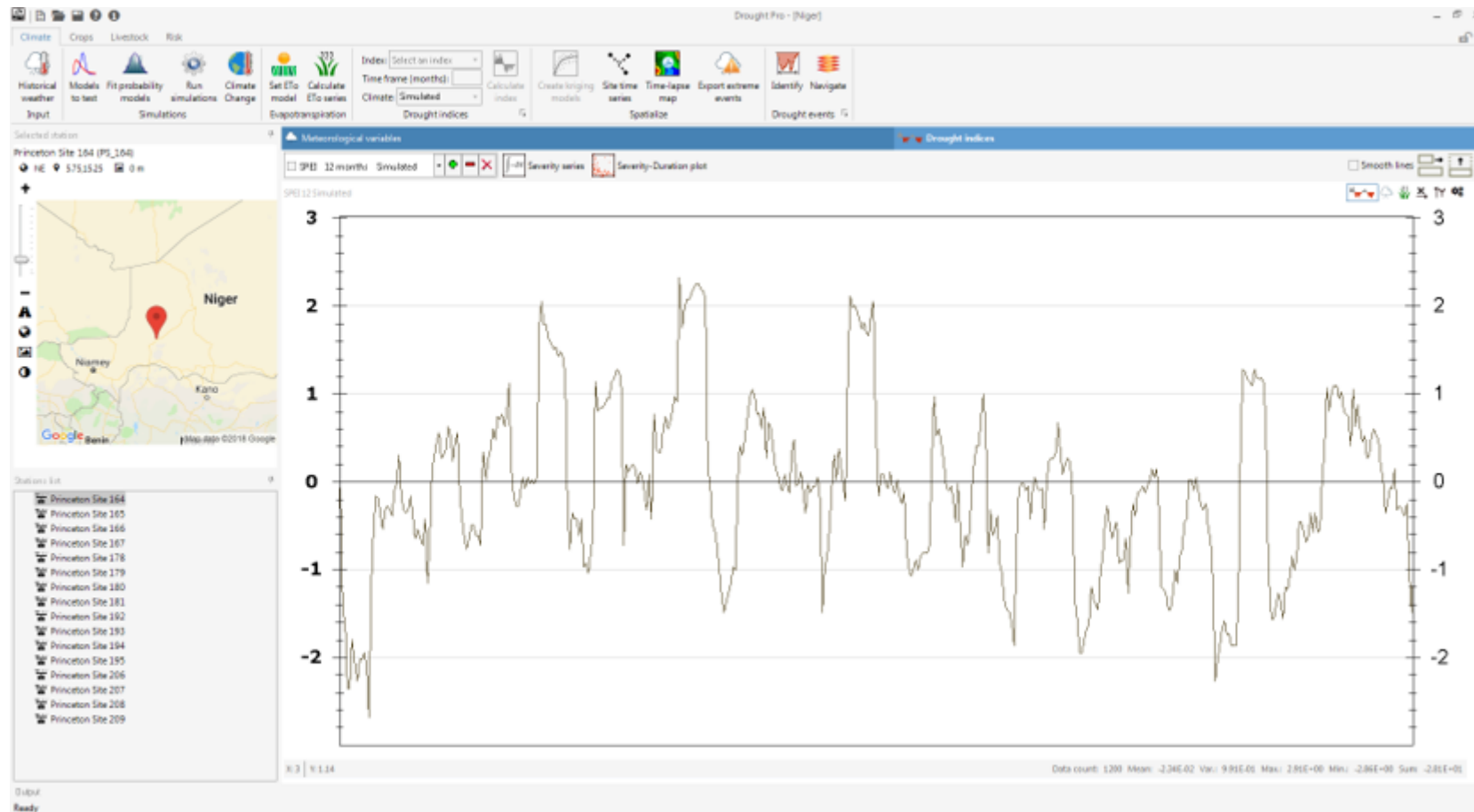
Calculating grid modifiers

- *Procesamiento directo de la información en IBTrACS (NOAA)*
- *Simulación de trayectorias*
- *Modelos físicos del campo de viento y marea de tormenta*



Drought Pro

Modelación estocástica de sequías agrícolas

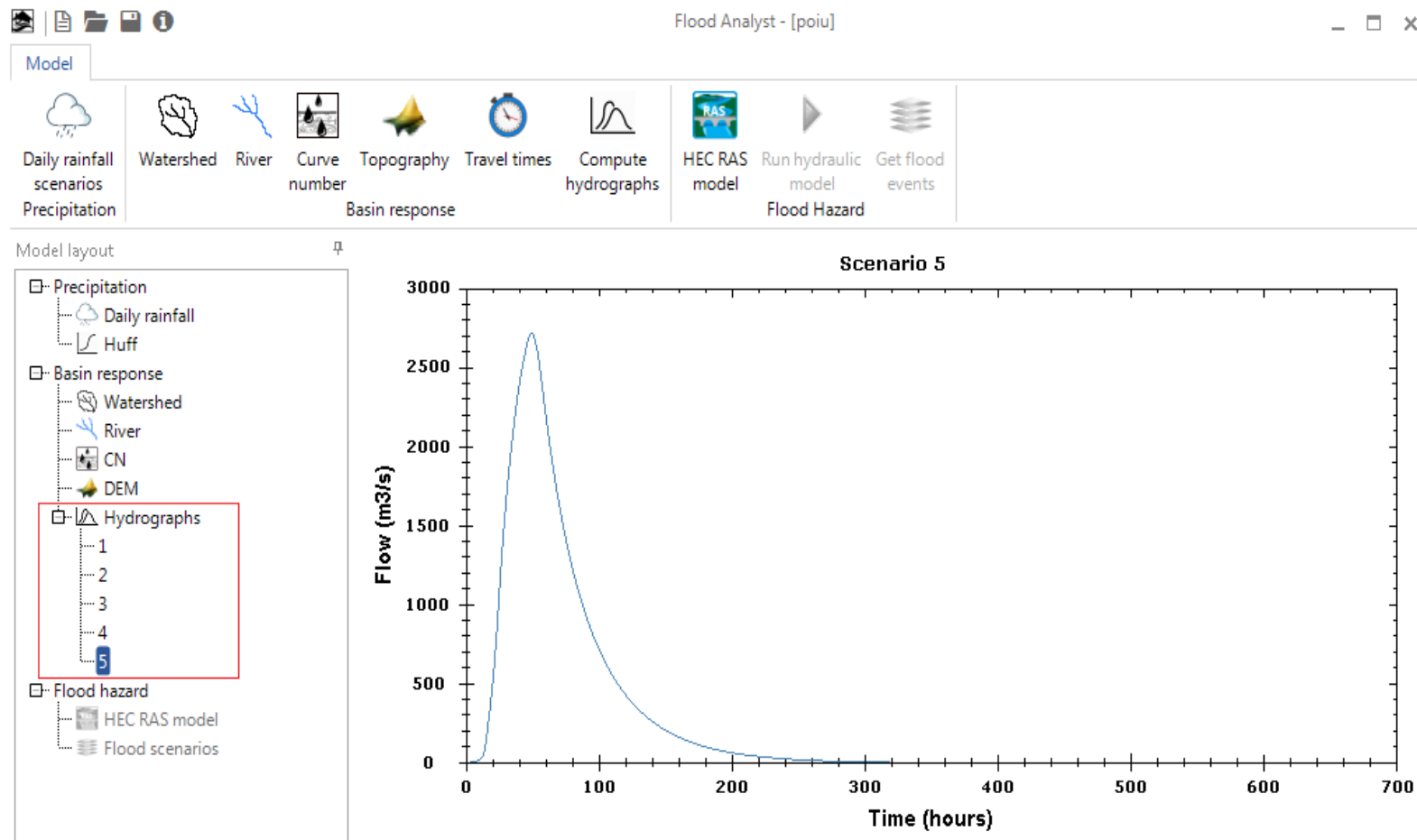


- *Simulación estocástica del clima*
- *Identificación de sequías sintéticas*
- *Incorporación directa de los efectos del Cambio Climático*
- *Simulación de la respuesta al agua de sistemas de cultivos y ganadería*

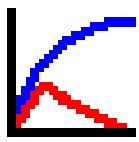


Flood Analyst

Modelación probabilista de inundaciones

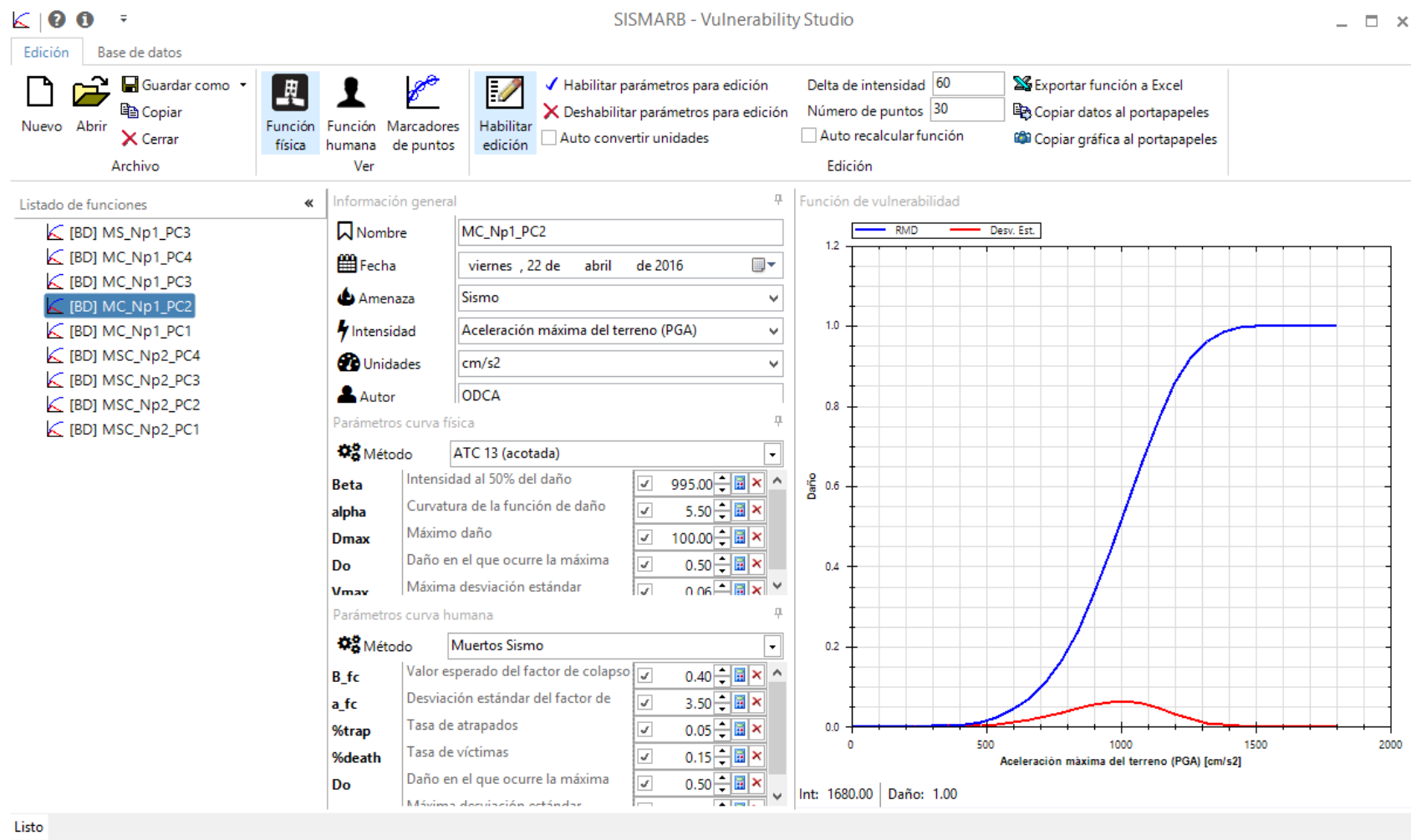


- Representación espacial y temporal de la lluvia
- Cálculo de hidrogramas por el método ModClark
- Modelación hidráulica mediante HEC RAS 5.0.
- Flujo 1D y 2D acoplados. Estructuras hidráulicas



Vulnerability Studio

Creación y edición de funciones de vulnerabilidad



- Múltiples métodos de creación de curvas
- Edición de los parámetros que definen las curvas
- Creación de bibliotecas de sistemas constructivos



CAPRA Robot

Motor de cálculo del riesgo

SISMARB - CAPRA BOG - [Riesgo.rm]

Modelo Mapa Cálculo

Tipo de evaluación: Lluvia - Deslizamiento

Ubicación: C:\Users\Gabriel\Desktop\LLD

Nombre: Riesgo

Configuración del proyecto

Datos principales

Modificadores Sismo

Modificadores Lluvia-Deslizamiento

Modificadores inundación

Proyecto de cálculo

Archivo	N° Esc.	N° Int.	Clase	Tipo
Prueba5.ame	40	3	ERN.HazardGrid.AMENormal	LluviaNoHu

Exposición

Archivo	N° Elem.
bd_v1_puntos.shp	899971

Susceptibilidad

Umbral

Propiedades de capa

Pérdidas por escenario

Escenario	Frecuencia	EP	VarP	a
Lluvia_Duracion1_TR10_Tormenta0	1.06E-02	1.39E+13	1.12E+13	1.66E+1
Lluvia_Duracion1_TR10_Tormenta1	9.40E-03	5.85E+12	1.04E+13	3.24E+1
Lluvia_Duracion1_TR10_Tormenta2	8.57E-03	1.38E+12	2.90E+12	6.54E+1
Lluvia_Duracion1_TR10_Tormenta3	9.38E-03	1.22E+13	1.07E+13	1.35E+1
Lluvia_Duracion1_TR10_Tormenta4	9.74E-03	1.41E+09	1.72E+09	1.16E+0
Lluvia_Duracion1_TR10_Tormenta5	8.65E-03	6.78E+09	3.95E+10	1.16E+0

Visor de mapas

full-FIS.res

Capas raster

Propiedades

LON(*): -74.0893 LAT(*): 4.6033

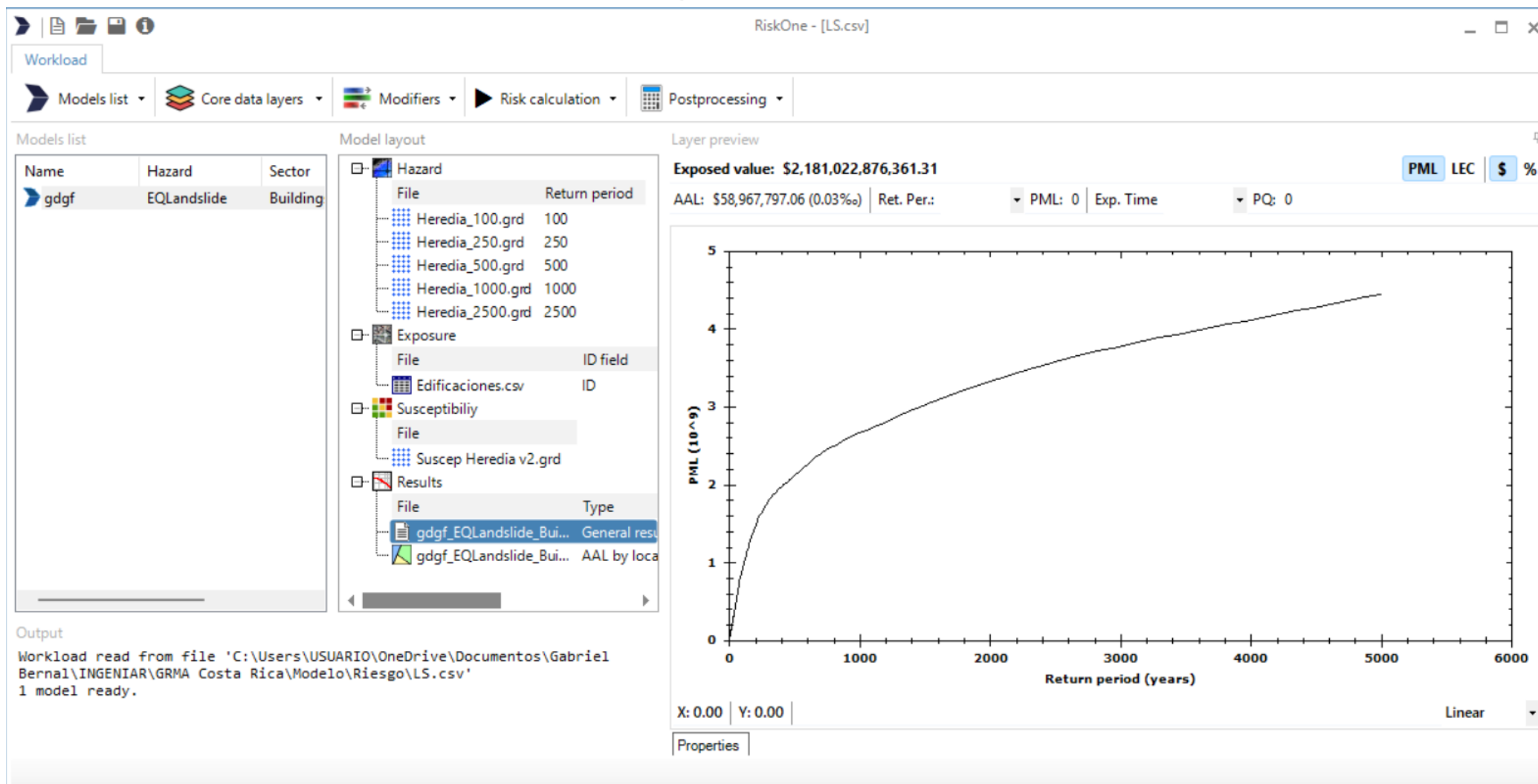
Lista

- Visualización de capas de amenaza y exposición
- Configuración de modelos de evaluación del riesgo
- Cálculo probabilista del riesgo multiamenaza por ubicación y por portafolios



RiskOne

Motor de cálculo del riesgo



- Visualización de capas de amenaza, exposición y vulnerabilidad
- Cálculo probabilista del riesgo multiamenaza por ubicación y por portafolios
- Herramientas de postprocesamiento



FileCAT

Administración de información de modelos de riesgo

The screenshot displays the FileCAT application window titled "SISMARB - FileCAT - [IDIGER.fdb]". The interface includes a top toolbar with various icons for file management and a "Panel de proyecto" (Project Panel) on the left. The main area shows a list of files and folders, with the "GEOLOGIA10000.shp" file selected. To the right, a "Previsualización" (Preview) pane shows a map of the study area.

Nombre de categoría/archivo	Extensión	Tamaño (KB)	Fecha
1998 GEOLOGIA 10000			
GEOLOGIA10000.dbf	.dbf	108	25/02/2016 5:24:37 p. m.
GEOLOGIA10000.prj	.prj	0	25/02/2016 5:24:37 p. m.
GEOLOGIA10000.sbn	.sbn	7	25/02/2016 5:24:37 p. m.
GEOLOGIA10000.sbx	.sbx	1	25/02/2016 5:24:37 p. m.
GEOLOGIA10000.shp	.shp	5768	25/02/2016 5:24:37 p. m.
GEOLOGIA10000.shp.xml	.xml	11	25/02/2016 5:24:37 p. m.
GEOLOGIA10000.shx	.shx	6	25/02/2016 5:24:37 p. m.
2009 USOSUELO 10000			
USOSUELO.dbf	.dbf	14645	25/02/2016 5:24:37 p. m.
USOSUELO.prj	.prj	0	25/02/2016 5:24:37 p. m.
USOSUELO.sbn	.sbn	439	25/02/2016 5:24:38 p. m.
USOSUELO.sbx	.sbx	11	25/02/2016 5:24:38 p. m.
USOSUELO.shp	.shp	33537	25/02/2016 5:24:38 p. m.
USOSUELO.shp.xml	.xml	12	25/02/2016 5:24:39 p. m.
USOSUELO.shx	.shx	366	25/02/2016 5:24:39 p. m.
GEOLOGIA10000.shp	.shp	5768	25/02/2016 5:24:37 p. m.
2010 GEOTECNICO 10000			
2010 OBRAS IDIGER			
ESTUDIO DE LA JAVERIANA			
Eventos			
Mapas DWG			
SHAPE_RAB			
Shape_RHB			

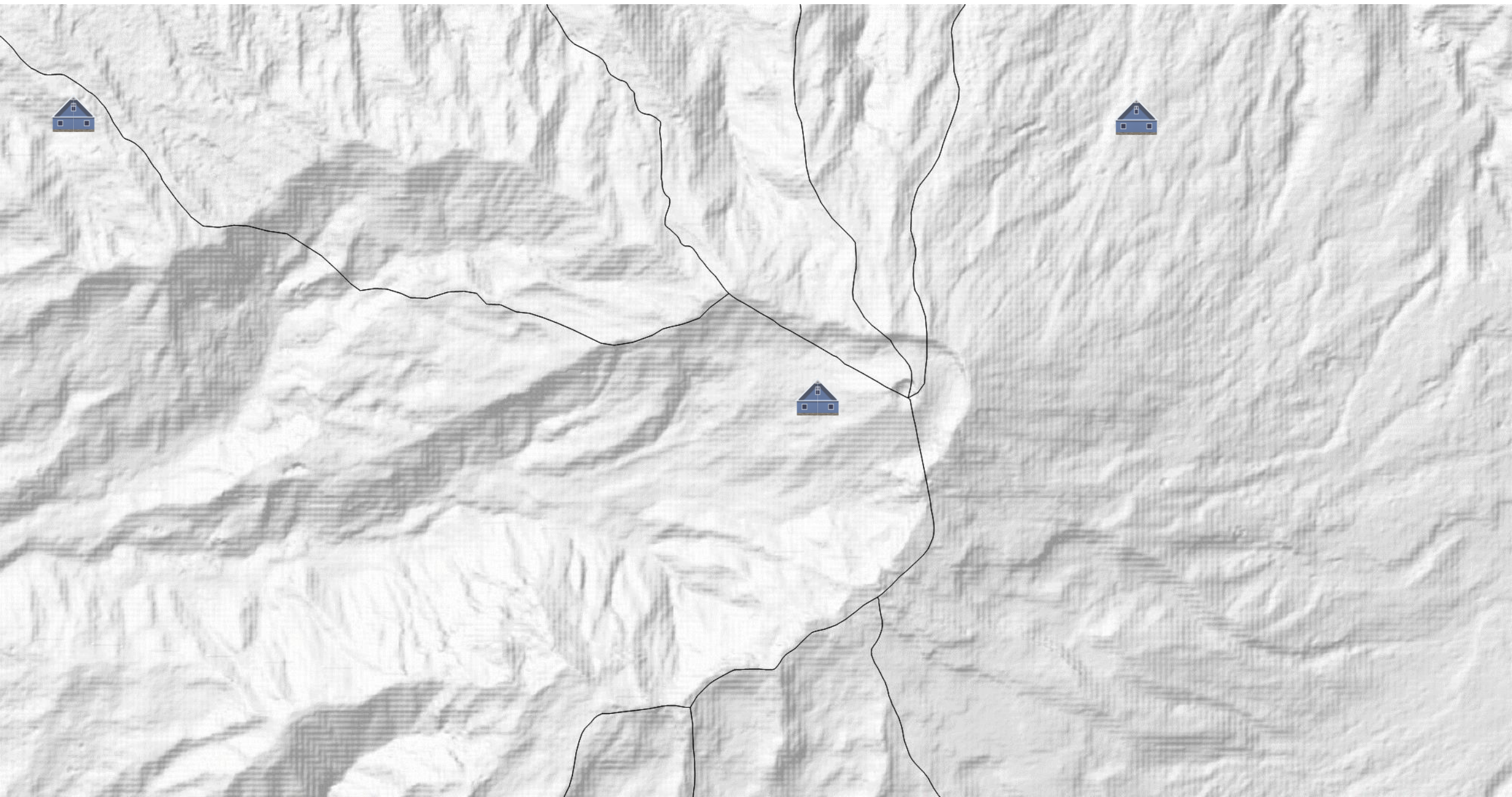
- *Búsqueda de archivos por extensión y grupo de extensiones, en disco y red local.*
- *Clasificación de archivos en categorías.*
- *Previsualización de diversos formatos: .shp, .pdf, .grd, .xml, entre otros (más de 50 formatos soportados).*
- *Caja de herramientas con pequeñas aplicaciones de gran utilidad en modelación.*

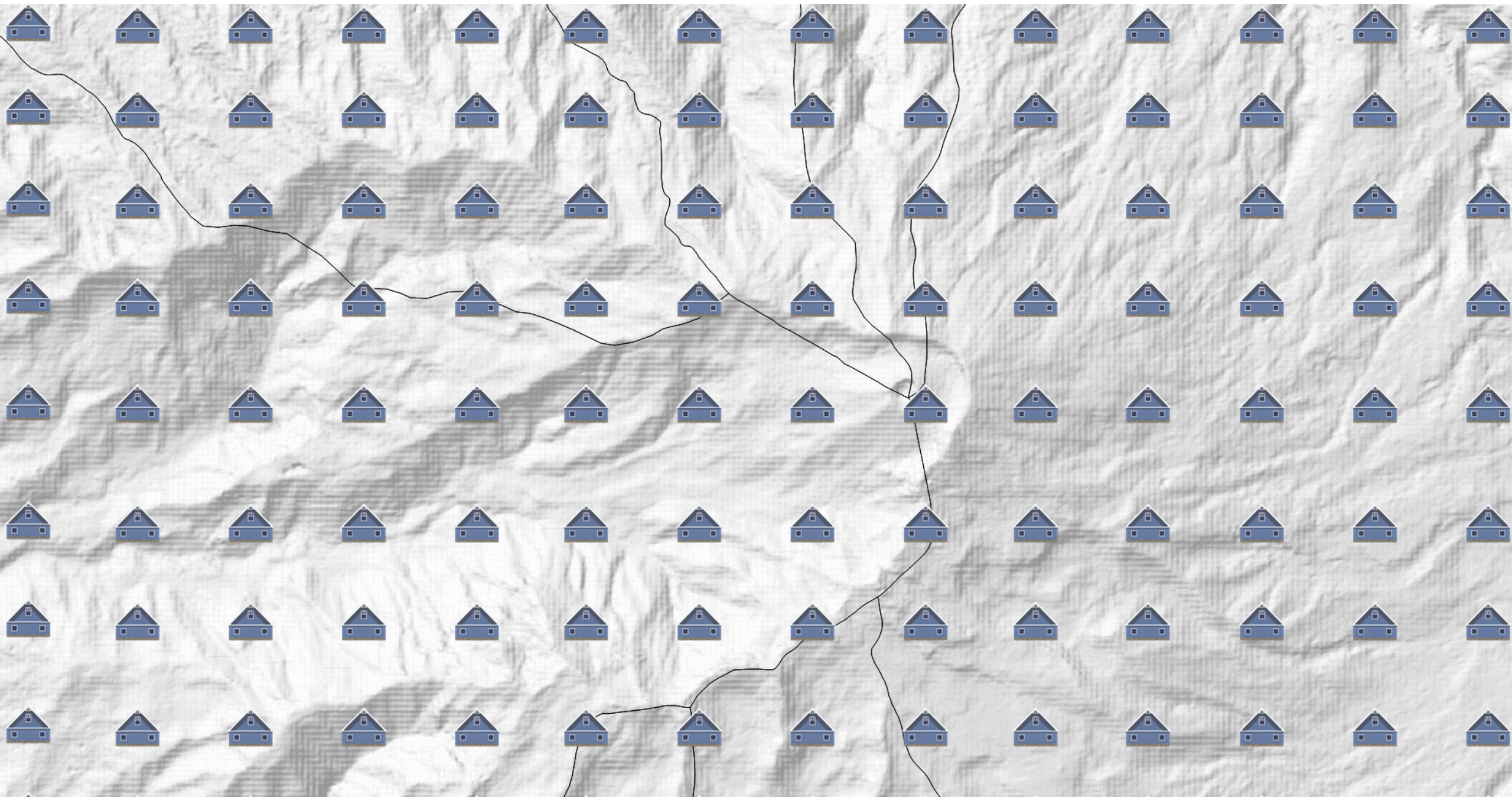


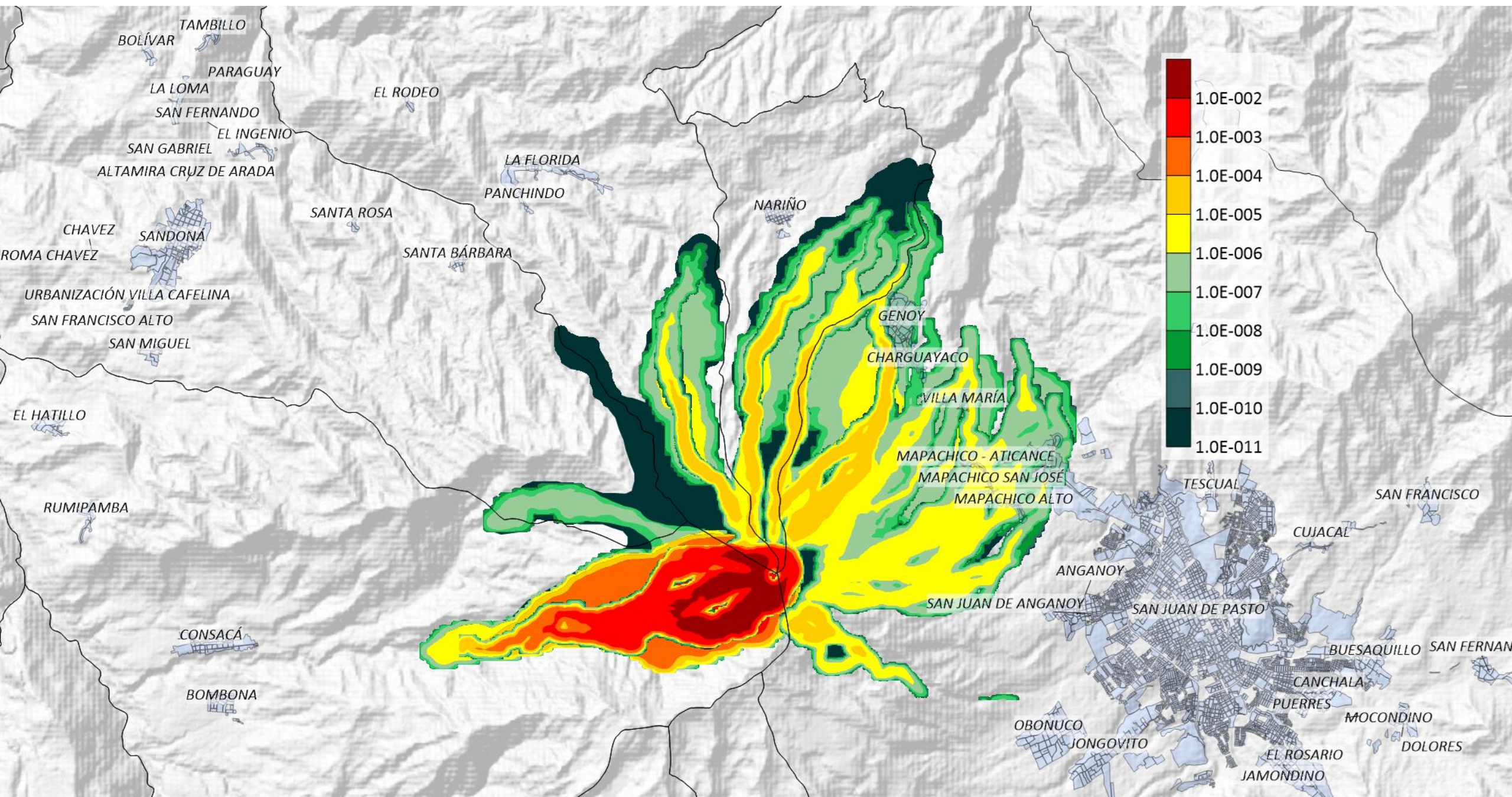
	Estado de avance	Participantes activos
Módulo 1	100%	42
Módulo 2	100%	29
	Total inscritos Sismo	19
	Total inscritos Deslizamientos	25
	Total inscritos Inundaciones	29
	Total inscritos Sequía	21
	Total inscritos Ciclones Tropicales	21
	Total inscritos Volcán	14
Módulo 3	100%	35

Estado de avance al 27 de abril de 2026



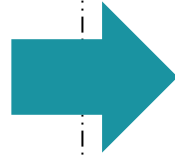






Riesgo implícito

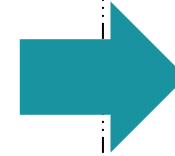
Ubicación



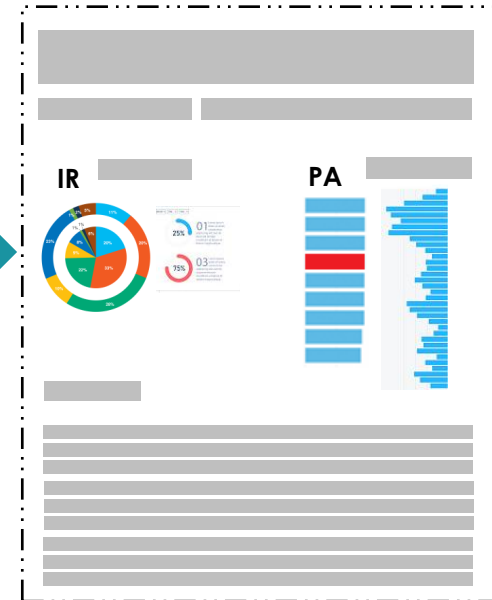
Arquetipo



Categoría

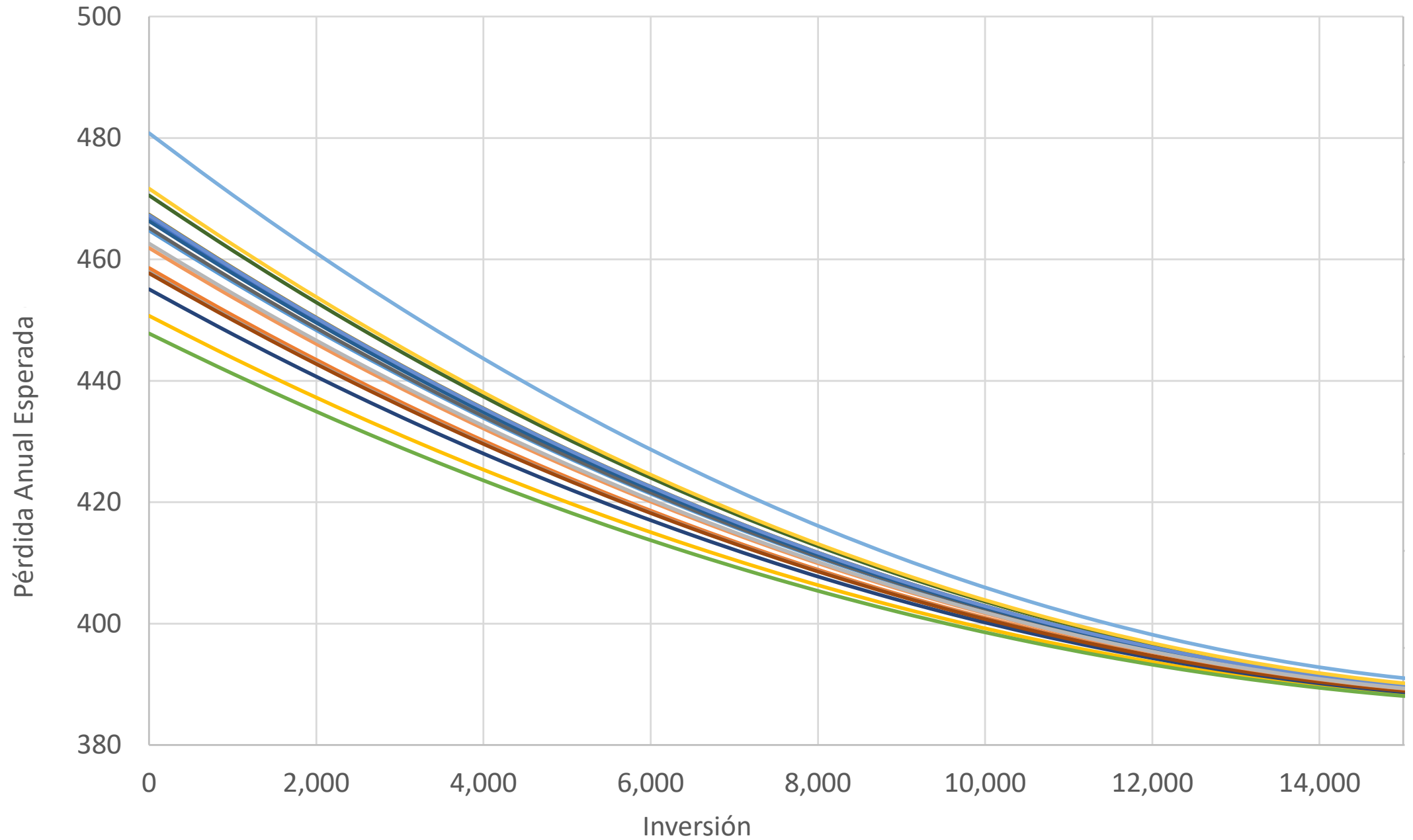


Perfil de Riesgo



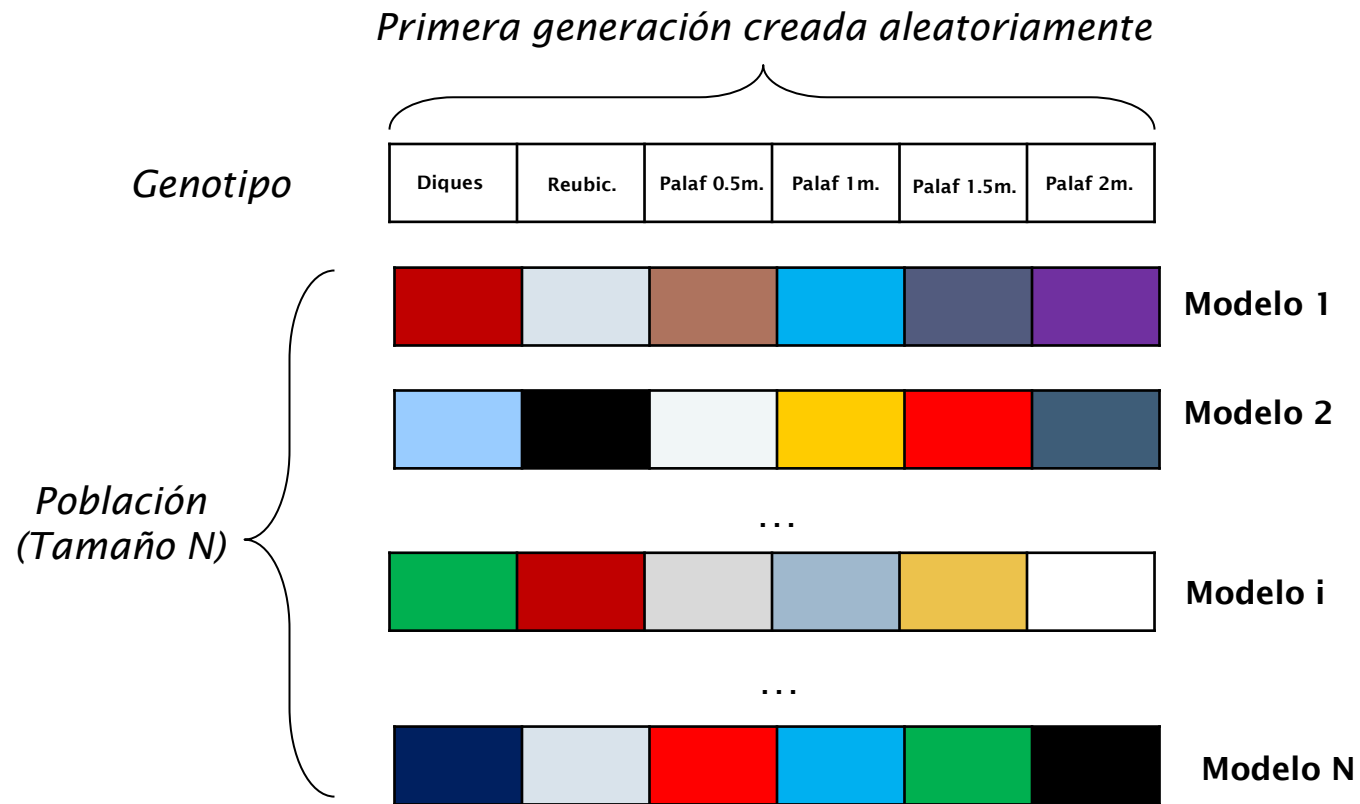
*Evaluaciones
precalculadas por
INGENIAR-CIMNE*

Curva de inversión

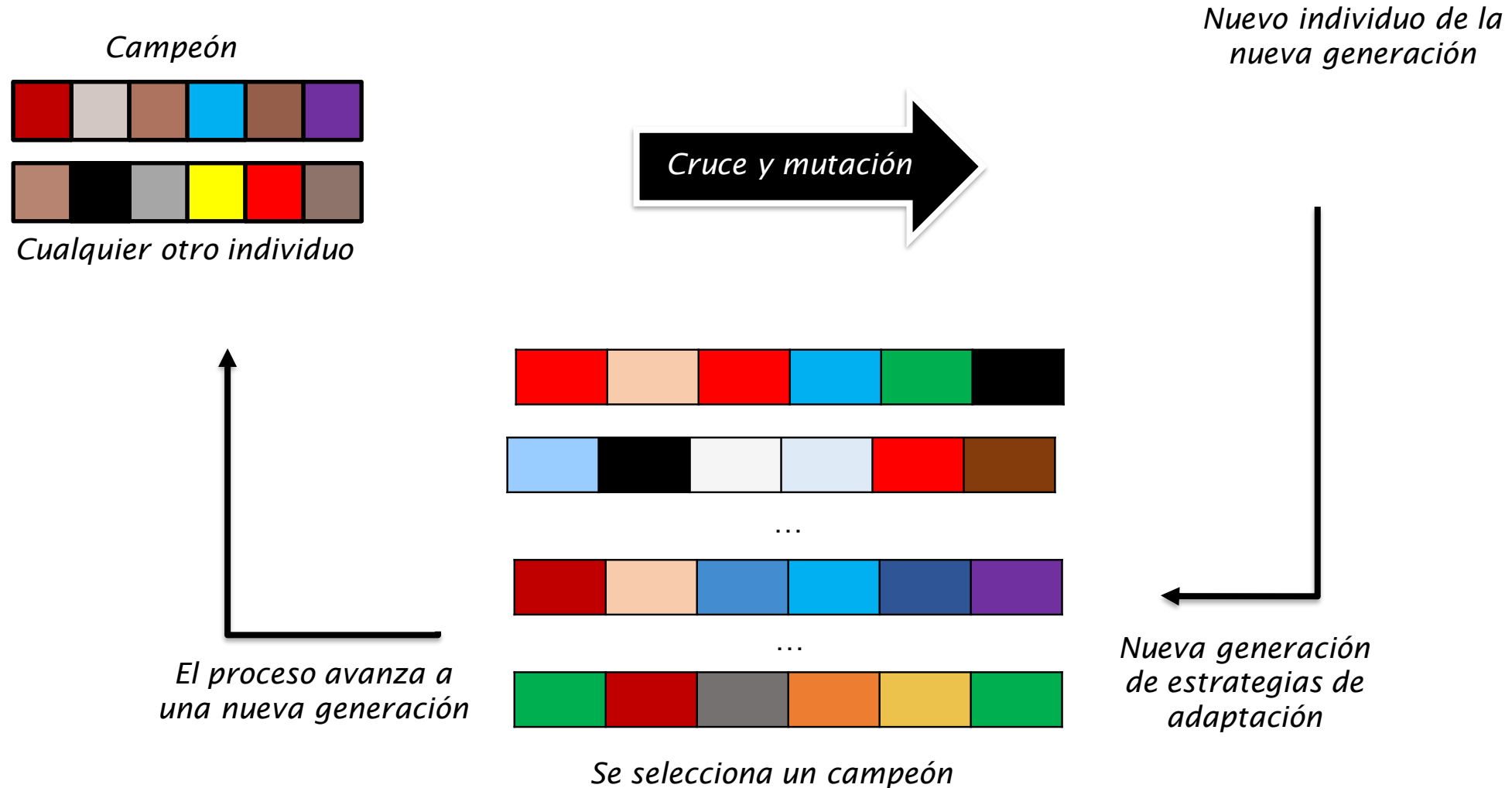


Curva de inversión
Se construye un algoritmo genético en el cual el genotipo de cada individuo está conformado por medidas de adaptación con diferentes parámetros y alcances.

Los individuos son estrategias de adaptación

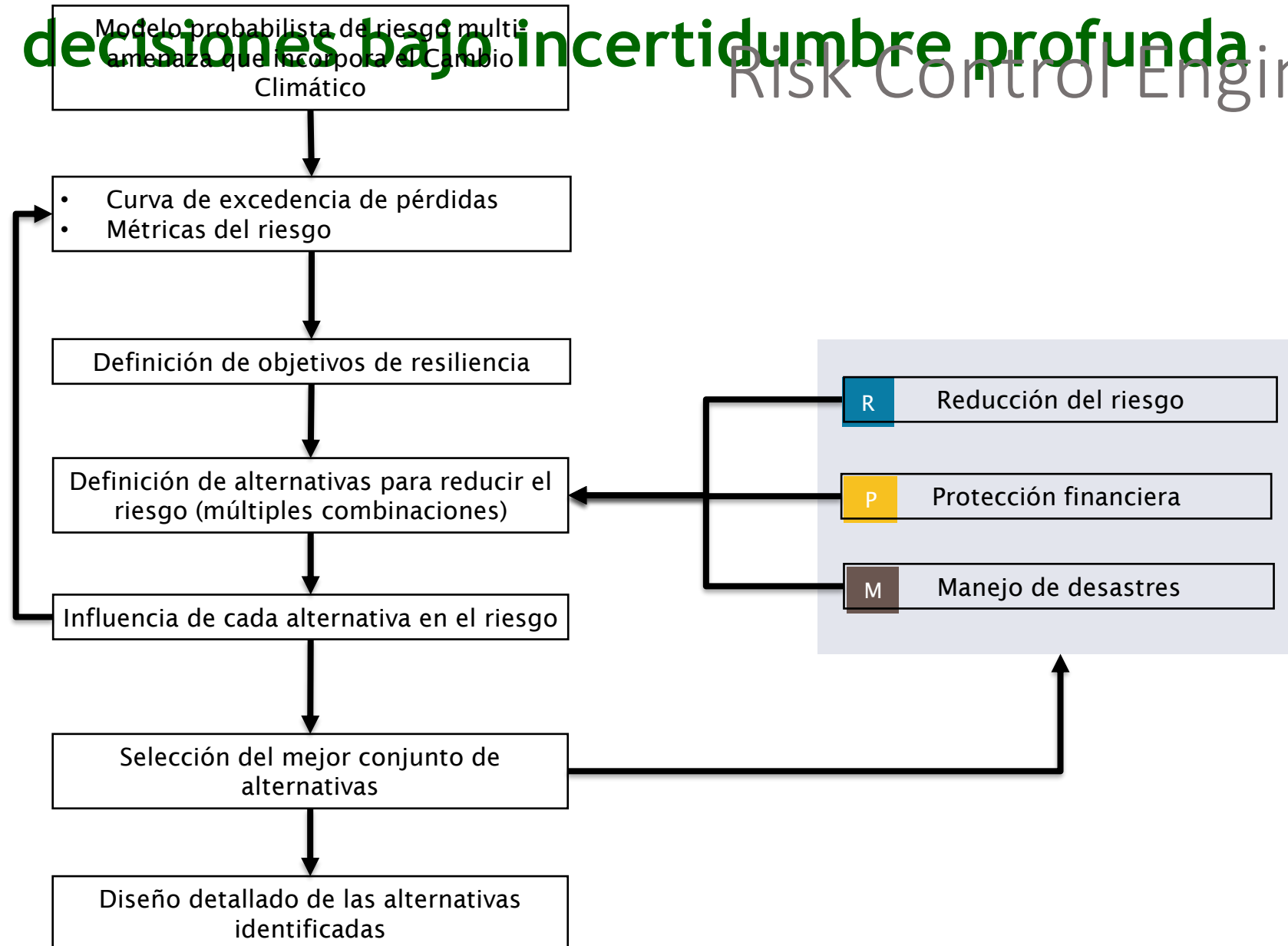


Curva de inversión
La población evoluciona mediante el cruce de los individuos de cada generación. El individuo que más eficiente en reducir la pérdida es el campeón de su generación.



Toma de decisiones bajo incertidumbre profunda

Risk Control Engineering



Cuestionario





www.ingeniar-risk.com



www.cimne.com